

СВЯЗЬ РЕГУЛЯТОРНЫХ ФУНКЦИЙ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ У ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА: ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ

А.Н. ВЕРАКСА, А.К. БЕЛОЛУЦКАЯ, М.Н. ГАВРИЛОВА, С.В. ЛЕОНОВ

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Представлен обзор 20 работ, проведенных в период с 2006 по 2020 г. Обобщение результатов исследований уточняет представления о связи показателей функциональной физической подготовки с компонентами регуляторных функций (рабочей памятью, торможением, переключением) у детей дошкольного возраста. Показано, что развитие регуляторных функций у детей, которые регулярно посещают спортивные занятия, в положительную сторону отличается от сверстников, которые не имеют опыта систематического посещения спортивных занятий. Дети с более высоким уровнем регуляторных функций с большей вероятностью впоследствии будут систематически и продолжительно заниматься спортом в школьном возрасте. Результаты исследований свидетельствуют о том, что для того, чтобы спортивные занятия эффективно способствовали развитию регуляторных функций, при организации и проведении занятий важно учитывать такие факторы, как уровень стресса ребенка, эмоциональный фон, контакт с тренером. В ряде исследований было показано, что регуляторные функции выступают модератором связи между функциональной физической подготовкой и познавательным развитием (навыки счета, чтения, письма).

Ключевые слова: регуляторные функции, функциональная физическая подготовка, крупная моторика, дошкольный возраст.

Роль уровня развития регуляторных функций в жизни человека сложно переоценить: в раннем детстве он надежно предсказывает дальнейшую успеваемость ребенка в школе, а также здоровье, благополучие и социальный статус во взрослом возрасте (Moffitt et al., 2011; Cadavid-Ruiz, del Rio, 2018). Неудивительно, что растет количество исследований, с помощью которых авторы ищут ответ на вопрос о характере факторов, стимулирующих развитие регуляторных функций (Houwen et al., 2019; Pitchford et al., 2016). В настоящей работе мы опираемся на модель А.Мияке и соавт., где эти функции рассматриваются как группа когнитивных процессов, обеспечивающих целенаправленное решение

задач и адаптивное поведение в новых ситуациях (Miyake et al., 2000). Авторы модели выделяет следующие компоненты регуляторных функций: рабочая память (вербальная и зрительно-пространственная), торможение (способность контролировать импульсивное поведение) и переключение (способность произвольно переключаться с одного принципа действия на другой, а также реагировать на меняющиеся правила).

В изучении факторов формирования регуляторных функций особое внимание отводится физической подготовке. Функциональная физическая подготовка выражается в уровне развития навыков крупной моторики (ловкость, быстрота, меткость, координация движений). Указанные крупномоторные навыки обеспечивают выполнение таких физических упражнений, как бег, прыжки с места, метание мяча,

балансирование. Для обозначения функциональной физической подготовки в англоязычной профессиональной литературе используется понятие *physical fitness*. Исследователи оценивают воздействие различных факторов, связанных с физической подготовкой, на развитие регуляторных функций. Так, изучаются влияние на них коротких интенсивных аэробных тренировок, проводимых непосредственно перед диагностикой, или значение систематических занятий спортом на протяжении продолжительного периода времени. Функциональная физическая подготовка происходит в рамках командных и индивидуальных видов спорта, а также структурированных и неструктурированных спортивных занятий (в зависимости от наличия и вклада тренера).

В исследованиях уделяется особенное внимание спорту, поскольку он создает «экологичные» условия для развития регуляторных функций: обеспечивает естественную мотивацию, позволяет удерживать ситуацию «вызова» на протяжении долгого периода времени и минимизирует влияние факторов, тормозящих регуляторные функции, а именно стресс, скуку, недостаток сна и кислорода (Diamond, Ling, 2016). Изучение связи компонентов регуляторных функций и функциональной физической подготовки дошкольников представляет особый исследовательский интерес, поскольку им органично присуще постоянное движение. Именно в этом возрасте происходит интенсивное развитие регуляторных функций (Montroy et al., 2016). Изучению взаимосвязи функциональной физической подготовки и регуляторных функций посвящено достаточно большое количество исследований, хотя применительно к детям дошкольного возраста данная тема менее проработана, чем к школьникам и взрослым (Roebbers, Kauer, 2009; Planinsec, Pisot, 2006; Jenni et al., 2013; Fedewa, Ahn, 2011; Colcombe, Kramer, 2003; Chang et al., 2013; Verburgh et al., 2014; Hillman et al., 2009;

Sibley, Etnier, 2003; Carson et al., 2015; Coe et al., 2016; Davis et al., 2007; Dwyer et al., 2001; Harrison et al., 2009; Howard, Vella, Cliff, 2018).

Требуют пояснения вопросы о специфике связи: является ли она двунаправленной? какие компоненты регуляторных функций в большей степени связаны с функциональной физической подготовкой? какого типа упражнения наибольшим образом влияют на развитие регуляторных функций? как соотносятся между собой функциональная физическая подготовка, регуляторные функции и академические достижения? В рамках данного обзора мы предпримем попытку ответа на сформулированные выше вопросы на основании анализа исследований последнего времени по соответствующим темам.

Для выполнения задач нашего исследования были выбраны и проанализированы работы, опубликованные в период с 2006 по 2020 г., причем больше половины статей вышли в свет в течение последних трех лет.

