

УДК 612.648-097-053.36

Физическое развитие детей первого года жизни с погранично сниженными показателями неонатального скрининга на первичные иммунодефициты

Пузикова О.З.¹, Евдокимова Г.Б.², Гафиятуллина Г.Ш.¹, Морданов С.В.¹, Караханян К.С.¹,
Кижеватова Е.А.¹, Евдокимов В.П.¹

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ростовский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации 344022, Ростов-на-Дону, Нахичеванский пер., д. 29

²Государственное бюджетное учреждение Ростовской области «Центральная Городская Больница имени Н.А. Семашко» в г. Ростове-на-Дону 344006, Ростов-на-Дону, Ворошиловский пр., д. 105

Изучение особенностей развития детей раннего возраста имеет важное значение для решения задач, направленных на обеспечение их здоровья. Для выявления тяжелых форм врожденных иммунодефицитных состояний в рамках расширенного неонатального скрининга проводится количественная оценка кругов эксцизии рецепторов Т-клеток (TREC) и кругов эксцизии делеции-рекомбинации каппа (KREC) в сухих пятнах крови. Новорожденные, у которых количественные значения TREC и KREC превышают скрининговый порог (≥ 100 копий на 10^5 лейкоцитов), но не достигают нижней границы референсного интервала (для TREC — 460 копий, а для KREC — 270 копий на 10^5 клеток), как правило, остаются вне зоны внимания педиатрической службы.

Цель исследования: изучить изменения основных показателей физического развития в течение первого года жизни у детей с погранично сниженными показателями неонатального иммунологического скрининга.

Материалы и методы. Проанализированы амбулаторные карты 45 детей, у которых по результатам расширенного неонатального скрининга были выявлены показатели TREC и KREC ниже референсных значений, но превышающие скрининговый порог для первичных иммунодефицитов (основная группа), и 90 детей, имевших результаты TREC и KREC в пределах нормативных значений (контрольная группа). Оценка показателей длины и массы тела у детей осуществлялась при рождении, в 1 месяц, 3, 6, 9 и 12 месяцев.

Результаты. В течение первого года жизни дети основной группы демонстрировали превышение показателей массы тела по сравнению с контрольной группой сверстников, достигавшее к 12 месяцам статистически значимого уровня ($p < 0,05$). Установлено также статистически значимое превосходство ростовых показателей у детей основной группы на всех этапах исследования ($p < 0,05$). Выявленная тенденция к увеличению весоростовых показателей у детей основной группы наблюдалась независимо от пола.

Заключение. Полученные данные свидетельствуют о наличии взаимосвязи между показателями физического развития детей на первом году жизни и их иммунным статусом при рождении, оцененного в рамках неонатального скрининга на основании определения TREC и KREC в сухих пятнах крови.

Ключевые слова: новорожденные; дети; физическое развитие; антропометрические показатели; неонатальный скрининг; иммунитет; TREC; KREC

Для цитирования: Пузикова О.З., Евдокимова Г.Б., Гафиятуллина Г.Ш., Морданов С.В., Караханян К.С., Кижеватова Е.А., Евдокимов В.П. Физическое развитие детей первого года жизни с погранично сниженными показателями неонатального скрининга на первичные иммунодефициты. Патогенез. 2025; 23(4): 70–78.

DOI: 10.48612/path/2310-0435.2025.04.70-78

Для корреспонденции. Пузикова Олеся Зиновьевна, e-mail: olepuzikova@yandex.ru

Финансирование. Исследование не имеет спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила: 02.10.2025.

Physical development of children with borderline reduced indicators of neonatal screening for primary immunodeficiency during the first year of life

Puzikova O.Z.¹, Evdokimova G.B.², Gafiyatullina G.Sh.¹, Mordanov S.V.¹, Karakhanyan K.S.¹,
Kizhevatoeva E.A.¹, Evdokimov V.P.¹

¹Rostov State Medical University,
Nakhichevanskij pereulok 29, Rostov-on-Don 344022, Russian Federation

²N.A. Semashko Central City Hospital in Rostov-on-Don,
Voroshilovsky Ave. 105, Rostov-on-Don 344006, Russian Federation

Studying the developmental characteristics of young children is important for solving problems aimed at maintaining their good health. In order to identify severe forms of congenital immune deficiency conditions in the

framework of extended neonatal screening, a quantitative assessment of T-cell receptor excision circles (TREC) and kappa deletion-recombination excision circles (KREC) in dry blood spots is performed. Newborns in whom the quantitative values of TREC and KREC exceed the screening threshold (≥ 100 copies per 10^5 leukocytes), but are below the reference interval (460 copies for TREC and for KREC — 270 copies per 10^5 cells), as a rule, remain outside the area of attention of the pediatric service.

Aim of the study. Investigate changes in the main indicators of physical development among children with borderline reduced indicators of neonatal immunological screening during the first year of life.

Materials and methods. Outpatient records of 45 children whose results of TREC and KREC in extended neonatal screening were below the reference values, but exceeded the screening threshold for primary immunodeficiency (the main group), and of 90 children who had TREC and KREC results within the standard values (the control group) were analyzed. The assessment of body length and weight in children was carried out at birth, at 1 month, 3, 6, 9 and 12 months.

Results. During the first year of life, the children of the main group showed an excess of body weight compared with the control group of their peers, which reached a statistically significant level by 12 months ($p < 0.05$). There was also a statistically significant superiority of growth indicators in children of the main group at all stages of the study ($p < 0.05$). The revealed trend towards an increase in weight-bearing indices in children of the main group was observed regardless of gender.

Conclusion. The data obtained indicate that there is a relationship between the indicators of physical development of children in the first year of life and their immune status at birth, assessed as part of neonatal screening based on the determination of TREC and KREC in dry blood spots.

