

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА МОТОРНОЕ РАЗВИТИЕ
СОВРЕМЕННЫХ ДЕТЕЙ 5 — 10 ЛЕТ

Парфентьева О.И.¹, Бондарева Э.А.¹, Макарова Л.В.², Параничева Т.М.², Соськин В.Д.²

FACTORS AFFECTING MOTOR DEVELOPMENT
OF 5-TO-10 YEARS OLD CHILDREN

Parfenteva O. I. ¹, Bondareva E. A. ², Makarova L.V. ³, Paranicheva T.M. ³, Son'kin V.D. ³

¹Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова
Lomonosov Moscow State University

²Федеральный научно-клинический центр Физико-химической
медицины ФМБА России
Federal Research and Clinical Center of Physical-Chemical Medicine
Federal Medical Biological Agency

³Институт возрастной физиологии РАО
Institute of Developmental Physiology Russian Academy of Education

 РЕЗЮМЕ

Задачей настоящей работы было определить степень влияния эколого-географических и социально-экономических факторов на показатели физического и моторного развития 3700 детей 5-10 лет из 5 регионов Российской Федерации. Физическое развитие оценивали по показателям массы и длины тела, рассчитывали индекс массы тела. Моторное развитие оценивали по результатам двигательных тестов: прыжок в длину с места, скорость быстрого бега (дистанция 30м), скорость медленного бега (6-минутный бег). Результаты этих тестов рассматривались как в абсолютном выражении, так и в виде удельных величин, нормированных по длине тела испытуемого. Показано, что пол и возраст оказывают влияние на некоторые удельные показатели моторного развития. Полученные факторные веса эколого-географических и социо-экономических характеристик региона с суммарным влиянием на уровне 8-10% от общей дисперсии рассмотренных признаков, с одной стороны, говорят о том, что морфофункциональное

развитие детей 5-10 лет чувствительно по отношению к такого рода факторам, но с другой стороны демонстрируют не слишком большой уровень их влияния на показатели развития и здоровья детей. Значительно большим влиянием – свыше 90% от общей дисперсии признаков в выборке – обладают неучтенные нами факторы и сложные межсистемные связи, скорее всего обусловленные наследственностью, а также, возможно, педагогическими технологиями физического воспитания, применяемыми в детском саду и начальной школе. Важным фактором влияния на некоторые показатели моторного развития является индекс массы тела как выражение метаболического статуса организма. Несмотря на наличие региональных различий, в целом закономерности возрастной динамики физического и моторного развития соблюдаются во всех регионах, что, вероятно, может означать сохранение биосоциального благополучия исследованных популяций.



КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

дети 5-10 лет; физическое развитие; моторное развитие; индекс массы тела; удельные показатели моторного развития; эколого-географические факторы; социо-экономические факторы; пол; возраст; предикторы.



ВВЕДЕНИЕ

Старший дошкольный и младший школьный возраст (период «второго детства» по В.В.Бунаку) – это время первичной социализации, адаптации ребенка к огромному разнообразию факторов окружающего мира, становления адаптивных ресурсов юного организма [Физиология развития ребенка..., 2010]. Наблюдение за этими процессами имеет самостоятельное значение в рамках проблем ауksологии [Aukhology, 2013], а также позволяет выявлять как позитивные, так и нежелательные тенденции в физическом и моторном развитии представителей детской популяции [Организация и оценка ..., 2005]. Исследования уровня развития двигательных навыков и их связь с комплексом эндогенных и экзогенных факторов у детей дошкольного и младшего школьного возраста активно проводятся во всем мире [Zeng et al., 2017; Bolger et al., 2021]. Общепринятое мнение сводится к тому, что физическое и моторное развитие детей может выступать не только как важный показатель здоровья, но и как индикатор социально-гигиенического и экономического благополучия региона [Стандарты физического развития, 2017], где дети проживают. Однако, насколько такие связи значимы, а прогноз на их основании надежен – фактически не известно. Проверить это можно только в процессе сопоставления данных о физическом и моторном развитии детей, полученных в разных

регионах страны, различающихся географо-экологическими и социально-экономическими характеристиками.

Популяционные исследования, результаты которых представлены в настоящем сообщении, были проведены Институтом возрастной физиологии РАО по заданию Министерства просвещения РФ осенью 2019г., то есть до возникновения в мире эпидемиологических проблем, связанных с COVID19. Мониторинг охватывал образовательные учреждения 5 регионов Российской Федерации и выполнялся по стандартизированной методике. Для оценки физического развития использованы традиционные показатели длины и массы тела, а также индекс массы тела (ИМТ), активно применяемый в настоящее время [Tyson, Frank, 2017]. Моторное развитие оценивали по результатам двигательных тестов, из которых в данном сообщении рассмотрены три: прыжок в длину с места, скорость быстрого бега (спринта, дистанция 30м), скорость медленного бега (стайа, 6-минутный бег). Результаты этих тестов рассматривались как в абсолютном выражении, так и в виде удельных величин, нормированных по длине тела испытуемого [Сонькин, 2017]. Такой способ представления результатов двигательных тестов снижает влияние возрастных антропометрических и биомеханических изменений, что позволяет выявлять глубинные качественные преобразования моторной функции [Сонькин и др., 2021].

Среди факторов, способных влиять на динамику физического и моторного развития, мы учитывали географические (регион проживания, географическая широта, климатические факторы), социально-экономические (город/село, индекс социального развития региона), а также пол, возраст и влияние ИМТ на развитие проявлений моторики.

Задачей работы было определить степень влияния выделенных факторов на показатели физического и моторного развития детей 5-10 лет из 5 регионов Российской Федерации.



МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В ходе поперечного обсервационного исследования были оценены характеристики физического развития детей в возрасте 5-10 лет. Измерялись длина и масса тела. Измерение длины и массы тела проводилось в положении стоя по стандартной методике [Петеркова, 2017]. Рассчитывался индекс массы тела. Была проведена диагностика двигательной подготовленности ребенка и оценены его скоростные и скоростно-силовые способности. На основе полученных данных были рассчитаны относительные показатели физического и моторного развития детей по следующим формулам:

$$\text{Скорость спринта (СкСп)} = 30 \text{ (м)} / \text{Бег30м (с)} - \text{м/с}$$

Скорость ста́я (СкСт) = бмин. Бег (м) / 360 (с) – м/с

Удельная длина прыжка (УДП) = Длина прыжка (см) / Длина тела (см)

Удельная скорость спринта (УСкСп) = Скорость спринта (м/с) / Длина тела (м)

Удельная скорость ста́я (УСкСт) = Скорость ста́я (м/с) / Длина тела (м).

Были получены первичные данные о физическом развитии 4200 детей в возрасте 5-10 лет.

Материал был разделен на возрастные группы согласно следующему принципу: к 5 летним детям относились обследованные в возрасте до 5 лет до 5 лет 5 месяцев и 29 дней; к 6-летним детям – от 5 лет 6 месяцев до 6 лет 5 месяцев и 29 дней и т.д. Первичные данные, включающие 4200 уникальных измерений детей в возрасте от 5 до 10 лет были получены в 5 регионах Российской Федерации: Московской, Новосибирской, Калининградской, Архангельской и Пензенской областях.

Перед формированием базы данных были использованы следующие критерии исключения: масса тела < 12,1 кг, длина тела < 95,2 см, ИМТ < 12 и >35 кг/м², бег 30 м < 5,4 секунд, прыжок с места > 170 см и < 50 см, 6 минутный бег <300 и > 1500 м. После формирования базы данных были исключены дубликаты измерений. Наличие экстремальных значений и грубых ошибок измерения оценивалось графически, а также с помощью стандартизированных оценок. Те значения, для которых стандартизированная оценка была выше 6, были классифицированы как ошибочные и исключены из анализа. Стандартизированная оценка показателей моторного развития высчитывалась для девочек и мальчиков из каждой возрастной группы отдельно. Антропометрические данные были стандартизированы с помощью метода LMS. Метод LMS использует степенное экспоненциальное преобразование Бокса-Кокса: z-оценка=((y/M)^L-1)/LS, где y – экспериментально полученное значение, M – среднее значение детей Россиян (Руднев и др., 2014), S и L – параметры скалирования (Руднев и др., 2014).

Перед удалением значений были оценены гистограммы распределения и диаграммы «с усами», которые подтвердили, что измерения, которым соответствовала стандартизированная оценка выше 6, являлись ошибочными. Итоговая (очищенная) база данных содержала 3700 наблюдений детей в возрасте от 5 до 10 лет. Проводился разведочный анализ данных, который включал анализ распределения и гомогенности дисперсий.

Статистический анализ был выполнен в компьютерной среде R, версия 3.5.1 [RStudio Team, 2015]. Парные сравнения переменных проводились с помощью однофакторного дисперсионного анализа, критериев Манн-Уитни (для количественных признаков с распределением, отличным от нормального) и критерия хи-квадрат (для категориальных признаков).

Отбор информативного комплекса факторов (предикторов) осуществлялся с помощью регрессии с регуляризацией (package «glmnet») случайного леса (package «Random.Forest») и алгоритма Boruta из пакета «Boruta». Сравнительная точность прогноза оценивалась по коэффициенту детерминации (R^2), среднеквадратичной ошибке (RMSE) и средней абсолютной ошибке (MAE).

В качестве поправки на множественное тестирование была использована поправка Бонферрони (p -значение $< 1 \times 10^{-3}$). Исходная выборка была разделена на обучающую и контрольную. Валидация результатов, полученных на обучающей выборке ($N=3148$), проводилась на контрольных данных ($N=552$).

РЕЗУЛЬТАТЫ

В 2019 году было измерено 1198 девочек и 1195 мальчиков. В 2020 году было измерено 660 девочек и 647 мальчиков. Из них было 1137 человек в возрасте 5 лет, 1111 – 6 лет, 444 – 7 лет, 139 – 8 лет, 721 – 9 лет и 148 – 10 лет. Доля девочек в каждой возрастной группе варьировала от 48 до 51%. В таблице 1 представлена численность обследованных по 5 регионам Российской Федерации. В обследованную выборку вошли дети как из больших (население более 100 тыс. человек) и крупных городов (население более 250 тыс. человек), так и сельских районов.

В таблице 2 приведены перцентильные стандарты ИМТ обследованных

Область	Место жительства	Численность	Общая численность
Архангельская	Город	378	510
	Село	132	
Калининградская	Город	584	746
	Село	162	
Московская	Город	1110	1253
	Село	143	
Новосибирская	Город	480	509
	Село	29	
Пензенская	Город	634	682
	Село	48	

Таблица 1. Количество обследованных в 5 регионах РФ

детей из 5 регионов РФ на фоне нормативных значений ВОЗ [Onis et al., 2007] и российской популяции [Руднев и др., 2014].