При поиске полнотекстовых версий работ использовались международные электронные базы данных (Web of Science, Scopus, PsycINFO). Мы сформулировали следующие критерии: а) в исследовании принимали участие дети из разных стран дошкольного возраста (3–7 лет), посещающие детские сады; б) диагностика регуляторных функций и моторных навыков проводилась с применением надежных признанных научным сообществом методик. Также источником информации могли быть национальные системы мониторинга детского развития или опросы родителей и педагогов, проводившиеся с использованием стандартизированных опросников; в) объем выборки исследования превышал 25 детей. В обзор включены 20 полнотекстовых версий работ, из которых 5 лонгитюдных и 9 кросс-секционных исследований, 3 формирующих эксперимента, а также 3 обзора, авторы которых

анализировали эмпирические работы, соответствующие сформулированным выше критериям.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ИССЛЕДОВАНИЙ

Участниками были дети из разных стран (Швейцарии, Нидерландов, Литвы, США, Канады, Австралии, Тайваня) в возрасте от 3 до 7 лет, посещающие детские сады. Максимальный объем выборки составил 4385 детей (Howard, Vella, Cliff, 2018), минимальный – 26 (Chang et al., 2013). Рассмотренные работы можно разделить на следующие тематические группы:

1) исследования, посвященные вопросу о том, являются ли хорошо развитые моторные навыки и занятия спортом в детском саду предиктором развития регуляторных функций в начальной и даже основной школе, а также о связи обратного характера: влияет ли уровень развития регуляторных функций дошкольников на систематичность и интенсивность занятий спортом в школе;

2) работы, где регуляторные функции рассматриваются как модератор связи между функциональной физической подготовкой и познавательным развитием (например, базовых математических представлений, навыков чтения и проч.);

3) исследования, в которых выявлялось, какие характеристики физической подготовки и активности наилучшим образом стимулируют развитие регуляторных функций. В работах данной группы варьируются интенсивность, продолжительность, сложность упражнений, сравниваются разные виды спорта (индивидуальные/командные; с тренером/без; аэробные/с выраженным когнитивным компонентом). Здесь же рассматриваются формирующие эксперименты, где исследователи с педагогами используют физическую активность разного типа.

Для оценки *компонентов регуляторных функций* в рассмотренных работах

применялись стандартизированные методики, иногда в форме компьютерного тестирования. Оценка рабочей памяти производилась с использованием методик the Matching Familiar Figures Test, Corsi-Blocks Backwards Task, Backward Color Recall Task (Schmid, Zoelch, Roebbers, 2008; Zoelch, Seitz, Schumann-Hengsteler, 2005) и др. Способность к торможению оценивалась с помощью методик Day/Night Stroop Test, Fruit Stroop Task (Röthlisberger et al., 2010), Animal Fruit Task, Head-Toes-Knees-Shoulders (Ponitz et al., 2009), Flanker Task (Eriksen, Eriksen, 1974) и др. Для оценки когнитивной гибкости применялись методики the Dimensional Change Card Sort (Zelazo, 2006), Flanker Task (Eriksen, Eriksen, 1974) и др. В части работ оценка регуляторных функций производилась с помощью опросов педагогов и родителей (Behaviour Rating Inventory of Executive Function – Preschool version (Gioia, Espy, Isquith, 2005)). Как правило, такой способ был использован для сбора данных о проявлении настойчивости при выполнении заданий, о вовлеченности в работу класса, об уровне концентрации внимания.

Функциональная физическая подготовка в большинстве работ оценивалась с помощью методик Movement Assessment Battery for Children-2 (Henderson, Sugden, Barnett, 2007) и Body Coordination Test for Children (Kiphard, Schilling, 2007). Методики этого типа включали задания на ловкость рук, бросание в цель и ловлю мяча, статический и динамический баланс. Данные о ежедневной физической активности детей собирались исследователями с помощью специального прибора (акселерометра), который крепился эластичным бинтом на бедро испытуемому на несколько дней. Прибор позволяет собрать информацию о том, сколько и в какое время суток ребенок находится в покое или интенсивно движется (Willoughby, Wylie, Catellier, 2018). Если авторам было важно собрать данные о занятиях разными видами спорта, то,

как правило, они опрашивали родителей детей или пользовались доступом к информации из национальных систем мониторинга (Howard, Vella, Cliff, 2018; Piché, Fitzpatrick, Pagani, 2015).

В работах были применены аналогичные критерии статистического анализа, что делает результаты разных исследований сопоставимыми. Как правило, авторы использовали корреляционный, регрессионный, факторный анализ.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В сводной таблице приведены данные о рассмотренных 20 работах. Указана информация о числе и возрасте детей, принявших в них участие, а также других важных характеристиках (продолжительности, количестве диагностических срезов и пр.). Последняя колонка содержит кратко изложенные результаты каждого исследования. Все статьи разбиты на четыре категории в соответствии с типом: лонгитюдные, формирующие, констатирующие, обзорные.

Проанализируем основные результаты в разрезе тематических направлений.

Двунаправленная связь и возможность прогноза

Наиболее развернутую картину дают лонгитюдные исследования, поскольку предоставляют возможность отследить показатели в динамике, оценить устойчивость связей, и ответить на вопрос о возможности прогнозов: если в детском саду ребенок много занимается спортом и имеет высокую функциональную физическую подготовку, означает ли это, что в школе уровень его регуляторных функций будет выше, чем у сверстников? И наоборот, будет ли дошкольник с высоким уровнем развития регуляторных функций вести подвижный образ жизни, когда поступит в школу?

Дж. Пиче и соавт. (Piché, Fitzpatrick, Pagani, 2015) использовали данные о развитии регуляторных функций из лонгитюдного исследования, проведенного в Квебеке. Детей тестировали в пять (детский сад) и в десять лет (IV класс школы). Учитывалось, насколько настойчиво ребенок решает сложные задачи, сотрудничает с другими детьми, следует инструкциям и правилам, завершает работу вовремя, может заниматься самостоятельно, внимательно слушает, аккуратно и внимательно выполняет задания, задает вопросы, если чего-то не понимает (способ получения данных: опрос педагогов). У родителей дошкольников интересовались, как часто их ребенок участвует в «структурированной» физической активности (занятиях танцами, гимнастикой, борьбой, акробатикой с тренером). Опрос касался также «неструктурированных» занятий (без тренера). Родителей четвероклассников спрашивали о том, в скольких спортивных командах их ребенок занимался прошедшим летом. Анализируя все варианты возможных связей между переменными, авторы показали, что дошкольники с более высоким уровнем регуляции поведения и вовлеченности в групповую работу по прошествии пяти лет оказываются и более заинтересованными, способными сконцентрироваться на задаче (разное управление), внимательными и настойчивыми школьниками; дети, вовлеченные в пять лет в «структурированные» виды спорта, в десять лет обнаруживают более высокий уровень вовлеченности в работу класса. Участие в «неструктурированной» физической активности не дает такого эффекта; дошкольники, занимающиеся «структурированными» видами спорта, с большей вероятностью будут заниматься командными видами спорта в школе.