Keywords: newborns; children; physical development; anthropometric indicators; neonatal screening; immunity; TREC; KREC

For citation: Puzikova O.Z., Evdokimova G.B., Gafiyatullina G.Sh., Mordanov S.V., Karakhanyan K.S., Kizhevato E.A., Evdokimov V.P. [Physical development of children with borderline reduced indicators of neonatal screening for primary immunodeficiency during the first year of life]. *Patogenez [Pathogenesis]*. 2025; 23(4): 70–78 (in Russian)

DOI: 10.48612/path/2310-0435.2025.04.70-78

For correspondence: Puzikova Olesya Zinovievna, e-mail: olepuzikova@yandex.ru

Funding. The study had no sponsorship.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Received: 02.10.2025.

Введение

Физическое развитие детей является важнейшим индикатором состояния здоровья растущего организма [1]. Количественные и качественные параметры физического развития объективно отражают формирование морфофункциональных характеристик, которые находятся под воздействием множества факторов, в том числе социально-бытовых условий и климатогеографических особенностей [2]. Определяющим фактором в формировании человека является период раннего детства, который характеризуется быстрым ростом ребенка и интенсивным развитием его физических и психологических качеств, благодаря которым младенец трансформируется в социально интегрированную личность [3]. Следовательно, всестороннее исследование особенностей развития детей раннего возраста имеет принципиальное значение для решения задач, направленных на обеспечение их физического, психического и нравственного здоровья.

В целях раннего выявления врожденных и наследственных заболеваний, в соответствии с Федеральной программой «Расширенный неонатальный скрининг» и Приказом Минздрава РФ №274н, с начала 2023 года в России осуществляется комплексное обследование новорожденных. Данная программа включает определение достаточно редких врожденных нарушений обмена веществ, спинальной мышечной атрофии и первичных иммунодефицитов. Для диагностики последних используется метод количественной оценки эксцизионных колец рецепторов Т-клеток

(TREC) и каппа-делеционных рекомбинационных эксцизионных колец (KREC) в сухих пятнах крови [4].

Для эффективного выявления врожденных иммунных нарушений, представляющих потенциальную угрозу жизни новорожденных, применяется скрининг с использованием пороговых значений TREC и KREC, которые установлены ниже среднестатистических показателей для данной возрастной группы. Такой метод позволяет на ранней стадии выявить состояния, требующие безотлагательной углубленной диагностики и проведения терапии [5]. В Российской Федерации, согласно рекомендациям Минздрава, для неонатального скрининга определены следующие пороговые значения: 100 копий TREC и KREC на 10^5 лейкоцитов [6]. Если результат скрининга оказывается выше этого значения, то новорожденный считается условно здоровым в отношении искомых иммунодефицитных состояний и не нуждается в дальнейшем углубленном обследовании в рамках подтверждающей диагностики [6]. При этом следует отметить, что принятые пороговые значения для каждого анализата (TREC и KREC) находятся ниже границ 95% референтного интервала, которые составляют для TREC 460 копий, а для KREC — 270 копий на 10^5 клеток [7]. Поэтому новорожденные, у которых количественные значения TREC и KREC превышают скрининговый порог (≥ 100 копий), но не достигают нижних границ интервалов референсных значений (так называемая «серая зона» для исследуемых показателей), как правило, остаются вне зоны внимания педиатрической службы [7].

Динамическое исследование физического развития ребенка является необходимым условием для идентификации индивидуальных паттернов роста, созревания, а также темповых и гармонических характеристик развития. Вместе с тем, объём подобных исследований ограничен, и они, как правило, характеризуются выраженной региональной спецификой. В доступных литературных источниках не удалось обнаружить данных, касающихся особенностей физического развития детей раннего возраста, имевших при рождении погранично сниженные, но не патологические, показатели неонатального иммунологического скрининга.

Цель исследования — изучить изменения основных показателей физического развития в течение первого года жизни у детей с погранично сниженными показателями неонатального иммунологического скрининга.

Материалы и методы исследования

В ходе исследования проведена ретроспективная оценка амбулаторных карт (форма №025у) 135 новорожденных детей, прошедших расширенный неонатальный скрининг в медико-генетическом центре ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, и в последующем находившихся на диспансерном наблюдении на базе поликлинических учреждений здравоохранения г. Ростова-на-Дону. Из этих детей были сформированы две группы: I (основную) группу (45 человек: 19 девочек и 26 мальчиков) составили дети, у которых по результатам неонатального скрининга были выявлены показатели TREC и KREC ниже референсных значений, но превышающие скрининговый порог для первичных иммунодефицитов, т.е. могли быть отнесены к так называемой «серой зоне»; II (контрольная) группа (90 человек: 48 девочек и 42 мальчика) была сформирована из детей, имевших результаты TREC и KREC по данным скрининга в пределах референсных значений.

С целью изучения изменения во времени основных показателей физического развития у детей первого года жизни проводился анализ их антропометрических параметров в соответствии с общепринятыми методиками [8]. Оценка показателей длины и массы тела у детей осуществлялась посредством анализа данных из амбулаторных карт развития в следующие возрастные периоды: при рождении, в 1 месяц, 3, 6, 9 и 12 месяцев. Антропометрические показатели регистрировали с использованием стандартизированных инструментов: для измерения массы тела применялись поверенные детские весы, а для определения длины тела — стандартный ростомер в положении лежа.

В исследовании применялись следующие критерии исключения: дети, рождённые ранее 38 недель беременности; дети, матери которых имели некомпенсированную эндокринную или хроническую соматическую патологию; дети с наличием органической соматической, эндокринной или неврологической патологии, генетических заболеваний,

врожденных нарушений обмена веществ, ВИЧ-инфекции, а также дети, находившиеся на искусственном вскармливании с первых дней жизни.