Возраст, лет	Девочки						Мальчики					
	Перцентили											
	3-й	25-й	50-й	75-й	85-й	97-й	3-й	25-й	50-й	75-й	85-й	97-й
	Полученные данные, 2019-2020 года											
5	13,2	14,4	15,4	16,3	17,1	19,3	13,5	14,6	15,4	16,4	17,0	19,4
6	12,8	14,4	15,3	16,4	17,2	20,7	13,2	14,7	15,4	16,5	17,4	19,7
7	13,0	14,4	15,4	16,7	17,4	20,8	13,4	14,5	15,5	16,8	17,6	21,5
8	13,3	15,0	16,1	17,8	18,9	21,1	13,3	14,8	16,1	18,5	19,5	21,6
9	13,1	15,0	16,0	17,8	18,8	21,5	13,4	15,3	16,8	18,4	19,7	23,5
10	13,4	15,3	16,6	18,4	19,9	21,8	14,1	15,7	17,7	19,5	20,2	24,8
	Нормативные значения общероссийской популяции [Руднев и др., 2014]											
5	12,4	13,9	15,1	16,7	-	22,5	13,1	14,5	15,5	16,8	-	20,8
6	12,5	14,1	15,3	17	-	23,1	13	14,5	15,6	17	-	21,3
7	12,8	14,4	15,8	17,6	-	24,3	13,1	14,7	16,5	17,5	-	22,4
8	13	14,7	16,1	18,1	-	25,2	13,4	15,1	17	18,3	-	24,1
9	13,3	15,1	16,1	18,1	-	25,2	13,6	15,5	17,6	19,1	-	25,9
10	13,5	15,5	16,6	18,7	-	26,2	13,8	15,9	18,1	19,8	-	27,7
	Нормативные значения ВОЗ [Onis et al., 2007]											
5	12,9	14,3	15,2	16,3	16,9	18,6	13,1	14,4	15,3	16,2	16,7	18,1
6	12,8	14,3	15,3	16,4	17,1	18,9	13,2	14,5	15,3	16,3	16,8	18,3
7	12,9	14,4	15,4	16,6	17,4	19,4	13,3	14,6	15,5	16,5	17,1	18,8
8	13	14,6	15,7	17	17,8	20,2	13,4	14,8	15,7	16,8	17,5	19,4
9	13,3	14,9	16,1	17,5	18,4	21,1	13,6	15,1	16	17,2	18	20,1
10	13,6	15,4	16,6	18,2	19,1	22,1	13,9	15,4	16,4	17,7	18,6	21

Таблица 2. Значения ИМТ, определяющие границы соответствующих перцентилей обследованных детей из 5 регионов РФ, на фоне нормативных значений ВОЗ [Onis et al., 2007] и российской популяции [Руднев и др., 2014]

На рисунке 1 представлены величины показателя ИМТ, распределенные по перцентильным группам, на фоне нормативных данных ВОЗ [Onis et al., 2007] и российской популяции [Руднев и др. 2014]. Были выбраны следующие перцентильные группы: 3-й (недостаток массы тела), 50-й (медиана), 75-й-перцентиль (избыток массы тела) и 97-й перцентиль (ожирение). Нижние границы вариации ИМТ (3%) у девочек и мальчиков

были выше нормативных значений ВОЗ и значений, полученных Рудневым и коллегами [2014]. Эти различия сглаживаются в возрасте 8-9 лет. В области повышенных значений ИМТ наблюдалась обратная картина: нормативные значения, полученные Рудневым и коллегами [2014], были значимо выше, при этом, с возрастом эта разница увеличивалась. Верхние границы вариации ИМТ, полученные Рудневым и коллегами в 2014 году, были выше значений ИМТ, полученных специалистами ВОЗ в 2006, что может говорить об увеличении распространенности избыточного веса и ожирения среди детей, проживающих в Российской Федерации. При этом, верхние вариации ИМТ (97-й перцентиль) у обследованных мальчиков были ближе к нормативным значениям, полученным Рудневым и коллегами [2014]. В то время, как верхние вариации ИМТ у девочек были ближе нормативным данным ВОЗ [Onis et al., 2007].

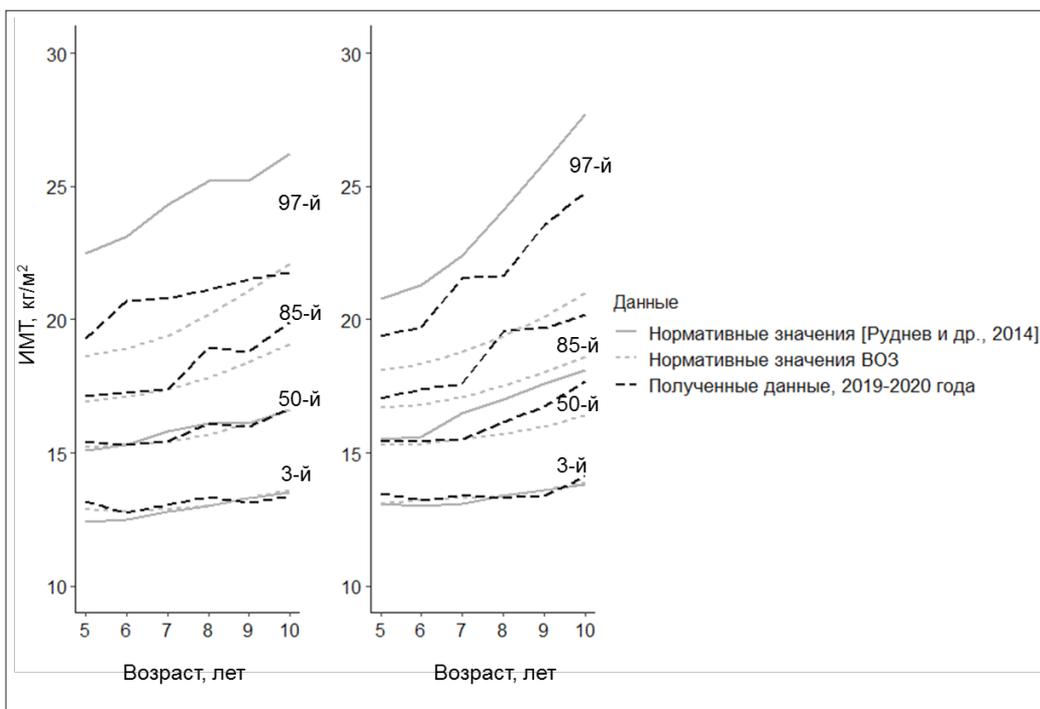


Рисунок 1. Перцентильные стандарты ИМТ обследованных детей (черная пунктирная линия) на фоне нормативных значений Российской популяции [Руднев и др., 2014] (серая сплошная линия) и значений ВОЗ (серая пунктирная линия)

В таблице 3 приведены медианные показатели моторного развития детей из 5 регионов РФ.

Характеристика обследованной выборки по показателю индекса массы тела.

Как известно, величина ИМТ позволяет выявить дефицит и избыток массы тела. За основу классификации нами были приняты 2 схемы, реко-

Возраст, лет	Бег 30 м, секунды	Прыжок в длину, см	6-минутный бег, м	Скорость спринта, м/с	Скорость стаи, м/с	УСкСп	УСкСт	УДП
Мальчики								
5	8,40	95,00	710,00	3,57	1,97	3,17	1,77	0,83
6	8,00	105,00	770,00	3,75	2,14	3,24	1,81	0,91
7	7,10	116,00	840,00	4,23	2,33	3,42	1,88	0,94
8	6,70	126,00	840,00	4,48	2,33	3,34	1,74	0,96
9	6,40	133,00	900,00	4,69	2,50	3,53	1,87	0,99
10	6,20	135,00	950,00	4,84	2,64	3,39	1,87	0,97
Девочки								
5	8,40	97,00	700,00	3,57	1,94	3,17	1,77	0,85
6	7,90	100,00	739,00	3,80	2,05	3,26	1,75	0,87
7	7,20	111,00	800,50	4,17	2,22	3,40	1,81	0,92
8	6,80	120,50	820,00	4,41	2,28	3,37	1,72	0,91
9	6,50	130,00	800,00	4,62	2,22	3,45	1,70	0,96
10	6,30	140,00	935,00	4,76	2,60	3,44	1,87	1,00

Таблица 3. Медианные значения показателей моторного развития мальчиков и девочек из 5 регионов РФ

мендованные Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ), на основе перцентильных стандартов и z-оценок ИМТ нормированных относительно возраста и пола. Дефицит массы был классифицирован в случае, если ИМТ был ниже 3 перцентиля, избыточным весом характеризовались дети, чьи значения ИМТ лежали между 85 и 97 перцентильями, ожирением – выше 97 перцентиля. В качестве нормативов были использованы данные ИМТ, полученные Рудневым и др. [2014] для российской популяции, и ВОЗ, полученные в результате обследования детей из Ганы, США, Бразилии, Индии, Норвегии, Омана [Onis et al., 2007]. В таблице 4 представлена характеристика обследованных групп детей по возрастам в отношении дефицита и избытка массы тела, а также ожирения. Количество обследованных детей с дефицитом массы тела равномерно распределено в возрастных группах и не превышает 6%. Число обследованных детей с повышенными значениями ИМТ возрастало к 8 годам, как у девочек, так и у мальчиков.

Количество обследованных детей с дефицитом массы тела, избыточным весом и ожирением было равномерно распределено по 5 регионам. Среди обследованных детей, проживающих в сельской местности, распространённость избыточного веса и ожирения составила 13%, в то время, как среди городского населения этот процент был ниже и составил 10%. Однако выявленные различия статистически не значимы ($p=0,06$).

Возраст, лет	Численность	Дефицит массы тела		Избыток по массе	Ожирение	
		ИМТ < 3 перцентиля		ИМТ 85-97	ИМТ > 97 перцентиля	
		ВОЗ	Руднев	ВОЗ	ВОЗ	Руднев
Девочки						
5	267	2	0	19	7	1
6	409	4	1	11	9	1
7	501	2	2	8	6	1
8	63	2	2	21	5	0
9	291	3	4	13	3	0
10	66	6	6	17	5	2
Мальчики						
5	241	1	1	12	8	1
6	359	2	1	12	7	1
7	496	2	1	13	9	2
8	62	5	5	16	19	2
9	330	5	5	18	15	1
10	63	5	5	23	12	2

Таблица 4. Частота встречаемости (%) обследованных детей с пограничными значениями ИМТ на фоне нормативных данных ВОЗ и российской популяции

Географическая изменчивость показателей физического и моторного развития детей.