Эта же группа авторов провела лонгитюдное исследование, посвященное влиянию уровня регуляции поведения на их занятия спортом и на то, каким будет

Таблица

Основные результаты работ, включенных в обзор

Авторы	Год, страна	Характеристики исследований	Изучаемая физическая активность	Диагностируемые регуляторные функции и дополнительные характеристики	Краткое изложение результатов исследования
1	2	3	4	5	6
Лонгитюдные исследования					
Howard S. J. et al.	Австралия, 2018	4385 детей; (возраст: 4–6 лет); продолжительность исследования – 2 года	Командные виды спорта; индивидуальные виды спорта (гимнастика, карате, плавание, теннис). Источник информации: опрос родителей	Разные компоненты регуляторных функций (контроль внимания, поведения, эмоций) интегрировались в единый фактор	В плане влияния занятий спортом на уровень регуляторных функций обнаружена значимая, хотя и слабая, связь с индивидуальными видами; связь с командными видами спорта оказалась незначимой
Oberer N. et al.	Швейцария, 2018	134 ребенка; продолжительность исследования – 3 года. Два замера: в детском саду (возраст: 5–7 лет) и во II классе (возраст: 8–9 лет)	Бег (длина дистанции за 6 минут (выносливость); количество прыжков в сторону за 15 сек (ловкость); прыжок в длину с места (сила)	Торможение, переключение, вербальная рабочая память	Установлено, что физическая активность опосредовано является предиктором успеваемости по чтению и математике (модератор – регуляторные функции). Обнаружены значимые связи между торможением и выносливостью, силой, ловкостью; переключением и выносливостью, а также ловкостью; вербальной рабочей памятью и ловкостью.
Piche G. et al.	Канада, 2012	966 детей (возраст: 5–10 лет), продолжительность исследования – 5 лет.	Вовлеченность в занятия спортом (опрос родителей)	Регуляция поведения и вовлеченность в работу класса (данные лонгитюдного исследования развития детей Квебека)	Более высокий уровень регуляции поведения и вовлеченности в работу учебной группы дошкольников (6 лет) является надежным предиктором более высокой вовлеченности в занятия спортом и более низкого индекса массы тела в 4 классе.

Таблица (продолжение)

1	2	3	4	5	6
Piche G. et al.	Канада, 2015	2694 ребенка (возраст: 5–10 лет), продолжительность исследования — 5 лет	Участие детей в занятиях разного вида спорта (опрос родителей)	Регуляция поведения в классе. Педагоги в детском саду и школе выстраивали рейтинг детей по следующим показателям: настойчивость в решении сложных задач, способность следовать инструкциям и правилам, способность заканчивать работу вовремя, аккуратно и тщательно выполнять задания и др.	Участие дошкольника в «структурированной» (с тренером) физической активности является надежным предиктором более высокого уровня регуляции поведения в 10 лет (IV класс). Связь регуляторных функций с «неструктурированной» (без тренера) активностью не выявлена
Rojas N. et al.	США, 2020	1050 детей (возраст: 5–6 лет); было произведено два замера: осенью и весной	Двигательно-познавательная активность, включающая в том числе прыжки трех разных видов (двумя ногами, на одной ноге и со скалкой). Исползовались 10 субтестов	Контроль импульсивности (торможение)	Уровень торможения, нарушенный при осеннем замере, является предиктором развития навыков крупной моторики (прыжки разных видов) при весеннем замере
Формирующие эксперименты					
Chang Y. et al.	Тайвань, 2013	26 детей (возраст: 6–7 лет)	Футбольные тренировки (8 недель, два раза в неделю, продолжительность сессии — 35 минут). В одной подгруппе давались упражнения высокой, а в другой — умеренной интенсивности. Тренировки включали упражнения на ведение мяча и пасы в движении, удары мяча о стену)	Торможение	В обеих подгруппах после проведения тренировок значительно улучшились показатели торможения, связанные со временем реакции и количеством ошибок

Таблица (продолжение)

1	2	3	4	5	6
Bugos J. et al.	США, 2017	36 детей (возраст 3–5 лет); продолжительность — 6 недель, 1 раз в неделю по 90 минут	Музыкальный тренинг, включающий упражнения на координацию движений, а также вокал и игру на музыкальных инструментах	Способность к торможению	Результаты диагностики уровня торможения после шестинедельного тренинга значимо выше, чем до него
Williams K. E. et al.	Австралия, 2019	16 сессий, за 8 недель, 113 детей (возраст: 4–5 лет). Дети из семей с низким социально-экономическим статусом	Занятия, включающие сложные двигательные паттерны под ритмичные звуки	Уровень рабочей пространственной памяти, торможения, переключения и познавательной, поведенческой и эмоциональной регуляторных функций	Не обнаружено статистически значимых различий в показателях рабочей памяти и торможения до и после тренинга. Обнаружены значимые различия в уровне способности к переключению. Также, согласно опросам педагогов, значимо увеличился уровень познавательной, поведенческой и эмоциональной регуляторных функций у мальчиков и девочек в равной степени
Констатирующие исследования					
Nowwen S. et al.	Нидерланды, 2019	119 детей (возраст: 3–4 года)	Ловкость рук, попадание в цель, умение поймать мяч, сохранять баланс тела	Вербальная рабочая память, торможение, переключение. Дополнительная переменная — объем пассивного словаря	Значимой связи между уровнем развития крупной моторики и регуляторных функций не обнаружено
Gashaj V. et al	Швейцария, 2019	151 ребенок (возраст: 6–7 лет)	Задания на баланс, скорость и ловкость	Зрительно-пространственная рабочая память, переключение, торможение, Дополнительная переменная: базовые математические представления	Обнаружены значимые корреляции: равновесие — с торможением и рабочей памятью, а также ловкость и скорость — со всеми компонентами

Таблица (продолжение)