Статистическая обработка данных осуществлялась с использованием программного обеспечения StatTech версии 4.8.6, разработанного компанией ООО «Статтех», Россия. Для оценки соответствия количественных показателей нормальному распределению применялись следующие критерии: критерий Шапиро-Уилка для выборок объемом менее 50 единиц и критерий Колмогорова-Смирнова для выборок объемом более 50 единиц. В ходе предварительного анализа было установлено, что количественные выборки не подчинялись нормальному распределению. Поэтому для описания и сравнения данных были использованы методы статистики, предназначенные для непараметрических данных. Количественные показатели представлены с помощью медианы (Me) и интерквартильного размаха [Q25; Q75]. Сравнение групп проводилось с использованием U-критерия Манна-Уитни. Статистически значимыми считались различия при значении $p < 0,05$.

Проведение исследования одобрено локальным этическим комитетом РостГМУ. У родителей получено письменное информированное согласие на обработку их персональных данных и данных детей.

Результаты исследования

Согласно полученным данным (табл. 1), определена тенденция к повышению массы тела при рождении у детей с погранично низкими показателями TREC и KREC по сравнению с контрольной группой ($p = 0,032$). При сопоставлении показателей массы тела у детей в возрасте 1, 3, 6 и 9 месяцев также отмечалось их повышение, не достигающее, однако, уровня статистической значимости ($p > 0,05$) в основной группе по сравнению с контрольной, но к году эти различия вновь становились статистически значимыми ($p = 0,045$). Следовательно, в течение первого года жизни дети со сниженными при рождении показателями TREC и KREC сохраняли траекторию опережающего физического развития по сравнению с остальными сверстниками.

В результате сопоставления длины тела детей в зависимости от исходных значений TREC и KREC (табл. 2) были установлены статистически значимые различия на всех этапах развития, то есть при рождении, в 1, 3, 6, 9, 12 месяцев ($p = 0,042$, $p = 0,049$, $p = 0,028$, $p = 0,004$, $p = 0,014$, $p = 0,045$ соответственно). Это говорит о том, что в течение первого года жизни динамика роста у детей в исследуемых группах была различной. Тенденция к превышению ростовых показателей определялась у детей 1-й группы от рождения до года.

В ходе исследования возник закономерный вопрос о влиянии половых различий на антропометрические показатели. Для его разрешения был проведен отдельный межгрупповой анализ изучаемых антропометрических характеристик мальчиков и девочек. Определяемая тенден-

Таблица 1.

Показатели массы тела детей первого года жизни (г) в зависимости от исходных результатов TREC и KREC по результатам расширенного неонатального скрининга (Ме; [Q25; Q75])

Возраст ребенка (мес)	I группа (n = 45)	II группа (n = 90)	P
0	3550 [3490; 3825]	3300 [3150; 3600]	0,032
1	4300 [4100; 4700]	4300 [4100; 4700]	0,128
3	6315 [5640; 6650]	6285 [5800; 6700]	0,184
6	8300 [7500; 8470]	7950 [7319; 8363]	0,153
9	9570 [9050; 10090]	9300 [8950; 9550]	0,366
12	11000 [10100; 11900]	10200 [9850; 10650,]	0,045

Таблица 2.

Показатели длины тела детей первого года жизни (см) в зависимости от исходных показателей TREC и KREC по результатам расширенного неонатального скрининга (Ме; [Q25; Q75])

Возраст ребенка (мес)	I группа (n = 45)	II группа (n = 90)	p
0	52,0 [51,0; 53,0]	51,0 [49,0; 52,0]	0,045
1	57,0 [55,0; 56,0]	55,0 [53,7; 57,0]	0,049
3	63,0 [61,0; 65,0]	62,0 [60,0; 64,1]	0,048
6	70,0 [67,0; 71,0]	68,0 [66,3; 69,2]	0,026
9	75,0 [72,0; 78,0]	72,5 [71,0; 74,3]	0,014
12	78,0 [76,0; 81,0]	76,0 [75,0; 79,0]	0,045

ция к повышению весоростовых показателей у детей основной группы сохранялась, согласно полученным данным, независимо от половой принадлежности. То есть как у девочек, так и у мальчиков основной группы (**рис. 1-4**), наблюдалось опережение исследуемых антропометрических показателей по сравнению с контрольной группой, достигавшее к году статистически значимых различий по массе тела ($p = 0,042$ и $p = 0,045$, соответственно, **рис. 3, 4**).

Обсуждение

Полученные данные свидетельствуют о наличии определенной взаимосвязи между темпами физического развития на первом году жизни и иммунным статусом детей при рождении, по крайней мере, оцененного в рамках расширенного неонатального скрининга на основании определения TREC и KREC в сухих пятнах крови. Наиболее статистически значимые различия между изучаемыми группами были получены по массе тела при рождении и в возрасте одного года, а по длине тела — практически на всех этапах исследования. При этом группа со сниженными обо-

ими показателями TREC и KREC при рождении обнаруживала опережение антропометрических показателей относительно других групп на всех этапах исследования, достигая к концу первого года жизни статистически значимых различий.