В целом, в обследованной выборке детей не наблюдалось значимых региональных различий по ИМТ (рис. 2). В группе девочек 6 и 10 лет из Новосибирской области наблюдались сниженные значения ИМТ по сравнению с их сверстницами из других регионов.

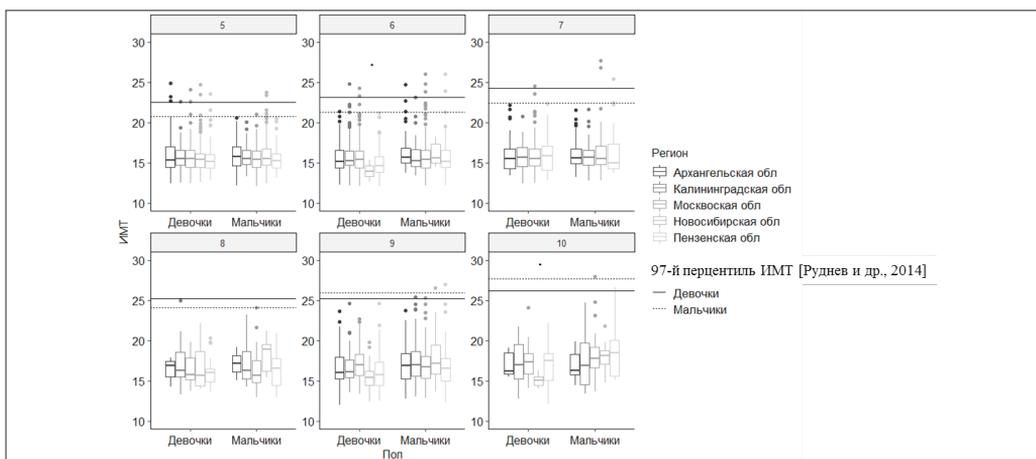


Рисунок 2. Значения ИМТ обследованных детей 5-10 лет из 5 регионов РФ на фоне нормативных значений [Руднев и др., 2014]

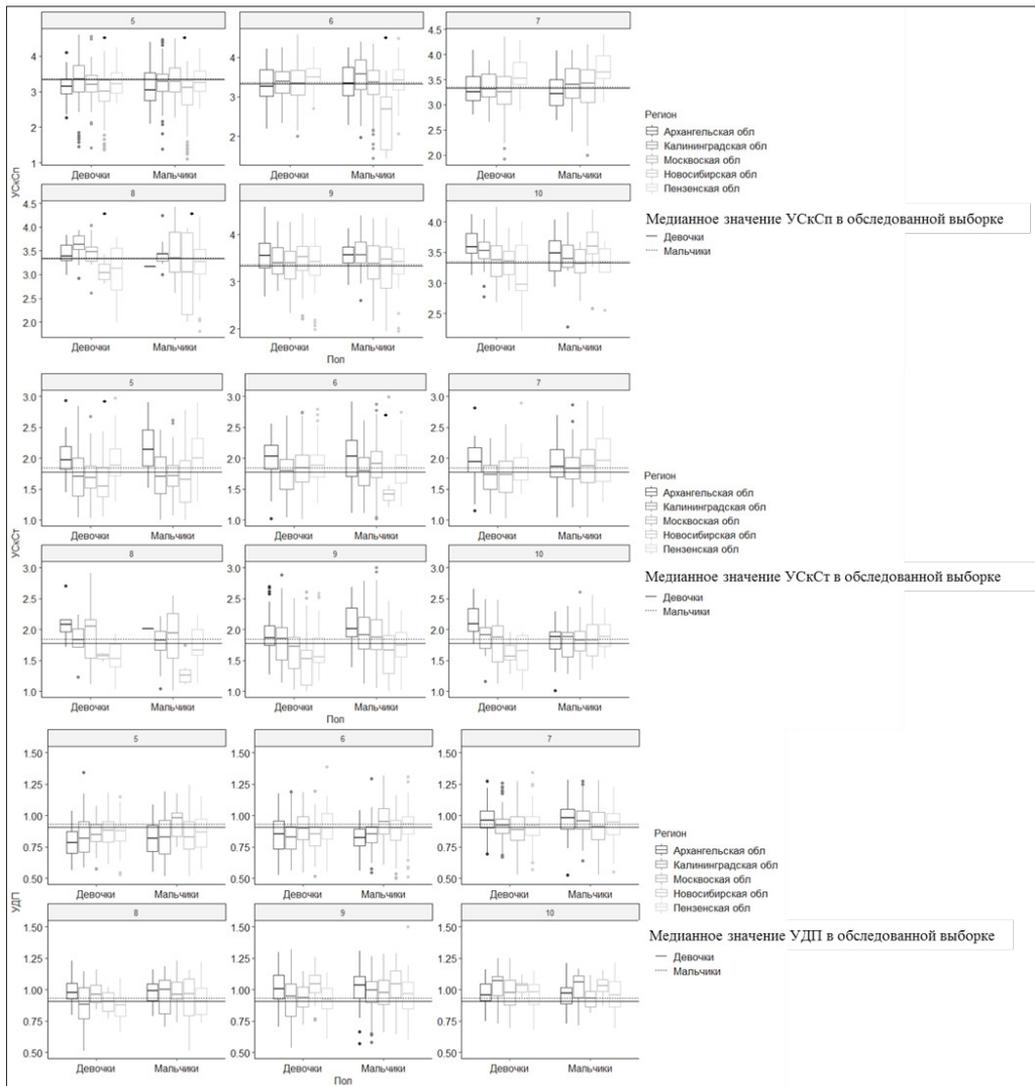


Рисунок 3 Значения удельной скорости спринта (УСкСп), удельной скорости стаи (УСкСт), удельной длины прыжка (УДП) обследованных детей 5-10 лет из 5 регионов РФ. * - значимые различия при р-значении $< 1 \times 10^{-3}$

По показателям моторного развития обследованные дети из Новосибирской области обладали худшими показателями вплоть до 9-10 лет, затем они сглаживались, и не отличались от других обследованных групп (рис. 3).

По показателям моторики мы видим высокую вариативность и значимые межрегиональные различия, анализ которых может представлять интерес.

Отбор ведущих предикторов для предсказания ИМТ и показателей моторного развития детей.

Для определения причин такой вариативности показателей моторики обследованных детей был оценен вклад различных факторов в общую

изменчивость исследуемых показателей физического и моторного развития. При построении моделей были учтены географические (географическая широта, среднегодовая температура, инсоляция), социальные и экономические факторы (индекс социального развития инфраструктуры региона, средняя зарплата по региону), половозрастные особенности, а также ИМТ в случае предсказания показателей моторного развития. Результаты представлены на рисунке 4.

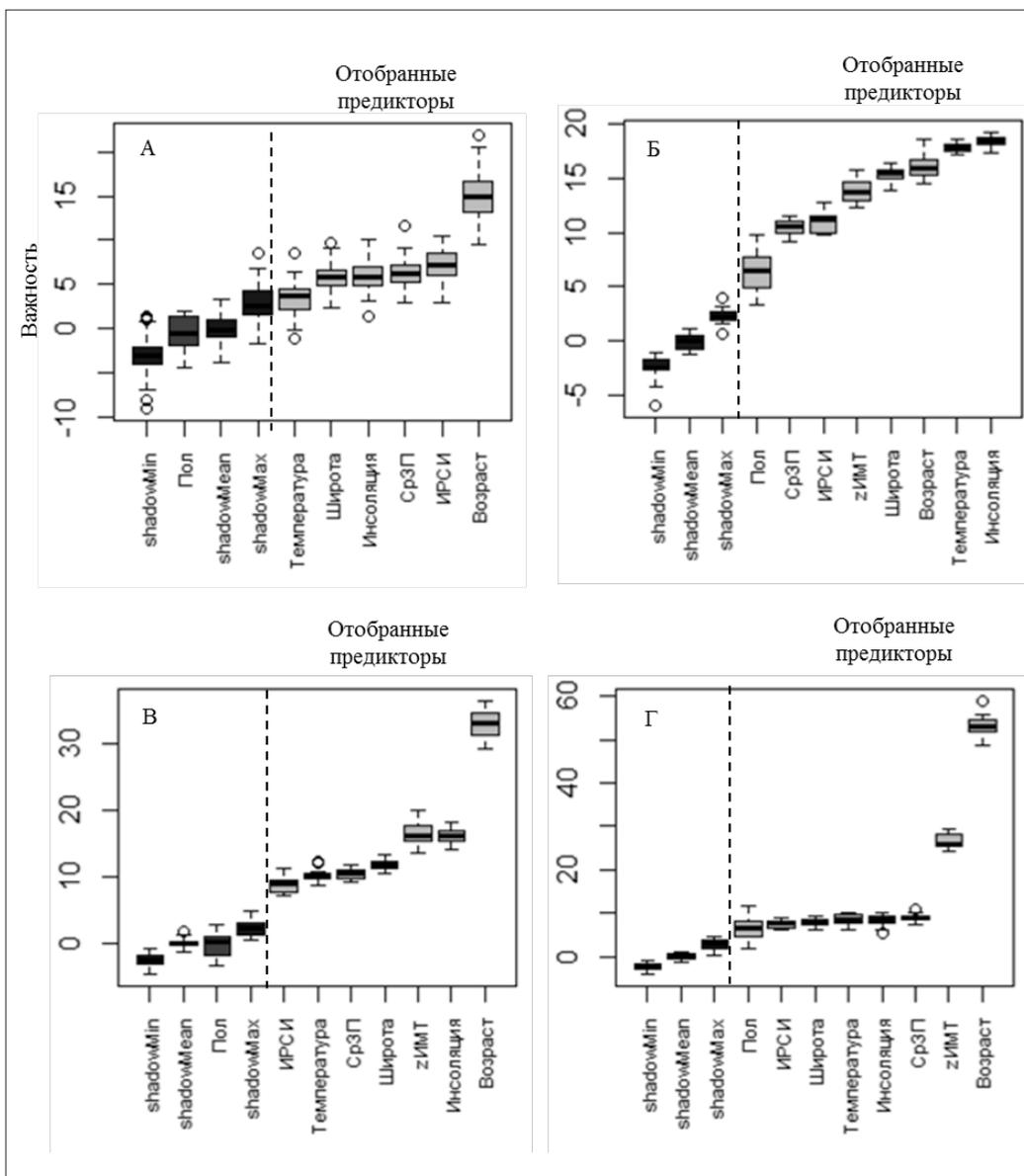


Рисунок 4. Ранжирование факторов (предикторов) с использованием алгоритма «Voruta» для показателей: индекса массы тела (А); удельной скорости стаи (Б), удельной скорости спринта (В), удельной длины прыжка (Г) обследованных детей 5-10 лет из 5 регионов РФ

Наибольшее влияние на индекс массы тела оказывал возраст испытуемых, остальные факторы вносили одинаковый вклад.