1	2	3	4	5	6
Oberer N. et al	Швейцария, 2017	156 детей (возраст: 6 лет)	Задания на баланс и скорость. Дополнительная переменная: мелкая моторика	Зрительно-пространственная рабочая память, переключение, торможение	Все компоненты регуляторных функций значимо связаны успешноностью выполнения заданий на баланс и скоростью.
Willoughby M. T. et al.	США, 2018	85 детей (возраст: 3–5 лет)	Уровень физической активности измерялся с помощью акселерометра, который дети носили на бедре в течение пяти дней	Зрительно-пространственная рабочая память, переключение, торможение	Обнаружено, что процент времени, который дети проводят в интенсивном движении, умеренной физической активности или сила, не связан с уровнем развития регуляторных функций
Livesey D. et al.	Австралия, 2006	36 детей (возраст 5–6 лет)	Ловкость рук, попадание в цель, умение поймать мяч, баланс	Торможение	Результаты упражнений на метание в цель и упражнений с мячом значимо положительно связаны с уровнем торможения
Hoijen S. et al.	Нидерланды, 2017	153 ребенка (возраст 3–5 лет)	Ловкость рук, попадание в цель, умение поймать мяч, баланс	Торможение, переключение, вербальная рабочая память	Обнаружена единственная значимая взаимосвязь между вербальной рабочей памятью и уровнем физической подготовки
Chang M. et al.	США, 2018	145 детей из детских садов в неблагоприятных районах (возраст: 5 лет)	Прыжки; бросание, ведение мяча	Торможение, переключение, эмоциональный контроль, рабочая зрительно-пространственная память; дополнительная переменная – чтение	Базовые моторные навыки в совокупности являются надежным предиктором регуляторных функций (global EF), а регуляторные функции в свою очередь – способности к чтению
Maurer M.N. et al.	Швейцария, 2019	124 ребенка (возраст: 5–6 лет)	Координация движений, задания на скорость, баланс	Торможение, переключение	Факторный анализ показал, что результаты выполнения сложной версии двигательных задач связаны с уровнем регуляторных функций сильнее, чем обычной

Таблица (окончание)

1	2	3	4	5	6
Вокертене V. et al.	Литва, 2019	30 детей (возраст 6–11 лет)	Сравнивались две группы детей: не тренируемые и те, кто систематически занимается футболом	Внимание, концентрация, скорость реакции и обработки информации, рабочая память (зрительная-пространственная), торможение	У детей, которые систематически занимались футболом, значимо выше уровень внимания, торможения, скорости реакции и быстроты обработки информации
Обзоры					
Diamond A. et al.	Канада, 2016	84 исследования (возраст детей: до 6 лет; объем выборок не указан)	–	–	Физическая активность, которая содержит «когнитивный вызов», оказывает большее влияние на регуляторные функции, чем просто аэробные упражнения. Подчеркивается важность положительного эмоционального фона в процессе тренировок
Grееff J.W. et al.	Нидерланды, 2018.	31 исследование (объем выборки: 4593); возраст: от 6 лет	–	–	Метаанализ выявил наличие некоторой связи между кратковременной интенсивной физической нагрузкой с уровнем торможения, и отсутствием связи между ней и переключением, а также рабочей памятью. Продолжительная физическая активность, наоборот, связана с тем, насколько развита память и высокая скорость переключения, а с торможением не связана
van der Fels I.M.J. et al.	Нидерланды, 2015	21 исследование; возраст: от 4 лет (объем выборки не указан)	–	–	Среди проанализированных исследований авторы не обнаружили убедительных доказательств связи между моторными навыками и регуляторными функциями

индекс массы их тела в IV классе (Piché, Fitzpatrick, Pagani, 2012). Результаты свидетельствуют о том, что регулярные занятия спортом способствуют достижению высокого уровня регуляторных функций дошкольников, который является предиктором того, что в десять лет их вес будет соответствовать возрастной норме.

По аналогичному методологическому принципу выстроена работа С. Ховарда и соавт. (Howard, Vella, Cliff, 2018), где сопоставлялись данные об уровне регуляторных функций и вовлеченности в занятия спортом детей 4–6 лет. Сведения об уровне контроля внимания, поведения и эмоций были взяты авторами из Национального Австралийского лонгитюдного исследования (Anderson et al., 2001), в основу которого легли специально организованные наблюдения в дошкольных группах. Разные компоненты регуляторных функций были интегрированы в единый фактор, который и сопоставлялся с предоставляемыми семьями данными о физической активности детей. Оценка проводилась два раза: сначала, когда детям было четыре года, и потом, когда им было шесть лет. Родителей спрашивали, занимается ли их ребенок спортом (дополнительным к программе детского сада) и если да, то каким: командным или индивидуальным (гимнастика, плавание, танцы, карате). На втором этапе диагностики детей разделили на четыре категории: «продолжающие» (начали заниматься в четыре года и продолжили в шесть лет); «не участвующие» (не занимались никогда); «бросившие» (занимались в четыре года и бросили к шести); «начавшие» (не занимались в четыре, но начали в шесть). Результаты показали, что если проводить анализ без учета типа спортивной активности (командный/индивидуальный), то достоверной разницы по уровню развития регуляторных функций между теми шестилетними детьми, которые в четыре года занимались спортом, и теми, кто не занимались, не обнаруживается.

Аналогично нет разницы, если анализировать только выборку детей, занимавшихся командными видами. Однако те дети, которые в четыре года занимались индивидуальными видами спорта (гимнастика, плавание, танцы), в шесть лет значимо отличаются в положительную сторону по уровню развития регуляторных функций от тех, которые спортом не занимались вовсе или занимались командными видами. Кроме того, дети с низким уровнем развития регуляторных функций в четыре года в полтора раза чаще бросали занятия спортом к шести годам, или так и не начинали им заниматься. Было обнаружено, что мальчики с высоким уровнем самоконтроля более склонны к занятиям командными видами спорта, а девочки – индивидуальными. Более сильное влияние индивидуальных видов спорта на формирование самоконтроля авторы объясняют тем, что внимание ребенка сконцентрировано на себе, у него меньше возможности «выключаться» из процесса тренировок и ему достается больше внимания тренера. Вместе с тем они предполагают, что на более поздних этапах, в школе, влияние командных видов спорта должно усилиться, так как в этот период тренеры начинают уделять больше внимания тактике игры, а не проработке отдельных технических элементов.