В доступной литературе встречается не так много публикаций о взаимосвязи иммунного статуса и антропометрических показателей. Тем не менее, в ряде исследований были обнаружены значимые обратные связи между весоростовыми характеристиками у взрослых лиц и частотой встречаемости регуляторных и обычных Treg-клеток, а также выявлена сильная связь между уровнем некоторых цитокинов с антропометрическими показателями [9]. Tregs — это специфические Т-клетки с иммуномодулирующими свойствами, которые играют решающую роль в смягчении воспаления и иммунного ответа. Предполагается, что при различных заболеваниях (например, аутоиммунных) Tregs участвуют в патофизиологических процессах [10]. С другой стороны, недавние исследования показывают, что избыточный вес и изменения состава тела влияют на иммунную систему и, таким образом, участвуют в развитии многих заболеваний, но особенно — метаболических

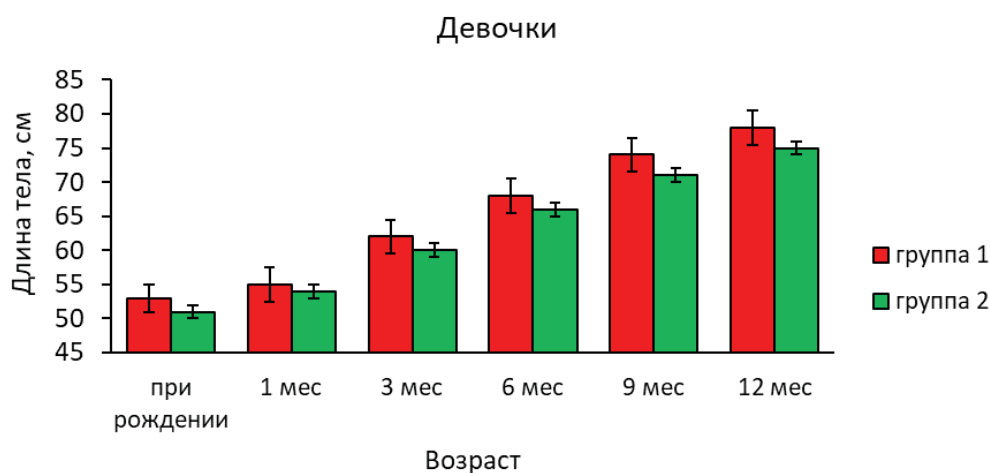


Рис. 1. Динамика длины тела (см) девочек исследуемых групп на 1-м году жизни.

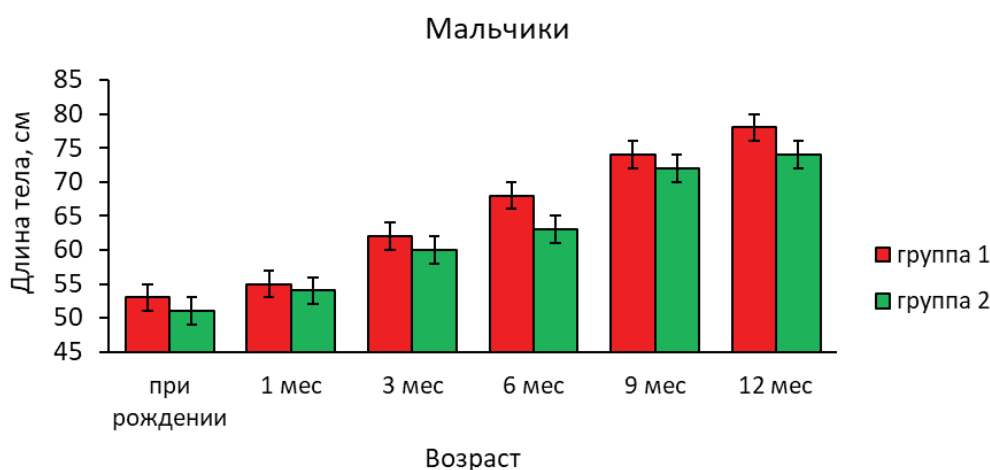


Рис. 2. Динамика длины тела (см) мальчиков исследуемых групп на 1-м году жизни.

нарушений [11]. Данная связь, по всей видимости, является корреляционной, а не причинно-следственной, но подчеркивает важность выводов, полученных в ходе настоящего исследования.

Широко распространено мнение, что больший рост у мужчин и большее ожирение у женщин отражают контрастные стратегии распределения энергии в конкурирующих тканях под влиянием полового отбора. Развитие и поддержание крупного тела часто энергетически затратно для особи, и многие организмы не могут позволить себе выделять ресурсы на каждую конкурирующую потребность в равной степени. Например, если ресурсы должны быть отвлечены от иммунной функции, чтобы максимизировать проявление вторичного полового признака, самцы могут страдать от повышенной восприимчивости к паразитам и патогенам [12]. Теория жизненного цикла предполагает, что индивидум не может вкладывать равные ресурсы во все свои потребности, и выделение ограниченных ресурсов на различные функции организма приводит к многочисленным компромиссам между конкурирующими потребностями [12]. Ускорение роста в детстве, равно

как и поддержание большого размера тела в более старшем возрасте может быть дорогостоящим с точки зрения снижения способности организма вырабатывать иммунитет против новых патогенов в онтогенезе.

В научной литературе присутствуют исследования, демонстрирующие связь между характеристиками телосложения и размерами тела на протяжении жизни человека и риском развития ревматоидного артрита. Так, установлено, что средняя форма тела в период полового созревания и среднекрупная форма тела в перименопаузе коррелируют с умеренно повышенным риском заболевания [13]. Более того, у женщин, не подвергавшихся воздействию курения, крупная траектория изменения формы тела от периода полового созревания до перименопаузы ассоциируется с двукратным увеличением риска возникновения ревматоидного артрита [13].