Наибольшее влияние на показатель удельной скорости стайа оказывали географические факторы, возраст и социально-экономические факторы. Пол испытуемых оказывал меньшее влияние.

Выбранные методы отбора ведущих предикторов показали схожие результаты, при этом точность прогноза как на обучающих данных, так и на контрольных данных была одинаковой. Указанные факторы (предикторы) объясняли только 10% изменчивости данного показателя, что говорит о влиянии неучтенных в данном анализе факторов, например, количестве часов физкультуры, образе жизни или социально-экономическом статусе семьи испытуемого.

Наибольшее влияние на показатель удельной скорости спринта оказывал возраст. Индекс развития социальной инфраструктуры, географические факторы и антропометрические особенности оказывали меньшее влияние. Половая принадлежность не была отобрана методами селекции как значимый предиктор. Указанные предикторы, как и в предыдущем случае, объясняли только 8% изменчивости, что также говорило о преобладании влияния неучтенных факторов.

Ведущим предиктором для прогнозирования показателя удельной длины прыжка являлся возраст испытуемых, остальные предикторы вносили одинаковый вклад в изменчивость данного показателя. Предсказательная способность моделей в случае удельной длины прыжка, как и в предыдущих случаях, была низкой. Указанные факторы объясняли 9% изменчивости данного признака.

Влияние половозрастных особенностей на показатели физического и моторного развития детей

В целом, в обследованной выборке мальчики независимо от возраста обладали более высокими показателями, отражающими тотальные размеры тела (рис. 5А). Наибольшая разница наблюдалась в возрасте 5, 7 и 9 лет (рис. 5Б). Необходимо заметить, что девочки были в среднем выше, чем их сверстницы, измеренные ранее Рудневым и коллегами [Руднев и др., 2014], в то время, как у мальчиков эта разница была ниже (рис. 5 В).

На рисунке 6 представлены скорости изменения тотальных размеров тела обследованных детей в возрасте от 5 до 7 лет. Для детей, посещающих детский сад, мы имели результаты предыдущего (год назад) измерения длины и массы тела, при том что измерения проводились раз в год: либо в начале учебного года, либо в конце. Скорость изменения рассчитывалась у детей 5 – 7 лет. Для возрастных групп 8 -10 лет данные предыдущих измерений отсутствовали, и вычислить скорость изменений не было возможности. Как видно из рисунка 6, скорость изменения длины и массы

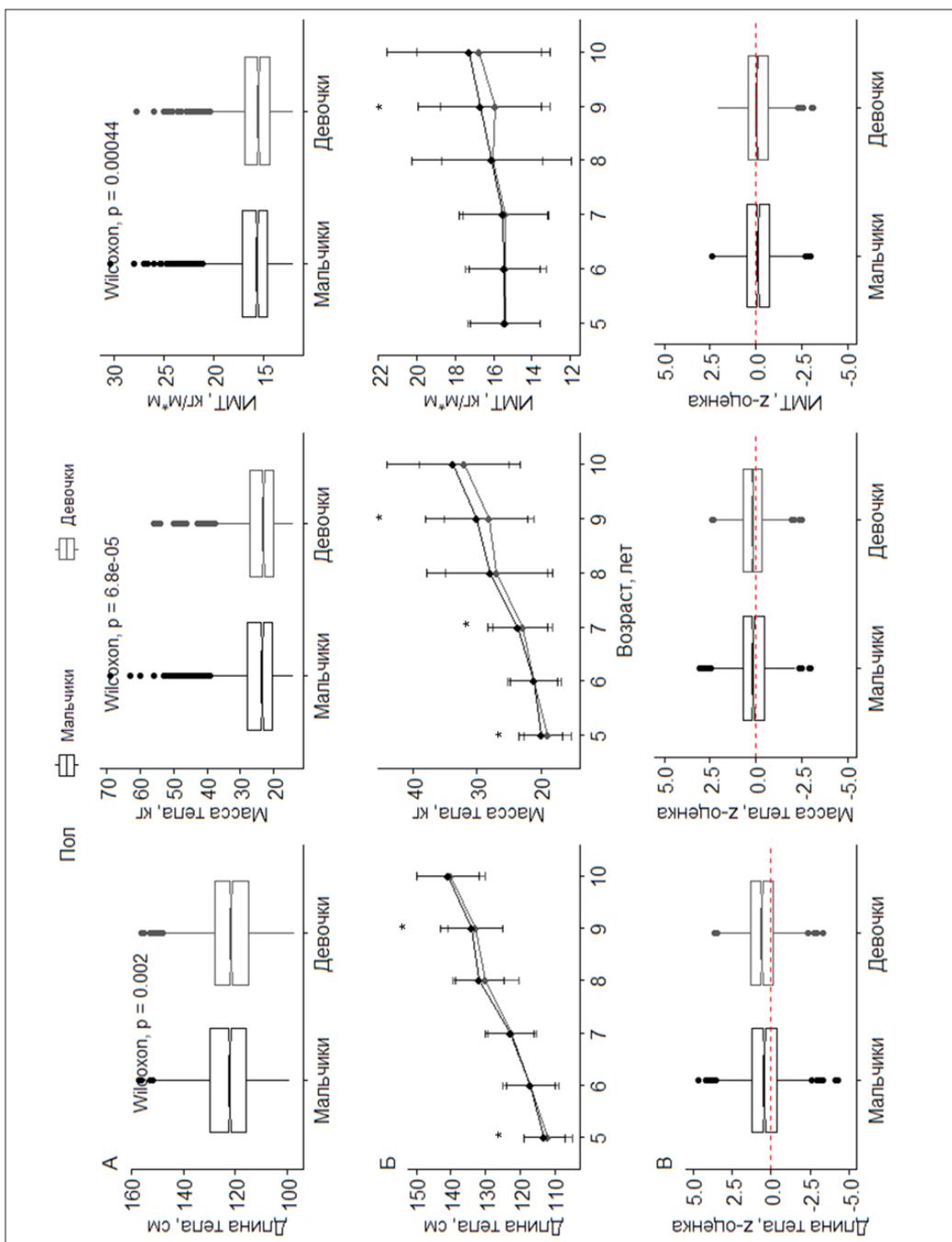


Рисунок 5. Влияние пола и возраста на тотальные размеры тела детей из 5 регионов РФ. А – двухфакторный (Пол x Возраст) сравнительный анализ мальчиков (черный) и девочек (серый) по ненормированным по возрасту показателям длины тела (см), массы тела (кг) и индекса массы тела (кг/м²), Б – динамика показателей длины тела (см), массы тела (кг), индекса массы тела (кг/м²) в зависимости от возраста, В – нормированные относительно возраста и пола (z-оценки) показатели длины тела (см), массы тела (кг), индекса массы тела (кг/м²). Данные представлены: медиана ± межквартильный размах. Значимые различия при р-значении < 1x10⁻³.

тела снижалась с 5 до 6 лет, к 7 годам повышалась, но не достигала исходного уровня. Можно полагать, что в возрасте 7 лет мы наблюдаем проявления полуростового скачка, обычно предшествующего достижению школьной зрелости [Лысова, Айзман, 2010].

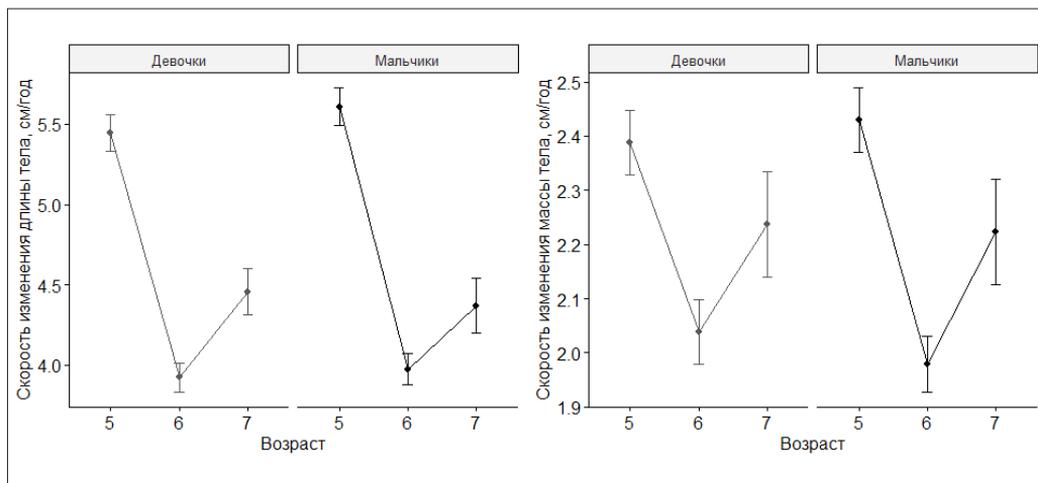


Рисунок 6. Скорость изменения длины и массы тела у детей 5-7 лет.
Данные представлены: Среднее \pm стандартная ошибка среднего

У девочек и мальчиков с возрастом улучшались абсолютные и удельные показатели моторного развития (рис. 7). Мальчики независимо от возраста показали более высокие результаты при выполнении двигательных тестов (абсолютные и удельные значения длины прыжка с места, абсолютные и удельные значения 6-минутного бега). Значимая разница между девочками и мальчиками была обнаружена в возрастных группах 7 лет и 9 лет. У мальчиков в 8 лет наблюдалось временное снижение показателя удельной скорости стайа, а также абсолютных показателей 6-минутного бега. Именно в этом возрасте у мальчиков отмечено наибольшее число случаев избыточной массы тела – не исключено, что между этими характеристиками имеется функциональная связь.

Влияние ИМТ на моторное развитие детей.

Такой антропометрический показатель как ИМТ, оказывал значимое влияние на показатели моторного развития обследованных детей. При этом, наблюдалась отрицательная зависимость, то есть с увеличением ИМТ снижались функциональные показатели. Так, с увеличением z-оценки ИМТ на 1 единицу снижался на 0,02 единиц показатель удельной длины прыжка (p -значение = 2×10^{-16}), на 0,05 единиц показатель удельной скорости спринта (p -значение = 2×10^{-10}), на 0,06 единиц показатель удельной скорости стайа (p -значение = 2×10^{-16}).