Регуляторные функции – модератор связи между развитием, функциональной физической подготовкой и успеваемостью детей

Косвенно данные упомянутых выше лонгитюдных исследований подтвердились и в работе швейцарской группы ученых (Oberer, Gashaj, Roebbers, 2018), которые проводили два замера: в детском саду и во II классе. Авторы обследовали детей с помощью Фланкер-теста (Eriksen, Eriksen, 1974), направленного на диагностику торможения и когнитивной гибкости. Уровень развития моторных навыков определялся в ходе выполнения трех заданий: бег

в течение шести минут (выносливость), прыжки в длину (сила), прыжки в стороны на небольшом коврике двумя ногами (ловкость). Дополнительно проводилась диагностика зрительно-моторной координации и навыков чтения и счета. В качестве ключевых результатов авторы отмечают, что в детском саду все три изучаемых процесса связаны между собой (регуляторные функции, моторные навыки, зрительно-моторная координация). При оценке их влияния на академическую успешность в школе было выявлено, что уровень регуляторных функций и зрительно-моторная координация являются значимыми предикторами, а физическая активность напрямую не влияет на продвижение ребенка в плане чтения и арифметики. Таким образом, авторы фиксируют, что регуляторные функции являются переменной-модератором между уровнем развития моторных навыков и академической успешностью. Эта же команда исследователей показала, что регуляторные функции и моторные навыки связаны друг с другом. Значимо положительная связь первых обнаружена и с математическими представлениями дошкольников. Разница состоит в том, что регуляторные функции (торможение, зрительно-пространственная рабочая память, переключение) больше связаны с символическими представлениями (в процессе диагностики ребенок должен был оперировать цифрами), а моторные навыки – с несимволическими (испытуемый оперировал количеством предметов) (Gashaj et al., 2019).

К аналогичным выводам пришли также исследователи из США (Chang, Gu, 2018), проводившие диагностику детей пяти–шести лет из неблагополучных районов Техаса. Регрессионный анализ показал, что моторные навыки являются предиктором уровня торможения, переключения и памяти, а они в свою очередь с высокой степенью надежности предсказывают развитие навыков чтения. Интересно, что в исследовании С. Хувен и соавт.

(Houwen et al., 2019) аналогичная гипотеза не подтвердилась. Авторы исследовали связь трех переменных: моторные навыки, регуляторные функции и объем пассивного словарного запаса у детей трех–четырёх лет. Авторы выдвигают несколько возможных объяснений: а) физическое развитие значимо влияет на психологическое только в первые три года жизни, а потом это влияние ослабевает; б) психологическое развитие движется скачкообразно, соответственно, характер связей между переменными может быть не стабилен в течение жизни; в) социальная среда (например, климат в семье) тоже может значимо влиять на характер связей (в данном исследовании факторы такого плана не контролировались).

Какая физическая подготовка эффективнее стимулирует развитие регуляторных функций?

Выше мы уже подчеркивали, что в рамках лонгитюдных исследований авторы выявили, что для уровня развития регуляторных функций у дошкольников более эффективны индивидуальные виды спорта под руководством тренера в отношении (по сравнению с командными играми и индивидуальными занятиями). Необходимо отметить ряд исследований, которые напрямую ставили перед собой цель сравнить значимость взаимосвязи регуляторных функций и физических нагрузок разного плана. Так, в швейцарском исследовании (Mauger, Roebers, 2019) авторы диагностировали уровень моторных навыков детей с помощью стандартной и усложненной версий заданий на скорость, силу и сохранение баланса тела. В результате связь между уровнем торможения, а также переключения с успешностью оказалась намного сильнее при выполнении более сложных упражнений по сравнению с обычными. Авторы склонны объяснять это тем, что уже в возрасте пяти лет многие несложные движения носят автоматический

характер, тогда как более сложные упражнения требуют повышенного самоконтроля и регуляции.

В аналитической работе А. Даймонд и Д.С. Линг (Dimond, Ling, 2016), посвященной обзору 84 исследований, касающихся развития регуляторных функций, сформулированы ключевые характеристики физической активности, которые позитивно влияют на уровень развития регуляторных функций дошкольников, а именно:

1) физическая активность, «не задействующая» регуляторный компонент (бег, прыжки, езда на велотренажере), не влияет на уровень регуляторных функций или влияет очень слабо;

2) лучше «работают» такие виды занятий, где сразу требуется комплекс разных умений (например, единоборства);

3) продолжительность занятий спортом значимо влияет на уровень регуляторных функций (5–7 дней тренинга работают лучше, чем 3–4 дня; 40 минут занятий оказывают большее воздействие, чем 20);

4) скучные упражнения имеют намного меньший эффект (или не имеют его вовсе) по сравнению с деятельностью, где есть когнитивный вызов (например, аэробные нагрузки «работают» хуже, чем тхэквондо);

5) намного большее воздействие оказывают виды спорта, где требуются планирование, концентрация, решение задач;

6) стресс, одиночество, неуверенность в себе, грусть оказывают угнетающее воздействие на регуляторные функции. Фактор отрицательных эмоций может свести на нет предполагаемый эффект от занятий спортом.

Говоря о влиянии систематических занятий спортом на уровень развития регуляторных функций, стоит отметить работу литовских авторов (Borkertiene, Zachariene, Stasiulis, 2019), где сравнивались две группы детей: из обычных школ, не занимающиеся спортом специально, и участники футбольного клуба в Каунасе

с опытом систематических тренировок от года до полутора (три раза в неделю по два часа). В результате диагностики с помощью автоматизированной нейропсихологической метрики (ANAM4) удалось показать, что у тренированных детей лучше развиты торможение, визуально-пространственная память, внимание, выше скорость реакции. Авторы связывают этот эффект в том числе с тем, что физическая нагрузка активизирует нейромедиаторы, например эpineфрин и дофамин, что приводит к интенсификации познавательных процессов. Хорошие результаты футбольных тренировок показаны и в швейцарском исследовании (Chang et al., 2013), где доказывается их влияние на уровень торможения.