В некоторых работах приведены доказательства о взаимосвязи иммунного статуса и антропометрических показателей в детском возрасте, например, получены данные о взаимосвязи между массой тела у детей при рождении и уровнем TREC и KREC в сухих пятнах крови по резуль-

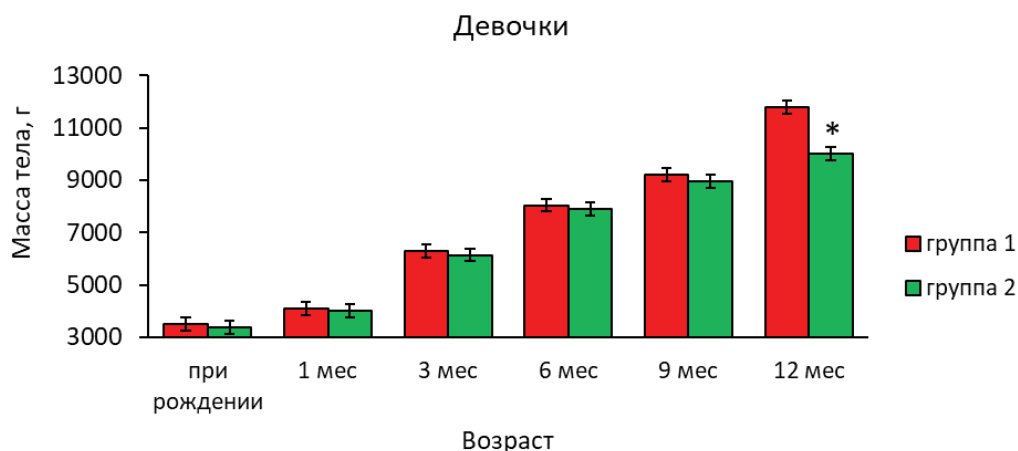


Рис. 3. Динамика массы тела (г) девочек исследуемых групп на 1-м году жизни. Статистическая значимость межгрупповых различий: * — $p < 0,05$ (U-критерий Манна-Уитни).

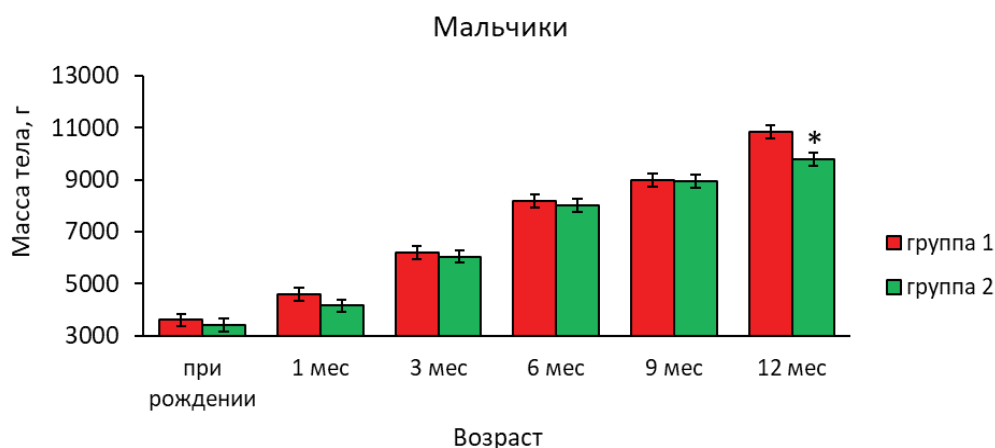


Рис. 4. Динамика массы тела (г) мальчиков исследуемых групп на 1-м году жизни. Статистическая значимость межгрупповых различий: * — $p < 0,05$ (U-критерий Манна-Уитни).

татам расширенного неонатального скрининга, в частности, у недоношенных детей [14].

В нескольких исследованиях изучалась взаимосвязь между индексом массы тела (ИМТ) у детей и риском инфекции. Так недостаточный вес или ожирение у детей во многих исследованиях были связаны с повышенным риском заболевания различными паразитарными, вирусными и бактериальными инфекциями или их тяжестью [15]. Следовательно, измерение массы тела у детей, в сочетании с другими начальными оценками состояния детей с инфекционными заболеваниями, может служить эффективным инструментом для оптимизации лечения и прогнозирования исхода у данной категории пациентов.

В ходе некоторых исследований была выявлена взаимосвязь между избыточной массой тела у детей раннего возраста и развитием инфекций мочевыводящих путей, хотя следует отметить, что эти исследования имели ретроспективный характер и являлись одноцентровыми [16].

Дети, демонстрировавшие высокие, низкие и выравнивающиеся траектории ИМТ с момента рождения до двухлетнего возраста, имели повышенную вероятность развития астмы и обструктивного спирометрического паттерна к 18 годам [17].

Обнаружено, что повышенный ИМТ у детей в возрасте от 6 до 18 месяцев является точным предиктором риска развития раннего детского ожирения [18]. Согласно стандартам, дети старше двух лет считаются имеющими избыточный вес, если их ИМТ соответствует 85-му процентилю или выше для их возраста и пола. Диагноз ожирения ставится при ИМТ, равном 95-му процентилю или выше. Хотя обычно это не делается, ИМТ младенцев можно отследить на диаграммах роста Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) от рождения до 24 месяцев. В целом многие исследователи, изучавшие те или иные маркёры иммунитета у детей, подтверждали наличие их связи с длиной тела в разных временных периодах онтогенеза [19]. Развитие иммунитета на ранних этапах жиз-

ни конкурирует с ростом, учитывая, что и то, и другое требует значительных энергетических вложений. Возможно, в условиях высокого содержания патогенов, где издержки недостаточной иммунной функции, вероятно, выше, чем меньший рост, эти изменения могут обеспечить дополнительный защитный эффект организму в некоторых случаях.