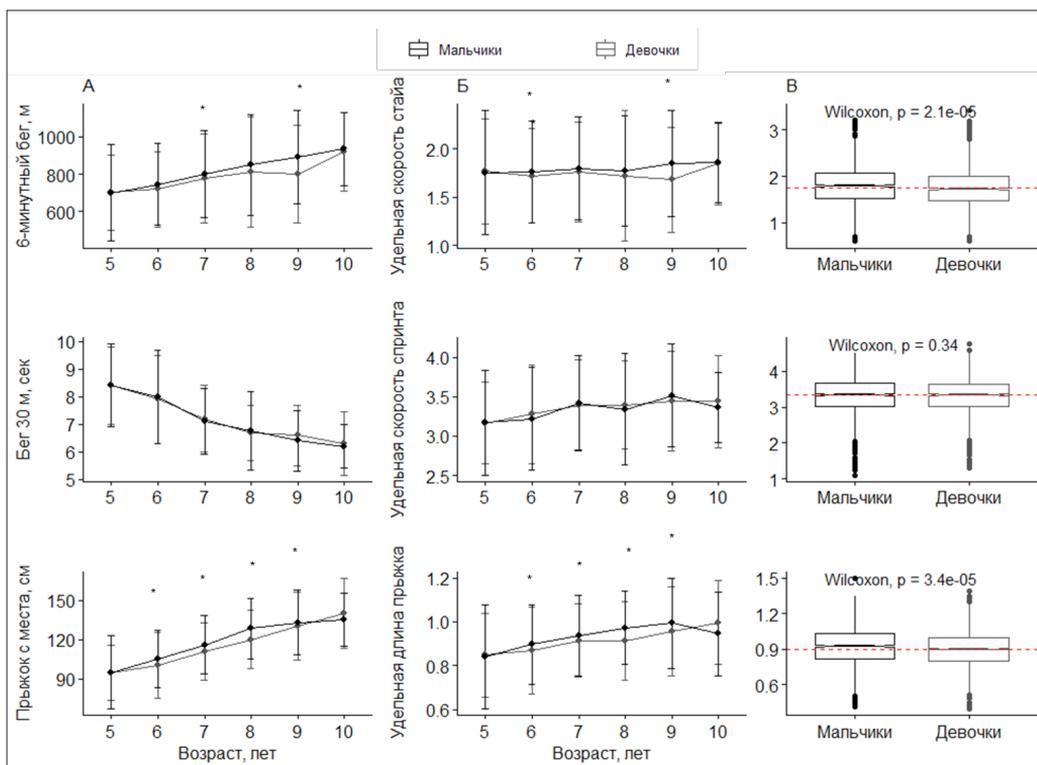


Рисунок 7. Влияние возраста и пола на абсолютные (А) и удельные (Б и В) показатели моторного развития детей. * - значимые различия при р-значении < 1x10⁻³

Влияние географических факторов на ИМТ и показатели моторного развития детей.

Для ИМТ показана географическая изменчивость (рис. 8А). Так, испытуемые из более северных широт (61,05° с.ш.) обладали более высокими значениями ИМТ по сравнению с теми, кто жил южнее (53,12° с.ш.). Жители регионов, расположенных южнее, обладали более низкими значениями z-оценки ИМТ (р-значение=0,02). Аналогичная тенденция наблюдалась для показателя удельной скорости стаи (рис. 8А). В целом, с увеличением географической широты возрастал показатель удельной скорости стаи, то есть, испытуемые из северных регионов обладали более высокими значениями данного показателя, чем дети из более южных регионов (р-значение = 2x10⁻¹⁰). Для остальных показателей моторного развития детей такой зависимости обнаружено не было.

Четкой зависимости исследуемых показателей от среднегодовой температуры не наблюдалось (рис. 8Б). В то же время, было выявлено значимое влияние на зависимые переменные инсоляции (рис. 8В). Так, наблюдалось снижение значений удельной скорости стаи и удельной скорости спринта на 0,2 единицы при повышении уровня инсоляции. Возможно, это является одной из причин отмеченной выше тенденции влияния географической широты на скорость бега.

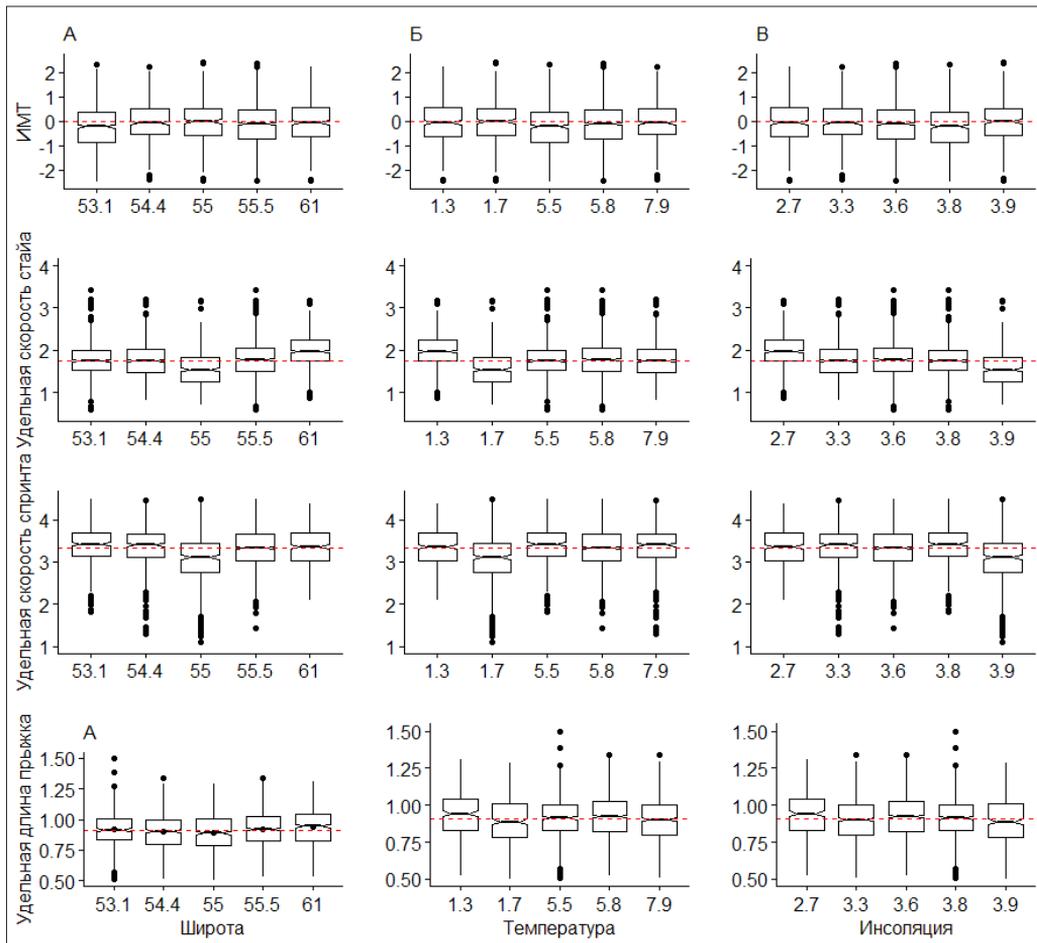


Рисунок 8. Влияние географической широты (А), температуры (Б) и инсоляции (В) на ИМТ и показатели удельной скорости спринта, удельной скорости стайа, удельной длины прыжка (УДП) обследованных детей 5-10 лет из 5 регионов РФ

Влияние социальных и экономических условий проживания на показатели физического и моторного развития детей.

Для исследуемых показателей были выявлены межсоциальные (город/ село) различия. Как видно из рисунка 9, девочки из сельских районов обладали более высокими значениями ИМТ по сравнению с их сверстницами из городских районов.

Интересная тенденция наблюдается и для моторного развития детей из разных населенных пунктов (рис. 9). В частности, как девочки, так и мальчики из сельских районов обладали более высокими анаэробными способностями (Удельная скорость спринта) до 7,5 лет по сравнению с их сверстниками из городов. После 7,5 лет у детей из сельских районов показатели удельной скорости спринта резко снижались. При этом, у городского населения наблюдался плавный рост данного показателя. К 10 годам показатели городского и сельского населения выравнивались.

Аналогичная тенденция наблюдалась для показателя удельной скорости стага (рис. 9). Девочки из сельских районов в возрасте 5 лет обладали более высокими значениями данного показателями по сравнению с их сверстницами из городов. Ближе к 6 годам этот показатель резко снижался, в то время как у девочек из городов он плавно возрастал. У мальчиков из сельских районов спад происходил позже, ближе к 7,5 годам.

Мальчики и девочки из сельских районов почти во всех возрастных группах обладали более низкими значениями удельной длины прыжка по сравнению с их сверстниками из городов.

Индекс развития социальной инфраструктуры (ИРСИ) регионов рассчитывался на основе данных Росстата за 2017-2019 года и включал такие параметры, как обеспеченность региона спортивными объектами, детскими садами, местами в больницах, вузах и ссузах (в расчете на душу населения); заполненность общеобразовательных школ; общую ветхость фондов. Данный индекс рассчитывался агентством InfraONE Research, аналитическим подразделением инвестиционной компании InfraONE. Индекс является интегральным и варьирует от 1 (низкий) до 10 (высокий). Чем выше индекс, тем лучше жители региона обеспечены медицинской, спортивной и образовательной инфраструктурой.