Отдельно стоит упомянуть о формирующих экспериментах, где авторы проверяли эффективность разных типов нагрузки в рамках серии развивающих упражнений. Так, в работе К. Вильямс и Д. Бертельсен (Williams, Berthelsen, 2019) в дошкольных группах проводились занятия, которые включали следующие элементы: разминка; ритмичные движения, задействующие крупную моторику; танцы с более сложными двигательными паттернами, включающими в том числе «отзеркаливание»; рассказ истории, где для каждого персонажа (птица, рыба, кошка) характерен определенный ритм: дети должны были соотносить свои движения с персонажами рассказа и ударным звуком; расслабление, включающее элементы йоги. До и после тренинга диагностировался уровень рабочей зрительно-пространственной рабочей памяти, торможения, переключения, а также познавательной, поведенческой и эмоциональной саморегуляции. Авторам не удалось обнаружить статистически значимой разницы до и после тренинга в показателях рабочей памяти и торможения. Однако обнаружена значимая разница в уровне способности к переключению у мальчиков. Также, согласно опросам педагогов, значимо увеличился уровень

развития регуляторных функций всех трех типов у мальчиков и девочек в равной степени. В эксперименте же Дж. А. Бугос и Д. ДеМари (Bugos, DeMarie, 2017) после шестинедельного музыкального тренинга, включающего физические упражнения на координацию движений, показатели торможения значимо улучшились.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Сформулируем основные результаты проведенного обзора исследований, посвященных анализу связи регуляторных функций с показателями функциональной физической подготовки.

1. Связь между уровнем развития регуляторных функций и физической активностью носит двунаправленный характер: дети, имеющие более высокий уровень развития регуляторных функций в дошкольном возрасте, с большей вероятностью будут систематически и продолжительно заниматься спортом в школе; дети, занимающиеся спортом в детском саду, отличаются в положительную сторону в плане регуляторных функций от сверстников, которые им не занимаются. Однако здесь имеет значение много факторов: вид спорта (индивидуальный/групповой), сложность упражнений, наличие тренера, продолжительность, интенсивность, наличие когнитивных задач и эмоциональный компонент (Сагова, Донцов, 2018). В дошкольном возрасте более эффективны занятия индивидуальным видом спорта с тренером (например, единоборства, гимнастика, танцы, акробатика и др.). При этом сложность упражнений должна возрастать (так как при автоматизации движений необходимость в регуляторных функциях снижается), эмоциональный фон должен оставаться позитивным (стресс и разочарование подавляют регуляторные функции) и в них должен присутствовать когнитивный компонент (планирование, концентрация, решение задач) (Howard, Vella, Cliff, 2018;

Piché, Fitzpatrick, Pagani, 2012, 2015; Maurer, Roebbers, 2019; Diamond, Ling, 2016).

2. На основании проведенного анализа оказалось невозможно однозначно ответить на вопрос о том, какие именно компоненты регуляции больше связаны с физической нагрузкой, а какие меньше, поскольку это зависит от специфики упражнений. Отметим, однако, что навык торможения фигурирует в большинстве работ и, соответственно, мы располагаем большим объемом данных о значимой положительной связи торможения и уровня развития моторных навыков. Что касается видов памяти, то большинство исследований содержит информацию о значимой положительной связи уровня моторных навыков и визуально-пространственной памяти. Способность к переключению (или когнитивная гибкость) в большей степени связана с успешностью выполнения заданий на ловкость и может «откликаться» на систематические продолжительные занятия спортом.

3. Регуляторные функции оказываются модератором между физическими упражнениями и познавательным развитием (навыки счета, чтения, письма). Влияние этого фактора начинает становиться значимым с пяти-шести лет, в более раннем возрасте оно не установлено.

Объясняя значимость связи между физической нагрузкой и уровнем развития регуляторных функций, авторы выдвигают две ключевые гипотезы. Первая базируется на положении теории Ж. Пиаже о том, что познавательное и физическое развитие опираются друг на друга: хорошие моторные навыки позволяют ребенку более активно взаимодействовать с окружающей средой, что, в свою очередь, положительно сказывается на познавательном развитии (Piaget, Inhelder, 1966). Н. Оберер подчеркивает, что спорт не только предъявляет высокие требования к координации движений, но фактически заставляет ребенка

практиковать навыки регуляторных функций (планировать, удерживать цель, адаптироваться к изменяющимся условиям) (Oberer, Gashaj, Roebers, 2018). Вторая гипотеза имеет нейропсихологическую основу: данные говорят о том, что во время выполнения заданий методик, направленных на диагностику регуляторных функций и физических упражнений, активизируются одни и те же зоны коры головного мозга (Diamond, 2000).

В целом большинство исследователей склонны предполагать, что регулярная довольно интенсивная физическая нагрузка в дошкольном возрасте является существенным компонентом подготовки к школьному обучению при условии, что ребенку нравятся спортивные занятия, они вызывают позитивные эмоции, а также находятся в зоне ближайшего развития, т.е. предполагают постепенное усложнение и новизну упражнений.