Обнаруженные взаимосвязи могут также являться очередной иллюстрацией синергизма функционирования единой нейроэндокринноиммунной системы. Так, в предшествующих наших публикациях уже обсуждалась очевидное взаимное влияние некоторых гормональных показателей, в том числе, имеющих отношение к регуляции весовых процессов, и определенных характеристик врожденного и адаптивного иммунитета [20]. Это взаимодействие основано на значительных трансформациях на уровне эпигенетики, транскрипции и функциональной активности различных типов клеток и тканей. Гормональные изменения в различные возрастные периоды коррелируют с функционированием иммунной системы и предрасположенностью к определенным как воспалительным, так и аутоиммунным заболеваниям [20].

Заключение

Таким образом, наше исследование выявляет актуальную научную проблему взаимосвязи между ростовыми процессами и особенностями формирования иммунной системы у вполне благополучного с точки зрения педиатрической науки контингента детей, родившихся доношенными, соматически и генетически здоровыми. Несмотря на значительные успехи в изучении врожденного иммунитета за последние годы, большинство связей между ним и другими физиологическими процессами описаны преимущественно на фенотипическом уровне и требуют более глубокого молекулярно-биологического анализа. Сложность и взаимосвязанность этих механизмов затрудняют проведение комплексных исследований, что приводит к фрагментарности существующих данных. Сохраняется множество вопросов о том, каким образом, какими механизмами различные звенья иммунной функции и активации связаны с ростом, являются ли они краткосрочными или долгосрочными процессами, а также как различные факторы, например, социально-экономические, нутритивные и прочие, смягчают или усугубляют эти эффекты.

Список литературы

1. Петеркова В.А., Таранушенко Т.Е., Киселева Н.Г., Теппер Е.А., Терентьева О.А. Оценка показателей физического развития в детском возрасте. *Медицинский Совет*. 2016; 7: 28–35. DOI: 10.21518/2079-701X-2016-07-28-35
2. Пастбина И.М., Макарова В.И., Харькова О.А. Динамика показателей физического развития детей, находящихся в трудной жизненной ситуации. *Бюллетень медицинской науки*. 2023; 1(29): 91–98. DOI 10.31684/25418475-2023-1-91
3. Нагаева, Т.А., Басарева Н.И., Пономарева Д.А. *Основы формирования здоровья детей и подростков: курс лекций: учебное пособие*. Томск: СибГМУ; 2020; 196 с.
4. Воронин С.В., Захарова Е.Ю., Байдакова Г.В., Марахонов А.В., Щагина О.А., Рыжкова О.П., Шилова Н.В., Румянцев А.Г., Щербина А.Ю., Мухина А.А., Новичкова Г.А., Шешко Е.Л., Захарова В.В., Ляхова Е.А., Ефимова И.Ю., Куцев С.И. Расширенный неонатальный скрининг на наследственные заболевания в России: первые итоги и перспективы. *Педиатрия. Журнал имени Г.Н. Сперанского*. 2024; 103(1): 16–29. DOI: 10.24110/0031-403X-2024-103-1-16-29
5. Сайтгалина М.А., Останкова Ю.В., Любимова Н.Е. Семенов А.В., Кузнецова Р.Н., Тотолян А.А. Модифицированный метод количественного определения уровней TREC и KREC в периферической крови у больных с иммунодефицитными состояниями. *Инфекция и иммунитет*. 2022; 12(5): 981–996. DOI: 10.15789/2220-7619-MMF-2039
6. Продеус А.П., Одинаева Н.Д., Воронин С.В., Захарова И.Н., Тузанкина И.А., Володин Н.Н., Жданов К.В., Пампура А.Н., Садыкова Д.И., Кондратьева Е.И., Корсунский А.А., Дегтярева Е.А., Савостьянов К.В., Трусова С.А., Лобенская А.Ю., Никонова Е.С., Лебедева А.С., Лошкова Е.В., Денисова В.Д., Румянцев А.Г. Методические рекомендации по маршрутизации, мониторингу и тактике ведения иммунокомпрометированных детей групп риска и пациентов с врожденными ошибками иммунитета. *Педиатрия. Журнал имени Г.Н. Сперанского*. 2024; 10 (6): 218–245. DOI: 10.24110/0031-403X-2024-103-6-218-245
7. Попова Л.Ю., Алеманова Г.Д., Чайникова И.Н., Кудлай Д.А., Злодеева Е.А., Альбакасова А.А. Селективный скрининг иммунных нарушений у новорожденных и детей раннего возраста. *Молекулярная медицина*. 2023; 21(2): 39–45. DOI: 10.29296/24999490-2023-02-06
8. Петеркова В.А., Нагаева Е.В., Ширяева Т.Ю. *Оценка физического развития детей и подростков (методические рекомендации)*. Москва: ФГБУ «НМИЦ Эндокринологии» 2017. 94 с.
9. Schmitz T., Freuer D., Meisinger C., Linseisen J. Associations between anthropometric parameters and immune-phenotypical characteristics of circulating Tregs and serum cytokines. *Inflamm. Res*. 2023;72(9): 1789–1798. DOI: 10.1007/s00011-023-01777-1
10. Sakaguchi S., Mikami N., Wing J.B., Tanaka A., Ichiyama K., Ohkura N. Regulatory T cells and human disease. *Annu. Rev. Immunol*. 2020; 38: 541–566. DOI: 10.1146/annurev-immunol-042718-041717
11. McLaughlin T., Ackerman S.E., Shen L., Engleman E. Role of innate and adaptive immunity in obesity-associated metabolic disease. *J. Clin. Invest*. 2017; 127(1): 5–13. DOI: 10.1172/JCI88876
12. Krams I.A., Skrinda I., Kecko S., Moore F.R., Krama T., Kaasik A., Meija L., Lietuviets V., Rantala M.J. Body height affects the strength of immune response in young men, but not young women. *Sci. Rep*. 2014; 4: 6223. DOI: 10.1038/srep06223
13. Salliot C., Nguyen Y., Mariette X., Boutron-Ruault M.C., Seror R. Anthropometric Measures and Risk of Rheumatoid Arthritis in the French E3N Cohort Study. *Nutrients*. 2022; 14(5): 934. DOI: 10.3390/nu14050934
14. Cheremokhin D.A., Shinwari K., Deryabina S.S., Bolkov M.A., Tuzankina I.A., Kudlay D.A. Analysis of the TREC and KREC Levels in the Dried Blood Spots of Healthy Newborns with Different Gestational Ages and Weights. *Acta Naturae*. 2022; 14(1): 101–108. DOI: 10.32607/actanaturae.11501
15. Hashemian H., Esfandiari M.A., Dalili S. Childhood Body Mass Index (BMI) and the Risk of Infection: A Narrative Review. *J. Comp. Pediatr*. 2023; 14(2): e135110. DOI: 10.5812/compreped-135110