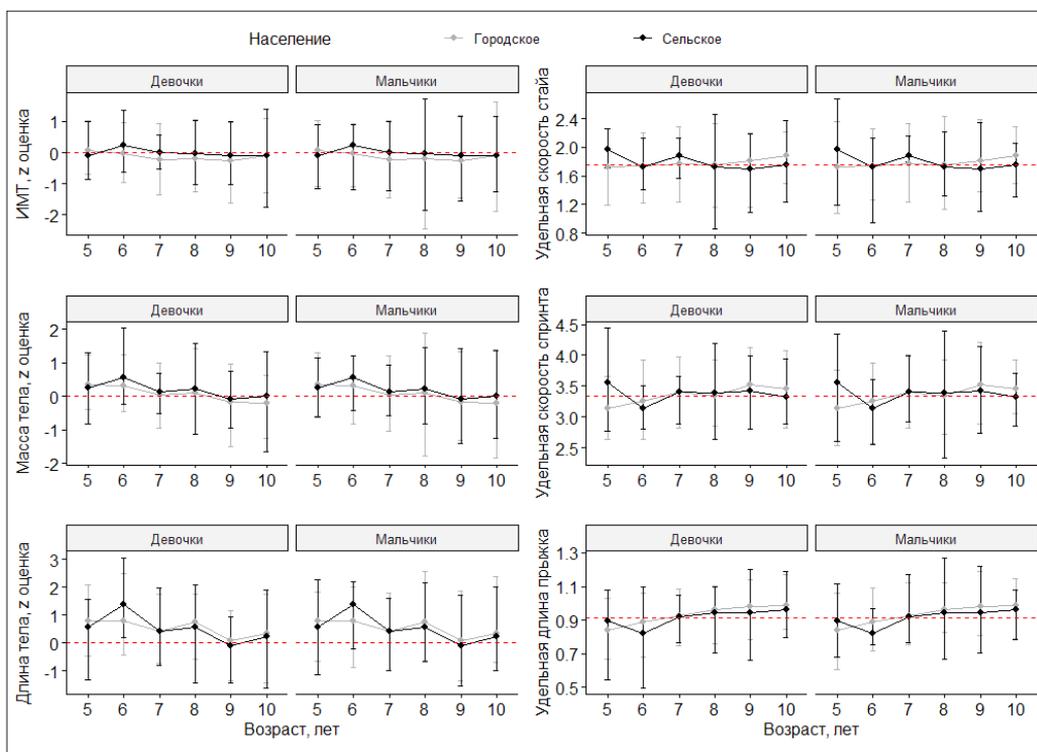


Рисунок 9. Средние значения ИМТ обследованных детей, проживающих в городских (серый) и сельских (черный) районах. Данные представлены: Медиана ± межквартильный размах. * - значимые различия при р-значении < 1x10⁻³

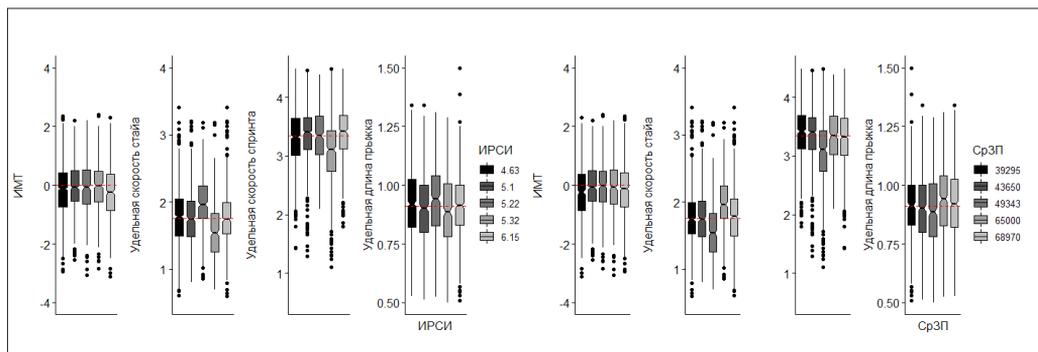


Рисунок 10. Нормированные относительно возраста и пола (z-оценки) ИМТ и удельные показатели стаиа, спринта и прыжка от индекса развития социальной инфраструктуры региона. * - значимые различия при p -значении $< 1 \times 10^{-3}$

Линейной зависимости между ИМТ обследованных детей и индексом развития социальной инфраструктуры (ИРСИ) не наблюдалось (рис. 10). Однако, в регионе с более высоким ИРСИ девочки и мальчики из разных возрастных групп обладали более низкими значениями ИМТ (z-оценка ИМТ) по сравнению с детьми из менее благополучных районов (бета-коэффициент = - 0,1, p -значение = 0,001).

В то же время, индекс социального развития региона не оказывал значимого влияния на показатели моторного развития обследованных детей.

Отдельно оценивалось влияние средней зарплаты по региону (рис. 10). Четкой зависимости показателей физического и моторного развития детей от уровня средней зарплаты по региону обнаружено не было. В целом, наблюдалось незначительное увеличение таких показателей, как ИМТ, удельная скорость стаиа и удельной длины прыжка.

Таким образом, ни в одном случае мы не можем говорить о влиянии эколого-географических и социо-экономических факторов как определяющих темпы и качество физического и моторного развития детей периода 2 детства. Их вклад имеет значение, но он невелик по сравнению с теми факторами, которые остаются за пределами рассмотренных нами статистических моделей.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Полученные результаты позволяют выявить уровень развития изученных морфофункциональных признаков у детей периода 2 детства в 5 регионах России, а также оценить степень влияния на них разнообразных факторов среды обитания, в том числе эколого-географических и социо-экономических.

В первую очередь мы сопоставили перцентильные данные ИМТ

по нашей выборке с референтными значениями из работы [Руднев и др., 2014]. По девочкам наши результаты очень близки к данным Руднева, по мальчикам наша выборка отличается в сторону меньших значений ИМТ, хотя и ненамного. Примечательно, что это различие с возрастом детей увеличивается, причем скачкообразно – начиная с возраста 7 лет.

По величине ИМТ мы судили о дефиците или избытке массы тела. Дефицит массы тела несколько чаще встречается у девочек, тогда как ожирение – у мальчиков старше 7 лет. Избыточная масса тела и ожирение представляет собой достаточно распространенное явление. Ею характеризуются около 10% детей (см. таб.4). При этом, мы не выявили региональных особенностей распределения ИМТ. Согласно популяционным данным, полученным Рудневым и коллегами (Руднев и др., 2014), частота встречаемости избыточной массы тела у детей в возрасте от 5 до 10 лет варьирует от 15 до 30%. В обследованной нами выборке частота встречаемости избыточного веса и ожирения была ниже и варьировала от 8 до 21 у девочек и от 12 до 23% у мальчиков. Аналогичные данные были получены Пермяковой [2018]: было показано, что распространённость избыточного веса варьирует от 9 до 18% среди девочек и от 11 до 14% среди мальчиков 7-10 лет, проживающих в Москве.

Принято считать, что в дошкольном, и даже младшем школьном возрасте, половые различия в показателях физического и моторного развития еще невелики, либо даже отсутствуют [Криволапчук и др., 2021]. Результаты нашего популяционного исследования говорят об обратном: девочки уступают мальчикам в размерах тела и в показателях моторного развития – независимо от возраста. Это указывает на необходимость разработки дифференцированных по полу программ физического воспитания, применяемых в учреждениях образования. Сейчас такие дифференцированные программы создаются для подростков и юношей [Лях, Зданевич, 2012], тогда как значимые различия между полами есть уже в возрасте 5-7 лет.

Возраст в интервале от 5 до 10 лет является важным периодом увеличения показателей физического и моторного развития. Это относится ко всем показателям физического развития и к большинству показателей моторного развития (см. рис.2 и 3). При этом, неоднозначную зависимость от возраста демонстрирует удельная скорость стайа (УСкСт) – признак, отражающий развитие аэробных возможностей. В интервале от 5 до 6 лет происходит его значимое увеличение у представителей обоих полов, вслед за этим наступает задержка (у мальчиков) или снижение (девочки) показателя, достигающего минимума в возрасте 8-9 лет и возвращающегося к уровню 6-леток только к 10 годам. Такая неравномерность изменений данного показателя, по-видимому, отражает его комплексную природу, определяемую участием в процессах аэробной энергопродукции различных морфофункциональных компонентов: это и митохондрии на клеточном уровне, и волоконный состав мышц на тканевом уровне, и системы дыхания и кровообращения, обеспечивающие доставку кислорода и питательных веществ, на системном (организменном) уровне, а также, вероятно, и

системы поддержания гомеостаза и регуляции физиологических функций [Сонькин, Тамбовцева, 2018]. Все это неоднозначно изменяется от 5 до 10 лет [Физиология развития, 2010], в связи с чем, вероятно, мы и видим причудливую динамику изменений рассматриваемого показателя.

Изменения с возрастом двух других удельных показателей – скорости спринта и длины прыжка – намного проще и прямолинейней: хотя и не равномерно, но они демонстрируют практически неуклонное нарастание от года к году. Вероятно, это связано с меньшей структурно-функциональной сложностью организации соответствующих механизмов, работу которых отражают эти показатели. УСКСп характеризует анаэробные возможности организма, а УДП отражает «взрывную силу», то есть сократительные ресурсы нервно-мышечного аппарата нижних конечностей.

Следует также обратить внимание на половые различия в возрастной динамике рассматриваемых показателей. Для УСКСт и УДП кривые возрастных изменений у мальчиков идут выше, чем у девочек, отражая известную в физиологии спорта закономерность: взрывная сила мышц, как и аэробная производительность, у мужчин при прочих равных выше, чем у женщин [Уилмор, Костилл, 2001]. А вот УСКСп в возрасте 5-6 и 9-10 лет у мальчиков и девочек одинакова, что может свидетельствовать о равнозначности развития соответствующих механизмов в организме разных полов на этом этапе онтогенеза. По-видимому, начиная с подросткового возраста половые различия в полной мере коснутся и скорости спринтерского бега, но к периоду 2 детства это не относится.

Весьма примечательная картина открывается при сравнении годовых изменений скорости роста длины и массы тела (см. Рис. 6). Эти результаты оказались доступны благодаря тому, что в персональных записях были зарегистрированы величины длины и массы тела год назад, при предыдущем медицинском осмотре. К сожалению, такие записи были только у детей из детских садов, то есть в возрасте от 5 до 7 лет. На рис. 6 наглядно видно, как от 5 к 6 годам скорость ростовых процессов резко снижается, и вновь повышается к 7 годам. По-видимому, здесь мы наблюдаем так называемый полуростовой скачок, обычно предшествующий началу школьной жизни [Федотова, Горбачева, 2019].

Следует подчеркнуть, что между детьми из разных регионов выявляются многообразные различия, некоторые из которых оказались значимыми. Межрегиональные различия в физическом развитии детей проявляются, в частности, в возрастной динамике ИМТ (рис. 2). У девочек такие различия выявляются в возрасте 6 лет, а также в интервале от 8 до 10 лет. У мальчиков – в 8 лет и старше.

По показателям моторного развития (рис. 3) также выявляются межрегиональные различия, представляющие собой разнонаправленные флюктуации. Причины и механизмы возникновения этих различий требуют дальнейшего изучения. Вероятно, очень большое число факторов может приводить к формированию таких межрегиональных различий. Мы проанализировали на основании имеющихся данных влияние эколого-

географических и социально-экономических факторов.

Оказалось, что ИМТ связан с широтой проживания (рис.8) – жители более северно расположенных территорий имели более высокие значения ИМТ. Вероятно, в этом проявляется известное в экологии «правило Бергмана»: животные на Севере крупнее таких же или близких видов животных, проживающих в южных биотопах. Связано это правило с тем, что более крупному животному легче решать проблемы терморегуляции в условиях пониженной температуры [Шмидт-Ниельсен, 1987]. Есть данные, что и в популяциях человека это экологическое правило соблюдается [Харрисон и др., 1968].