1. Сагова З.А., Донцов Д.А. Исследование эмоционально-личностной сферы как регулятора функционального состояния юных спортсменов // Национальн. психол. журн. 2018. № 4. С. 96–108.
2. Anderson V. et al. (Development of executive functions through late childhood and adolescence: an Australian sample /Anderson V., Anderson R., Northam E., Jacobs R., Catroppa C. // *Dev. Neuropsychol.* 2001. N 20. P. 385–406. doi:10.1207/S15326942DN2001_5
3. Borkertiene V., Zachariene B., Stasiulis A. Soccer trained 6–11-year-old children demonstrate better executive function compared to untrained peers // *Neonat. Pediatr. Med.* 2019. V. 5. N 1. P.176. doi:10.4172/2572-4983.1000176
4. Bugos J. A., DeMarie D. The effects of a short-term music program on preschool children's executive functions // *Psychology of Music.* 2017. N 45(6). P. 855–867. doi:10.1177/0305735617692666
5. Cadavid-Ruiz N., del Rio P. An observational analysis of executive performance in school children // *Psychology in Russia: State of the Art.* 2018. V. 11 (3). P. 195–208. doi:10.11621/pir.2018.0314
6. Carson V. et al. Systematic review of physical activity and cognitive development in early childhood / Carson V., Hunter S., Kuzik N., Wiebe S.A., Spence J. C., Hinkley T. // *J. of Sci. and Medicine in Sport.* 2015. N 19. P. 573–578. doi:10.1016/j.jsams.2015.07.011
7. Chang M., Gu X. The role of executive function in linking fundamental motor skills and reading proficiency in socioeconomically disadvantaged kindergarteners // *Learn. and Indiv. Diff.* 2018. N 61. P. 250–255. doi:10.1016/j.lindif.2018.01.00
8. Chang Y. et al. The impacts of coordinative exercise on executive function in kindergarten children: an ERP study / Chang Y.K., Tsai Y.J., Chen T.T., Hung T.M. // *Exp. Brain Res.* 2013. N 225. P.187–196. doi:10.1007/s00221-012-3360-9
9. Coe D.P. et al. Effects of physical education and activity levels on academic achievement in children / Coe D.P., Pivarnik J.M., Womack C.J., Reeves M.J., Malina R.M. // *Med. Sci. in Sports Exercise.* 2016. N 38 (8). P. 1515–1519. doi:10.1249/01.mss.0000227537.13175.1b
10. Colcombe S., Kramer F. Fitness effects on the cognitive function of older adults: a meta-analytic study // *Psychol. Sci.* 2003. N 14(2). P. 125–130. doi:10.1111/1467-9280.t01-1-01430
11. Davis C.L. et al. Effects of aerobic exercise on overweight children's cognitive functioning / Davis C.L., Tomporowski P.D., Boyle C.A., Waller J.L., Miller P.H., Gregoski M. // *Research Quarterly for Exercise and Sport.* 2007. N 78 (5). P. 510–519. doi:10.1080/02701367.2007.10599450
12. Diamond A. Close interrelation of motor development and cognitive development and of the cerebellum and prefrontal cortex // *Child Devel.* 2000. N 71 (1). 44–56. doi:10.1111/1467-8624.00117
13. Diamond A., Ling D.S. Conclusions about interventions, programs, and approaches for improving executive functions that appear justified and those that, despite much hype, do not // *Devel. Cogn. Neurosci.* 2016. N 18. P. 34–48. doi:10.1016/j.dcn.2015.11.005
14. Dwyer T. et al. Relation of academic performance to physical activity and fitness in children / Dwyer T., Sallis J.F., Blizzard L., Lazarus R., Dean K. // *Pediatric Exercise Science.* 2001. N 13 (3). P. 225–237. doi:10.1123/pes.13.3.225
15. Eriksen B.A., Eriksen C.W. Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a nonsearch task // *Perception Psychophysics.* 1974. N 16. P. 143–149. doi:10.3758/BF03203267
16. Fedewa A.L., Ahn S. The effects of physical activity and physical fitness on children's achievement and cognitive outcomes: A meta-analysis // *Res. Quarterly Exerc. Sport.* 2011. N 82 (3). P. 521–535. doi:10.1080/02701367.2011.10599785
17. Gashaj V. et al. Individual differences in basic numerical skills: The role of executive functions and motor skills / Gashaj V., Oberer N., Mast F.W., Roebers C.M. // *J. Exp. Child Psychol.* 2019. N 182. P. 187–195. doi:10.1016/j.jecp.2019.01.021

18. Gioia G.A., Espy K.A., Isquith P.K. The behavior rating inventory of executive function-preschool version (BRIEF-P) // Odessa, FL: Psychol. Assessment Res. 2005. P. 27–34.
19. Greff J.W. et al. Effects of physical activity on executive functions, attention and academic performance in preadolescent children: a meta-analysis / Greff J.W., Bosker R.J., Oosterlaan J., Visscher Ch., Hartman E. // J. of Sci. and Medicine in Sport. 2018. N 21. P. 501–507. doi:10.1016/j.jsams.2017.09.595
20. Harrison L. et al. Child care and early education in Australia: the longitudinal study of Australian children (social policy research paper N 40) / Harrison L., Ungerer J., Smith G., Zubrick S., Wise S. // Canberra: Depart. of Families, Housing, Commun. Serv. and Indigenous Affairs. 2009. P. 157–173.
21. Henderson S.E., Sugden D.A., Barnett A.L. Movement Assessment Battery for Children-2: Movement ABC-2. L., UK: Psychol. Corporat., 2007. doi:10.1037/t55281-000
22. Hillman C.H. et al. Aerobic fitness and cognitive development: Event-related brain potential and task performance indices of executive control in preadolescent children / Hillman C.H., Buck S.M., Themanson J.R., Pontifex M.B., Castelli D.M. // Devel. Psychol. 2009. N 45 (1). P. 114–129. doi:10.1037/a0014437
23. Houwen S. et al. Identifying patterns of motor performance, executive functioning, verbal ability in preschool children: A latent profile analysis / Houwen S., Kamphorst E., van der Veer G., Cantell M. // Res. in Devel. Disability. 2019. N 84. P. 3–15. doi:10.1016/j.ridd.2018.04.002
24. Houwen S. et al. The relationship between motor performance and parent-rated executive functioning in 3- to 5-year-old children: What is the role of confounding variables? / Houwen S., van der Veer G., Visser J., Cantell M. // Hum. Movement Sci. 2017. N 53. P. 24–36. doi:10.1016/j.humov.2016.12.009
25. Howard S.J., Vella S.A., Cliff D.P. Children's sports participation and self-regulation: Bi-directional longitudinal associations // Early Childhood Res. Quart. 2018. N 42. P. 140–147. doi:10.1016/j.ecresq.2017.09.006
26. Jenni O.G. et al. Correlations between motor and intellectual functions in normally developing children between 7 and 18 years / Jenni O.G., Chaouch A., Cafilisch J., Rousson V. // Dev. Neuropsychol. 2013. N 38(2). P. 98–113. doi:10.1080/87565641.2012.733785
27. Kiphard E.J., Schillin, F. Körperkoordinationstest für Kinder: KTK. Weinheim: Beltz- Test, 2007.
28. Livesey D. et al. The relationship between measures of executive function, motor performance and externalising behaviour in 5- and 6-year-old children / Livesey D., Keen J., Rouse J., White F. // Hum. Movement Sci. 2006. N 25. P. 50–64. doi:10.1016/j.humov.2005.10.008
29. Maurer M.N., Roebers C.M. Towards a better understanding of the association between motor skills and executive functions in 5- to 6-year-olds: The impact of motor task difficulty // Hum. Movement Sci. 2019. N 66. P. 607–620. doi:10.1016/j.humov.2019.06.010
30. Miyake A. et al. The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex quot; frontal lobe quot; tasks: A latent variable analysis / Miyake A., Friedman N.P., Emerson M.J., Witzki A.H., Howerter A. // Cognit. Psychol. 2000. V. 41. P. 49–100. doi:10.1006/cogp.1999.0734
31. Moffitt T. et al. A gradient of childhood self-control predicts health, wealth, and public safety / Moffitt T., Arseneault L., Belsky D., Dickson N., Hancox R.J., Caspi A. // Proceedings of the Nation. Acad. of Sci. of the United States of America. 2011. V. 108. P. 2693–2698. doi:10.1073/pnas.1010076108
32. Montroy J.L. et al. The development of self-regulation across early childhood / Montroy J.L., Bowles R.P., Skibb L.E., McClelland M.M., Morrison F.J. // Devel. Psychol. 2016. V. 52. P. 1744–1762. doi:10.1037/dev000015
33. Oberer N., Gashaj V., Roebers C.M. Executive functions, visual-motor coordination, physical fitness and academic achievement: Longitudinal relations in typically developing children // Hum. Movement Sci. 2018. N 58. P. 69–79. doi:10.1016/j.humov.2018.01.003
34. Oberer N., Gashaj V., Roebers C.M. Motor skills in kindergarten: Internal structure, cognitive correlates and relationships to background variables // Hum. Movement Sci. 2017. N 52. P. 170–180. doi:10.1016/j.humov.2017.02.002
35. Piaget J., Inhelder B. La psychologie de l'enfant [The psychology of the child] // Paris, France: Presses Universitaires de France, 1966.
36. Piché G., Fitzpatrick C., Pagani L.S. Associations between extracurricular activity and self-regulation: A longitudinal study from 5 to 10 years of age // Amer. J. of Health Promotion. 2015. V. 30. P. 32–40. doi:10.4278/ajhp.131021-QUAN-537
37. Piché G., Fitzpatrick C., Pagani L.S. Kindergarten self-regulation as a predictor of body mass index and sports participation in fourth grade students // Mind Brain and Educat. 2012. N 6. P. 19–26. doi:10.1111/j.1751-228X.2011.01132.x
38. Pitchford N.J. et al. Fine motor skills predict maths ability better than they predict reading ability in the early primary / Pitchford N.J., Papini C., Outhwaite L.A., Gulliford A. // Front. Psychol. 2016. doi:10.3389/fpsyg.2016.00783