16. Park P.G., Kim J.H., Ahn Y.H., Kang H.G. Association of body weight and urinary tract infections during infancy: a nationwide comparative matched cohort study. *Child. Kidney Dis.* 2023; 27(2): 111–116. DOI: 10.3339/ckd.23.020
17. Ali G.B., Bui D.S., Lodge C.J., Waidyatillake N.T., Perret J.L., Sun C., Walters E.H., Abramson M.J., Lowe A.J., Dharmage S.C. Infant body mass index trajectories and asthma and lung function. *J. Allergy Clin. Immunol.* 2021; 148(3): 763–770. DOI: 10.1016/j.jaci.2021.02.020
18. Smego A., Woo J.G., Klein J., Suh C., Bansal D., Bliss S., Daniels S.R., Bolling C., Crimmins N.A. High Body Mass Index in Infancy May Predict Severe Obesity in Early Childhood. *J. Pediatr.* 2017; 183: 87–93. e1. DOI: 10.1016/j.jpeds.2016.11.020
19. Garcia A.R., Blackwell A.D., Trumble B.C., Stieglitz J., Kaplan H., Gurven M.D. Evidence for height and immune function trade-offs among preadolescents in a high pathogen population. *Evol. Med. Public Health.* 2020; 2020(1): 86–99. DOI:10.1093/emph/eoaa017
20. Пузикова О.З., Чурюкина Э.В., Московкина А.В., Гафиятуллина Г.Ш., Харитонов М.В., Амамчян А.Э., Кравченко Л.В. Роль половых гормонов в регуляции врожденного иммунитета. *РМЖ. Медицинское обозрение.* 2025; 9(2): 119–124. DOI: 10.32364/2587-6821-2025-9-2-4.