Среди показателей моторного развития ясно выраженную зависимость от географической широты показала величина УСкСт, что показалось нам неожиданным: ведь получается, что дети, проживающие в северных регионах и обладающие большим ИМТ (и, возможно, большим жиротложением), демонстрируют более высокие аэробные возможности. Разгадка может состоять в том, что, по данным генетических исследований, в северных регионах более распространены варианты генотипа, связанные с активацией разобщающих митохондриальных белков семейства UCP в бурой жировой ткани, в мышечной ткани и других [Парфентьева, 2019]. Эти белки участвуют в поддержании температурного и субстратного гомеостаза, и могут способствовать проявлению более высоких аэробных возможностей [Бондарева и др., 2017а]. Правда, между активностью разобщающих белков и ИМТ обычно наблюдается отрицательная корреляция [Бондарева и др., 2017б]. Таким образом, мы сталкиваемся с явным противоречием, и его разрешение зависит от дальнейших исследований. Альтернативной гипотезой, объясняющей выявленное противоречие, может служить характер двигательной активности северян, в которой с дошкольного возраста значительны объемы лыжных упражнений [Лапицкая, 2004] – они могут и выносливость развивать, и способствовать увеличению роста мышечной массы, что в свою очередь может приводить к увеличению ИМТ. Нельзя исключить и совместное воздействие описанных факторов.

Сопоставление городских и сельских жителей также выявило некоторые значимые различия. Так, сельские девочки имеют более высокие показатели ИМТ, чем их городские сверстницы. По-видимому, это есть проявление давно известного в антропологии положения о специфике сельского населения с преобладанием брахиморфного телосложения, то есть широтных размеров тела над длиннотными [Бунак, 1941]. Негативной стороной этой закономерности в настоящее время является несколько более широкое, чем в городских детских популяциях, распространение на селе ожирения и избыточного веса (13% по сравнению с 10%), хотя это различие статистически не подтверждено.

Любопытны и неожиданны различия между городскими и сельскими детьми по показателям моторного развития (рис.9). Как девочки, так и мальчики, проживающие на селе, в возрасте от 5 до 7 лет опережают городских сверстников по величине УСкСп, характеризующей развитие

анаэробных возможностей. Однако в возрасте 8 лет показатель сельских детей резко снижается, и остается после этого примерно на одном уровне – ниже уровня городских детей. С чем связано такое падение показателя в возрасте 8 лет – в настоящее время неясно. При этом следует отметить, что все 8-летние дети, в отличие от детей 5-7 лет, учатся в школе. Почему начало школьной жизни сопряжено у этих детей с падением скорости быстрого бега – остается неясным. В отличие от сельских детей, у городских идет постепенное увеличение УСкСп с возрастом.

Динамика УСкСт, отражающего аэробные возможности, в определенном смысле повторяет рассмотренную выше динамику УСкСп: в отличие от городских детей, у которых показатель с возрастом увеличивается, у сельских идет драматическое снижение показателя до 8 лет у мальчиков и до 9 лет у девочек, с последующим подъемом, но отставание от горожан сохраняется. Очень важно было бы установить реальные причины таких негативных тенденций в развитии моторики у сельских детей, начинающих обучение в школе, но имеющихся данных для этого, видимо, недостаточно. Не исключено, что эти различия возникают в результате худшей организации физического воспитания в сельских школах – по-видимому, это не случайно, что в возрасте 5-6 лет сельские дети, посещающие детский сад, опережают своих городских сверстников по развитию аэробных и анаэробных возможностей, а в школьные годы у них развивается дефицит этих двигательных качеств.

Эта негативная тенденция не затрагивает показатель УДП, отражающий скоростно-силовые возможности ребенка: как у девочек, так и у мальчиков показатель с возрастом увеличивается, у девочек оставаясь несколько ниже в сельских регионах, а у мальчиков – практически на одном уровне у сельчан и горожан. Этот факт может быть свидетельством того, что скоростно-силовые возможности ребенка зависят, главным образом, от наследственных факторов, и гораздо менее адаптивны и подвержены влиянию тренировки, чем аэробные и анаэробные возможности [Генетические детерминанты..., 2020].

Использованный нами индекс ИРСИ отражает возможности жителей региона пользоваться спортивными базами и другими социально значимыми объектами инфраструктуры. Тем не менее, его влияние на уровень моторного развития не достигает значимых величин. Однако, этот индекс неожиданно сильно влияет на показатель телосложения – z-оценка ИМТ существенно выше в регионах с более низким ИРСИ, и скачкообразно падает при достижении ИРСИ некоего «порогового» уровня, который у девочек ниже, чем у мальчиков. Это наблюдение не связано с возрастными когортами. Возможно, здесь проявляется тенденция современных девочек следить за своей фигурой начиная с весьма юного возраста [Zimina et al., 2019]. Вероятно, в регионах с более высоким ИРСИ коррекция фигуры реализуется более эффективно. Социальные и медицинские параметры регионов, заложенные в ИРСИ, на наш взгляд могут отражать влияние «жирогенной» среды обитания. Те есть среды, которая стимулирует избыточное

потребление калорий и гиподинамию. Низкая обеспеченность региона спортивной инфраструктурой и детскими дошкольными образовательными учреждениями способствует усилению негативного влияния факторов «жирогенной» среды, в том числе «семейной жирогенной» среды [Jia, 2021]. Опираясь на данные зарубежных исследований, можно предположить, что низкий социально-экономический уровень региона ассоциирован с «пищевыми пустынями» и «пищевыми болотами». Это жилые районы, жители которых не имеют доступа к свежим, разнообразным и доступным продуктам питания. А их рацион состоит преимущественно из продуктов глубокой промышленной переработки, поставляемых продуктовыми сетями по низким ценам [Glickman et al., 2021]. Распространенность ожирения на таких неблагоприятных, с точки зрения формирования полноценного рациона, территориях значительно выше [Cooksey Stowers et al., 2020]. Связь ИРСИ со значением ИМТ у детей требует дальнейших исследований, однако, использование интегральных оценок социально-экономического благополучия региона может стать удобным инструментом для прогноза уровня детского ожирения на территории РФ.

И, наконец, ИМТ оказывает влияние на моторное развитие детей, что вполне ожидаемо. Согласно данным статистического анализа, это влияние значимо для всех трех показателей моторного развития, сильнее всего это влияние на уровень развития аэробных возможностей, затем идут анаэробные возможности, и менее всего зависят от ИМТ скоростно-силовые возможности детей 5-10 лет. Можно полагать, что это объективно отражает роль телосложения в формировании узловых двигательных качеств детей периода 2-го детства.

Один из способов комплексного анализа факторов, влияющих на моторное развитие детей, состоит в построении статистических моделей, в которых проявляется иерархия предикторов. Для этого мы воспользовались различными методами для отбора ведущих предикторов. Надо заметить, что во всех случаях мы получили вклад оцененных нами предикторов на уровне 8-9% от суммарной дисперсии. То есть на самом деле, свыше 90% влияний факторов на моторное развитие детей 5-10 лет остаётся за пределами нашего анализа. Разумеется, сюда входят генетические факторы, а также, вероятно, этнические, семейные, экономические, и другие. Тем не менее, состав и относительное влияние изученных факторов представляют значительный интерес.

В частности, интересно, что на показатель УСкСт оказывают значимое влияние такие учтенные факторы: село/город, географические факторы (географическая широта, среднегодовая температура, инсоляция), ИРСИ и средняя зарплата, возраст, ИМТ, пол ребенка. На показатель УСкСп оказывают значимое влияние следующие факторы: возраст, и в меньшей степени – ИРСИ и средняя зарплата, географические факторы и ИМТ. Пол не имеет значимого влияния на развитие анаэробных способностей в этом возрасте. Таким образом, УСкСт и УСкСп, отражающие развитие аэробных

и анаэробных возможностей детей, зависят от одних и тех же факторов, но их расстановка (вклад) различается. В обоих случаях – значимое влияние оказывают как географические, так и социально-экономические факторы, но отнюдь не определяющее. Что касается УДП, то она, как и ИМТ, зависит прежде всего от возраста, а прочие предикторы вносят одинаковый вклад в развитие скоростно-силовых возможностей и телосложения ребенка периода 2-го детства.

Полученные результаты ставят больше вопросов, чем дают ответов. Так, например, какие конкретные факторы надо учесть, чтобы статистическая модель могла охватывать свыше 50% изменчивости признаков? Возможно, более эффективные результаты моделирования можно получить с применением нелинейных алгоритмов, или с учетом нелинейности самих факторов, а также с учетом эффекта от взаимодействия рассмотренных факторов. Однако на данном этапе мы представляем первый широкий взгляд на полученные данные для того, чтобы выявить основные закономерности. Почему сельские дети демонстрируют резкое снижение аэробной и анаэробной производительности в 8-9 лет? Связано ли это с нерациональной организацией школьного физического воспитания в сельских школах? Чем обусловлено достаточно сильное влияние ИРСИ на развитие энергообеспечения двигательной активности? Зависит ли количество предикторов, вносящих вклад в статистические модели, от морфофункциональной сложности функции, представленной тем или иным показателем моторного развития? Все эти, и многие другие вопросы, ставят нас перед необходимостью продолжать и расширять подобные мониторинговые исследования, благодаря которым вскрываются новые факты и закономерности возрастного развития детей.

Необходимо заметить, что численность обследованных возрастных подгрупп отличалась и варьировала от 20 до 190. Однако несмотря на разную численность обследованных возрастных групп, полученные результаты были валидированы на контрольной выборке. Полученные при статистическом анализе факторные веса социо-экономических характеристик региона на уровне 8-10% от общей дисперсии рассмотренных признаков, с одной стороны, говорят о том, что морфофункциональное развитие детей периода 2 детства чувствительно по отношению к такого рода факторам, но с другой стороны демонстрируют не слишком большой уровень их влияния на показатели развития и здоровья детей. Значительно большим влиянием – свыше 90% от общей дисперсии признаков в выборке – обладают неучтенные нами факторы и сложные межсистемные связи, скорее всего связанные с наследственностью, а также отчасти с педагогическими технологиями, применяемыми в детском саду и начальной школе. Это необходимо учитывать при сопоставлении региональных характеристик с целью выявления «лучших» и «худших» практик здоровьесбережения. Уровень физического и моторного развития не может служить надежным индикатором эффективности социально-экономической политики региона.