39. *Planinsec J., Piset R.* Motor coordination and intelligence level in adolescents // *Adolescence*. 2006. N 41 (164). P. 667–676.
40. *Ponitz C.* et al. A structured observation of behavioral self-regulation and its contribution to kindergarten outcomes / Ponitz C., McClelland M., Matthews S., Morrison F. // *Devel. Psychol.* 2009. N 45 (3). P. 605–619. doi:10.1037/a0015365
41. *Roebers C.M., Kauer M.* Motor and cognitive control in a normative sample of 7-year-olds // *Dev. Sci.* 2009. N 12 (1). P. 175–181. doi:10.1111/j.1467-7687.2008.00755.x
42. *Rojas N.* et al. The association of peer behavioral regulation with motor-cognitive readiness skills in preschool / Rojas N., Yoshikawa H., Morris P., Kamboukos D., Dawson-Mcclure S., Brotman L. // *Early Childhood Res. Quart.* 2020. N 51. P. 153–163. doi:10.1016/j.ecresq.2019.10.002
43. *Röthlisberger M.* et al. Executive functions: Underlying cognitive processes and their correlates in late preschool children. / Röthlisberger M., Neuenschwander R., Michel E., Roebers C.M. // *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*. 2010. V. 42 (2). P. 99–110. doi:10.1026/0049-8637/a000010
44. *Schmid C., Zoelch C., Roebers C.M.* Das Arbeitsgedächtnis von 4- bis 5-jährigen Kindern // *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*. 2008. N 40 (1). P. 2–12. http://dx.doi.org/10.1026/0049-8637.40.1
45. *Sibley B.A., Etmier J.L.* The relationship between physical activity and cognition in children: a meta-analysis // *Pediatr. Exerc. Sci.* 2003. N 15 (3). P. 243–256. doi:10.1123/pes.15.3.243
46. *Van der Fels I.M.* et al. The relationship between motor skills and cognitive skills in 4–16-year-old typically developing children: A systematic review / van der Fels I. M.J., te Wierike S.C.M., Hartman E., Elferink-Gemser M.T., Smith J., Visscher Ch. // *J. of Sci. and Medicine in Sport*. 2015. N 18. P. 697–703. doi:10.1016/j.jsams.2014.09.007
47. *Verburgh L.* et al. Physical exercise and executive functions in preadolescent children, adolescents and young adults: a meta-analysis / Verburgh L., Königs M., Scherder E.J., Oosterlaan J. // *Sports Med.* 2014. N 48 (12). P. 973–979. doi:10.1136/bjsports-2012-091441
48. *Williams K.E., Berthelsen D.* Implementation of a rhythm and movement intervention to support self-regulation skills of preschool-aged children in disadvantaged communities // *Psychol. of Music*. 2019. N 47 (6). P. 800–820. doi:10.1177/0305735619861433
49. *Willoughby M.T., Wylie A.C., Catellier D.J.* Testing the association between physical activity and executive function skills in early childhood *Early Childhood Res. Quart.* 2018. N 44. P. 82–89. doi:10.1016/j.ecresq.2018.03.004
50. *Zelazo P.D.* The Dimensional Change Card Sort (DCCS): A method of assessing executive function in children // *Nature Protocols*. 2006. V. 1. N 1. P. 297–301. doi:10.1038/nprot.2006.46
51. *Zoelch C., Seitz K., Schumann-Hengsteler R.* From rag (bags) to riches: Measuring the developing central executive Young children's cognitive development: Interrelationships among executive functioning, working memory, verbal ability and theory of mind / Schneider W., Schumann-Hengsteler R., Sodian B. (eds). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2005. P. 39–69.

References in Russian:

1. *Sagova Z.A., Dontsov D.A.* Issledovanie e'mocional'no-lichnostnoj sfery' kak reguljatora funkcional'nogo sostoyaniya yuny'x sportsmenov [Research of the emotional and personal sphere as a regulator of the functional state of young athletes] // *Nacionaln. psichol. zhurn.* 2018. N 4. S. 96–108.

Поступила в редакцию 16. III 2020 г.