References

1. Peterkova V.A., Taranushenko T.E., Kiseleva N.G., Tepper E.A., Terentyeva O.A. [Assessment of indicators of physical development in childhood]. *Meditsinskii sovet [Medical Council]*. 2016; 7: 28–35. DOI: 10.21518/2079-701X-2016-07-28-35 (in Russian)
2. Pastbina I.M., Makarova V.I., Kharkova O.A. [Dynamics of physical development indicators in children in difficult life situations]. *Byulleten' meditsinskoi nauki [Bulletin of Medical Science]*. 2023; 1(29): 91–98. DOI 10.31684/25418475-2023-1-91. (in Russian)
3. Nagaeva T.A., Basareva N.I., Ponomareva D.A. [Fundamentals of Health Formation in Children and Adolescents: Lecture Course: Textbook]. Tomsk: Izdatelstvo SibGMU [Publishing House of SibSMU]. 2020. 196 p. (in Russian)
4. Voronin S.V., Zakharova E.Yu., Baidakova G.V., Marakhonov A.V., Shchagina O.A., Ryzhkova O.P., Shilova N.V., Rumyantsev A.G., Shcherbina A.Yu., Mukhina A.A., Novichkova G.A., Sheshko E.L., Sakharova V.V., Lyakhova E.A., Efimova I.Yu., Kutsev S.I. [Expanded neonatal screening for hereditary diseases in Russia: initial results and prospects]. *Pediatrics. Zhurnal imeni G.N. Speranskogo [Pediatrics. Journal named after G.N. Speransky]*. 2024; 103(1): 16–29. DOI: 10.24110/0031-403X-2024-103-1-16-29 (in Russian)
5. Saitgalina M.A., Ostankova Y.V., Lyubimova N.E., Semenov A.V., Kuznetsova R.N., Totolyan A.A. [Modified method for quantitative determination of TREC and KREC levels in peripheral blood of patients with immunodeficiency conditions]. *Infektsiya i immunitet [Russian Journal of Infection and Immunity]*. 2022; 12(5): 981–996. DOI: 10.15789/2220 7619-MMF-2039 (in Russian)
6. Prodeus A.P., Odinaeva N.D., Voronin S.V., Zakharova I.N., Tuzankinab I.A., Volodin N.N., Zhdanov K.V., Pampura A.N., Sadykova D.I., Kondratyeva E.I., Korsunsky A.A., Degtyareva E.A., Savostyanov K.V., Trusova S.A., Lobenskaya A.Yu., Nikonova E.S., Lebedeva A.S., Loshkova E.V., Denisova V.D., Rumyantsev A.G. [Methodological recommendations for routing, monitoring, and management tactics for immunocompromised children at risk groups and patients with congenital immunodeficiencies]. *Pediatrics. Zhurnal imeni G.N. Speranskogo [Pediatrics. Journal named after G.N. Speransky]*. 2024; 103(6): 218–245. DOI: 10.24110/0031-403X-2024-103-6-218-245 (in Russian)
7. Popova L.Yu., Alemanova G.D., Chainikova I.N., Kudlay D.A., Zlodeeva E.A., Albakasova A.A. [Selective screening of immune disorders in newborns and young children]. *Molekulyarnaya meditsina [Molecular Medicine]*. 2023; 21(2): 39–45. DOI: 10.29296/24999490-2023-02-06 (in Russian)
8. Peterkova V.A., Nagaeva E.V., Shiryayeva T.Yu. [Assessment of physical development of children and adolescents (methodological recommendations)]. Moscow: Federal State Budgetary Institution «National Medical Research Center of Endocrinology»; 2017. 94 p. (in Russian)
9. Schmitz T., Freuer D., Meisinger C., Linseisen J. Associations between anthropometric parameters and immune-phenotypical characteristics of circulating Tregs and serum cytokines. *Inflamm. Res.* 2023; 72(9): 1789–1798. DOI: 10.1007/s00011-023-01777-1
10. Sakaguchi S., Mikami N., Wing J.B., Tanaka A., Ichijama K., Ohkura N. Regulatory T cells and human disease. *Annu. Rev. Immunol.* 2020; 38: 541–566. DOI: 10.1146/annurev-immunol-042718-041717
11. McLaughlin T., Ackerman S.E., Shen L., Engleman E. Role of innate and adaptive immunity in obesity-associated metabolic disease. *J. Clin. Invest.* 2017; 127(1): 5–13. DOI: 10.1172/JCI88876
12. Krams I.A., Skrinda I., Kecko S., Moore F.R., Krama T., Kaasik A., Meija L., Lietuviets V., Rantala M.J. Body height affects the strength of immune response in young men, but not young women. *Sci. Rep.* 2014; 4: 6223. DOI: 10.1038/srep06223
13. Salliot C., Nguyen Y., Mariette X., Boutron-Ruault M.C., Seror R. Anthropometric Measures and Risk of Rheumatoid Arthritis in the French E3N Cohort Study. *Nutrients.* 2022; 14(5): 934. DOI: 10.3390/nu14050934
14. Cheremokhin D.A., Shinwari K., Deryabina S.S., Bolkov M.A., Tuzankina I.A., Kudlay D.A. Analysis of the TREC and KREC Levels in the Dried Blood Spots of Healthy Newborns with Different Gestational Ages and Weights. *Acta Naturae.* 2022; 14(1): 101–108. DOI: 10.32607/actanaturae.11501
15. Hashemian H., Esfandiari M.A., Dalili S. Childhood Body Mass Index (BMI) and the Risk of Infection: A Narrative Review. *J. Comp. Pediatr.* 2023; 14(2): e135110. DOI: 10.5812/compreped-135110
16. Park P.G., Kim J.H., Ahn Y.H., Kang H.G. Association of body weight and urinary tract infections during infancy: a nationwide comparative matched cohort study. *Child. Kidney Dis.* 2023; 27(2): 111–116. DOI: 10.3339/ckd.23.020
17. Ali G.B., Bui D.S., Lodge C.J., Waidyatillake N.T., Perret J.L., Sun C., Walters E.H., Abramson M.J., Lowe A.J., Dharmage S.C. Infant body mass index trajectories and asthma and lung function. *J. Allergy Clin. Immunol.* 2021; 148(3): 763–770. DOI: 10.1016/j.jaci.2021.02.020
18. Smego A., Woo J.G., Klein J., Suh C., Bansal D., Bliss S., Daniels S.R., Bolling C., Crimmins N.A. High Body Mass Index in Infancy May Predict Severe Obesity in Early Childhood. *J. Pediatr.* 2017; 183: 87–93. e1. DOI: 10.1016/j.jpeds.2016.11.020
19. Garcia A.R., Blackwell A.D., Trumble B.C., Stieglitz J., Kaplan H., Gurven M.D. Evidence for height and immune function trade-offs among preadolescents in a high pathogen population. *Evol. Med. Public Health.* 2020; 2020(1): 86–99. DOI:10.1093/emph/eoaa017
20. Puzikova O.Z., Churyukina E.V., Moskovkina A.V., Gafiyatullina G. Sh., Kharitonova M.V., Amamchyan A.E., Kravchenko L.V. [The role of sex hormones in the regulation of innate immunity]. *RMZh. Meditsinskoye obozreniye [RMJ. Medical Review]*. 2025; 9(2): 119–124. DOI: 10.32364/2587-6821-2025-9-2-4 (in Russian).

Сведения об авторах:

Пузикова Олеся Зиновьевна — доктор медицинских наук, профессор кафедры нормальной физиологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; <https://orcid.org/0000-0002-2868-0664>

Евдокимова Галина Борисовна — врач-неонатолог отделения новорожденных Государственного бюджетного учреждения Ростовской области «Центральная Городская Больница имени Н.А. Семашко» в г.Ростове-на-Дону; <https://orcid.org/0009-0000-9139-8488>

Гафиятуллина Гюзаль Шамилевна — доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой нормальной физиологии, проректор по обучению иностранных граждан и международному сотрудничеству Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; <https://orcid.org/0000-0002-7656-2101>

Морданов Сергей Викторович — кандидат медицинских наук, заведующий лабораторным отделом медико-генетического центра Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; <https://orcid.org/0000-0001-7924-4945>

Караханян Карина Суменовна — кандидат биологических наук, доцент кафедры нормальной физиологии, доцент кафедры медицинской физики, математики и информационных технологий Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; <https://orcid.org/0000-0003-0519-0248>

Кижеватова Елена Александровна — старший преподаватель кафедры медицинской физики, математики и информационных технологий Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; <https://orcid.org/0000-0002-7127-0214>

Евдокимов Владислав Петрович — студент 4 курса лечебно-профилактического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; <https://orcid.org/0009-0003-2228-901X>