 ЛИТЕРАТУРА

1. Бондарева Э.А., Парфентьева О.И., Сонькин В.Д. «Бережливый» генотип: ожирение или спортивный успех // Вестник Московского университета. Серия 23: Антропология. 2017б. № 3. С. 56-67.
2. Бондарева Э.А., Парфентьева О.И., Сонькин В.Д. Полиморфизм генов разобщающих белков в различных группах видов спорта // В книге: Материалы II Всероссийской научно-практической конференции по вопросам спортивной науки в детско-юношеском и адаптивном спорте. М.: ЦСТиСК Москомспорта. 2017а. С. 20.
3. Бунак В.В. Антропометрия. М., 1941.
4. Генетические детерминанты аэробной работоспособности человека / Семенова Е.А., Борисов О.В., Кострюкова Е.С., Кулемин Н.А., Ларин А.К., Попов Д.В., Аль-Хелаифи Ф., Леонска-Дуниек А., Эльраейс М.А., Чешчик П., Генерозов Э.В., Ахметов И.И. // В сборнике: Актуальные проблемы физической культуры, спорта и туризма. Материалы XIV Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. В 2-х томах. Уфа, 2020. С. 372-375.
5. Криволапчук И.А., Мельников Д.В., Чернова М.Б., Васильева Р.М. Типологические особенности энергетического обеспечения мышечной деятельности девочек и мальчиков 9-10 лет // Человек. Спорт. Медицина. 2021. Т. 21. № 1. С. 14-22.
6. Лапицкая Е.М. Конституциональный подход в физическом воспитании школьников Кольского Заполярья / учеб. пособие / Е.М. Лапицкая ; Рос. акад. образования, Ин-т возраст. физиологии, Мурман. обл. ин-т повышения квалификации работников образования. Мурманск, 2004.
7. Лысова, Н.Ф. Возрастная анатомия, физиология и школьная гигиена / Н.Ф. Лысова, Р.И. Айзман. – М.: СУИ, 2010. – 398 с
8. Лях В.И., Зданевич А.А. Комплексная программа по физическому воспитанию. 1-11 класс. – М.: Просвещение. 2012. - 127 с.
9. Организация и оценка здоровьесберегающей деятельности образовательных учреждений: Руководство для работников системы образования / Под ред. М.М.Безруких, В.Д.Сонькина. – М.,2005 – 584с. ISBN 5-901842-28-6
10. Парфентьева О.И. Широкая изменчивость частот «термогенных» аллелей разобщающих белков как один из факторов популяционного риска ожирения у современного человека // Вестник Московского университета. Серия 23: Антропология. 2019. № 2. С. 126-133.
11. Пермякова Е.Ю. Перцентильные стандарты индекса массы тела московских детей и подростков на фоне данных ВОЗ. Часть I // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология, 2018; 1/2018; с. 65-72

12. Петеркова В.А., Нагаева Е.В., Ширяева Т.Ю. Оценка физического развития детей и подростков. Методические рекомендации. Москва. – 2017
13. Руднев С. Г., Соболева, Н. П., Стерликов, С. А., Николаев, Д. и др. Биоимпедансное исследование состава тела населения России. – 2014.
14. Сонькин В.Д. Биологическая индивидуальность и судьба юниора.// В: Авторские лекции по педиатрии. Том 10. Детская спортивная медицина. Под ред. В.Ф.Дёмина, С.О.Ключникова, Л.А.Балыковой, А.С.Самойлова. - М., 2017: ООО «Буки Веди» - с. 81-99. ISBN 978-5-4465-1453-3
15. Сонькин В.Д., Параничева Т.М., Макарова Л.В., Орлов К.В., Лёвушкин С.П. Возрастная динамика двигательных возможностей школьников 8-17 лет по данным популяционного исследования // «Человек. Спорт. Медицина», 2021, Т. 21. № 1. С. 71-79. DOI: 10.14529/hsm210109
16. Сонькин В.Д., Тамбовцева Р.В. Развитие мышечной энергетики и работоспособности в онтогенезе. – М.: Книжный дом ЛИБРОКОМ, 2018. – 368 с.
17. Стандарты физического развития (7-17 лет) г. Владикавказ: Методическое пособие. Изд. 2-е, переработанное / Н.А. Меркулова, Т.М. Бутаев, Э.Н. Мингазова, Д.Б. Никитюк, Л.В. Гиголаева. - Москва: Издательство НИИ Общественного здоровья им. Н.А. Семашко, 2017. - 40 с. ISBN 978-5-9908464-9-4
18. Уилмор Д., Костилл Д. Физиология спорта: пер. с англ. / - Киев: Олимп. лит., 2001. - 503 с.
19. Федотова Т.К., Горбачева А.К. Временной тренд соматических размеров детей в возрасте первого и второго детства (по материалам РФ и бывшего СССР) // Вестник Московского университета. Серия 23: Антропология. 2019. № 2. С. 26-39.
20. Физиология развития ребенка: Руководство по возрастной физиологии/Под ред. М.М.Безруких, Д.А.Фарбер. – М.:Издательство Московского психолого-социального института; Воронеж: Издательство НПО «МОДЭК», 2010. – 768с. ISBN 978-5-9770-0358-2
21. Харрисон Дж., Уайнер Дж., Таннер Дж., Барникот Н. Биология человека - М.: Мир, 1968. -440с.
22. Шмидт-Ниельсен К. Размеры животных: почему они так важны? - М.: Мир, 1987.- 259 с.
23. Auxology – Studying Human Growth and Development. M.Hermanussen (ed.) – Stuttgart, Germany:E.Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nagele u.Obermiller). 2013.- ISBN 978-3-510-65278-5 – 324 S.
24. Bolger LE, Bolger LA, O'Neill C, Coughlan E, O'Brien W, Lacey S, Burns C, Bardid F. Global levels of fundamental motor skills in children: A systematic review. J Sports Sci. 2021 Apr;39(7):717-753. doi: 10.1080/02640414.2020.1841405.

25. Cooksey Stowers K, Jiang Q, Atoloye A, Lucan S, Gans K. Racial Differences in Perceived Food Swamp and Food Desert Exposure and Disparities in Self-Reported Dietary Habits // *Int J Environ Res Public Health*. 2020 Sep 29;17(19):7143. doi: 10.3390/ijerph17197143.
26. Glickman AR, Clark JK, Freedman DA. A relational approach to evaluate food environments finds that the proximate food environment matters for those who use it // *Health Place*. 2021 May;69:102564. doi: 10.1016/j.healthplace.2021.102564.
27. Jia P. Obesogenic environment and childhood obesity// *Obes Rev*. 2021 Feb;22 Suppl 1:e13158. doi: 10.1111/obr.13158.
28. Onis M. et al. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents // *Bulletin of the World health Organization*. – 2007. – Т. 85. – С. 660-667.
29. Tyson N, Frank M. Childhood and adolescent obesity definitions as related to BMI, evaluation and management options. // *Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol*. 2018 Apr; 48:158-164. doi: 10.1016/j.bpobgyn.2017.06.003.
30. Zeng N, Ayyub M, Sun H, Wen X, Xiang P, Gao Z. Effects of Physical Activity on Motor Skills and Cognitive Development in Early Childhood: A Systematic Review. *Biomed Res Int*. 2017;2017:2760716. doi: 10.1155/2017/2760716.
31. Zimina S.N., Negasheva M.A., Godina E.Z. Sex-specific phenotypic plasticity as a complex reaction of human organism to different environmental conditions // *Collegium Antropologicum*. 2019. Т. 43. № 3. С. 175-182.



ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the contribution of ecological, geographical and socio-economic factors to variation of physical and motor skills development of 3700 children from 5 regions of Russian Federation. Physical development (weight and height) were assessed. Body mass index (BMI) was calculated. Motor development was assessed using the standing long jump test, 30 m sprint test, 6 minute run test. The physical and motor skills development was measured using absolute and relative (scaling to height) approaches. It was shown that gender and age affected relative values of motor development. The contribution of the ecological, geographical and socio-economic factors to variation of physical and motor development was limited to 8-10%, highlighting, on the one hand, the sensitivity of physical and motor development of children aged 5-10 years to such factors, and, on the other hand, the small contribution to physical development and health of children.

Unrecorded factors such as genetic factors and teaching models in physical education in kindergartens and primary schools as well as its multiple interactions might have a higher contribution (more than 90% of the total variance of studied parameters).

Body mass index as indicator of metabolic status was one of the important factors which affected motor development. Despite the significant regional differences, the patterns of age dynamics of physical and motor skill development were similar that indicates the biosocial well-being of the studied populations.

 **KEY WORDS:**

children aged 5-10 years; physical development; motor skills development; body mass index; relative values of motor development; ecological and geographical factors; socio-economical factors; gender; age; predictors.

 **ОБ АВТОРАХ**

Парфентьева Ольга Ивановна (Parfenteva O. I.) к.б.н. эколог лаборатории антропоэкологии Научно-исследовательского института и Музея антропологии, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова. (Lomonosov Moscow State University)

ORCID ID: 0000-0001-7895-6887

Адрес: 125009, г. Москва, ул. Моховая, 11, стр. 1

E-mail: parfenteva.olga@gmail.com

Тел: +7 (901) 559-31-59

Бондарева Эльвира Александровна (Bondareva E. A.) к.б.н., старший научный сотрудник лаборатории аукологии человека, Научно-исследовательского института и Музея антропологии, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова. (Lomonosov Moscow State University)

ORCID ID: 0000-0003-3321-7575

Адрес: 125009, г. Москва, ул. Моховая, 11, стр. 1

Email: bondareva.e@gmail.com

Макарова Л.В. (Makarova L.V.) к.м.н., зав. Лабораторией физиолого-гигиенических исследований в образовании Института возрастной физиологии РАО, (Institute of Developmental Physiology Russian Academy of Education)

ORCID ID: 0000-0003-1051-0883

Адрес: 119121 г.Москва, Погодинская ул., 8 корп. 2

Email: ludaludamk@mail.ru

Параничева Т.М. (Paranicheva T.M.) к.б.н., ведущий научный сотрудник Лаборатории физиолого-гигиенических исследований в образовании Института возрастной физиологии РАО (Institute of Developmental Physiology Russian Academy of Education)

ORCID ID: 0000-0002-8804-0116

Адрес: 119121 г. Москва, Погодинская ул., 8 корп. 2

Email: valeta@mail.ru

Сонькин Валентин Дмитриевич (Son'kin V.D.) д.б.н., профессор, главный научный сотрудник лаборатории физиологии мышечной деятельности и физического воспитания Института возрастной физиологии РАО (Institute of Developmental Physiology Russian Academy of Education)

ORCID ID: 0000-0003-3834-8080

Адрес: 119121 г. Москва, Погодинская ул., 8 корп. 2

Email: sonkin@mail.ru