

И.Л. Шадрин^{1, 2}, Е.А. Балашова¹¹ Самарская городская больница № 7, Самара, Россия² Самарский ГМУ, Самара, Россия

Влияние латентного дефицита железа и его последующей коррекции на показатели функциональных возможностей мальчиков-подростков

Автор, ответственный за переписку:

Балашова Елена Анатольевна, доктор медицинских наук, доцент, доцент кафедры госпитальной педиатрии ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России

Адрес: 443099, Самара, ул. Чапаевская, 89, тел. раб.: +7 (846) 374-10-04, тел. моб.: +7 (927) 603-22-98,

e-mail: e.a.balashova@samsmu.ru

Обоснование. Дефицит железа остается наиболее частым нутриентным дефицитом в мире. Его негативное влияние на физическое и психомоторное развитие определяет необходимость быстрой и полной его коррекции. Тем не менее, клиническая эффективность саплементации железа и ее влияние на функциональные возможности организма, особенно при латентном дефиците железа (ЛДЖ), остаются малоизученными. **Цель исследования** — выявить влияние саплементации железа в различной дозировке на функциональные возможности здоровых мальчиков-подростков с учетом первоначального уровня запасов железа. **Методы.** Проведено обследование мальчиков-подростков 12–17 лет I–II групп здоровья, обучающихся в Самарском кадетском корпусе. По результатам обследования (ОАК, уровень сывороточного ферритина) дети разделены на группы: основная — 20 детей с дефицитом железа (3 ребенка с выявленной железодефицитной анемией (ЖДА) не включены в анализ для данной статьи), контрольная — 99 детей. Все дети получали препараты железа в течение 30 дней: при ЛДЖ — 2,5 мг/кг/сут, здоровые — 15 мг/сут. **Результаты.** После 30 дней приема препарата железа нормализация уровня сывороточного ферритина произошла только у 75% (16) детей. Среднее время пробы Генчи составило 20" (16 ± 25) у здоровых и 17,5" (11,25 ± 21,75) при дефиците железа ($p = 0,081$). В группе ЛДЖ отмечается тенденция к удлинению времени задержки дыхания на выдохе после саплементации ($p = 0,068$). Время восстановления частоты сердечных сокращений до саплементации по результатам пробы Мартине – Кушелевского составило 118,8 ± 71,7" в основной и 168,0 ± 98,5" в контрольной группе ($p = 0,045$) и после саплементации уменьшилось в только основной группе ($p = 0,009$). Мышечная сила детей групп сравнения не отличалась до ($p = 0,486$) и после ($p = 0,567$) саплементации, однако в контрольной группе увеличилась относительно первоначальных значений ($p = 0,003$). До саплементации показатели физической подготовленности в группах не отличались. После саплементации в основной группе достоверно улучшились показатели времени бега на 60 м ($p = 0,038$). В контрольной группе обнаружена положительная динамика в отношении трех показателей: подтягиваний из виса на высокой перекладине ($p = 0,019$), прыжка в длину ($p = 0,026$) и бега на 60 м (0,018). При этом различий между основной и контрольной группами после саплементации не обнаружено. **Заключение.** Дефицит железа оказывает умеренное негативное влияние на адаптивные возможности дыхательной и сердечно-сосудистой систем и утомляемость. Саплементация железа при дефиците железа преимущественно улучшает показатели сердечно-сосудистой системы, при нормальных запасах железа — показатели мышечной силы и физической подготовленности.

Ключевые слова: подростки, дефицит железа, состояние здоровья, функциональные возможности

Для цитирования: Шадрин И.Л., Балашова Е.А. Влияние латентного дефицита железа и его последующей коррекции на показатели функциональных возможностей мальчиков-подростков. *Российский педиатрический журнал*. 2022; 3(2): 387–395. doi: <https://doi.org/10.15690/rpj.v3i2.2422>

ОБОСНОВАНИЕ

Дефицит железа остается нерешенной глобальной проблемой и, согласно данным UNICEF, железодефицитная анемия (ЖДА) ответственна в мире у детей 10–14 лет за 450 лет жизни с поправкой на инвалидность на 100 000 населения, что соответствует третьему ранговому месту [1]. Кроме того, помимо ЖДА, существует проблема латентного дефицита железа (ЛДЖ), распространенность которого, вероятно, как минимум в два раза выше [2]. Традиционно мальчики-подростки не входят в группу риска по дефициту железа и ЖДА [3]. Тем не менее, некоторые исследования обнаруживают высокую частоту данного состояния у подростков [4], поскольку у них существуют дополнительные факторы риска железо-

дефицитных состояний: недостаточное поступление железа с пищей в связи с несбалансированной диетой, повышенные потребности ввиду ускоренных темпов роста (пубертатный «скачок» роста) и заболевания/состояния, сопровождающиеся повышенными потерями железа [5]. Повышенная потребность в железе может быть связана и с интенсивными физическими нагрузками, особенно у спортсменов [6].

На сегодняшний день накоплено достаточно сведений, подтверждающих негативное влияние дефицита железа на физическое и психомоторное развитие [7], однако большинство исследований сосредоточены на детях младшего возраста и не рассматривают данную проблему у подростков, особенно у мальчиков.

Цель исследования

Цель исследования — выявить влияние саплементации железа в лечебной, профилактической и физиологической дозировках на функциональные возможности здоровых мальчиков-подростков с учетом первоначального уровня запасов железа.

МЕТОДЫ

Проведено проспективное исследование влияния дефицита железа и его коррекции на функциональные возможности подростков 12–17 лет.

Дизайн исследования

При включении в исследование всем детям проведены полное клиническое обследование с привлечением узких специалистов (хирург-ортопед, офтальмолог, эндокринолог, стоматолог), термометрия, антропометрия (длина тела стоя и сидя, масса тела, окружность грудной клетки, талии, бедер, головы) в рамках профилактического осмотра в соответствии с приказом Министерства здравоохранения Российской Федерации от 10 августа 2017 г. № 514н «О Порядке проведения профилактических медицинских осмотров несовершеннолетних». Результаты оценки физического и полового развития не входят в рамки данной статьи и будут опубликованы дополнительно. Всем детям проведены функциональные пробы: мышечная сила, частота сердечных сокращений и артериальное давление в покое, проба Мартине – Кушелевского, проба Генчи, координаторные пробы и оценка физической подготовленности [8]. Всем детям произведен забор венозной крови в пробирки Vacuett (Greiner, Австрия) с активатором свертывания (4,5 мл) для определения ферритина

и С-реактивного белка в сыворотке и в пробирки Vacuett (Greiner, Австрия) с КЗ ЭДТА (4,5 мл) для определения общего анализа крови. Доставка материала в лабораторию осуществлялась в течение не более 3 ч с момента забора.

Общий анализ крови проведен на автоматическом гематологическом анализаторе Sysmex XT-2000i (Sysmex, Япония) методом флуоресцентной проточной цитометрии, уровня ферритина и С-реактивного белка — на автоматическом биохимическом анализаторе Integra 400 plus (Roche, Швейцария) иммунотурбидиметрическим методом.

Детям с выявленным дефицитом железа проведено контрольное лабораторное исследование после 1 мес перорального приема препаратов железа с целью определения эффективности проводимой терапии препаратами железа и принятия решения о ее пролонгации.

Продолжительность полного обследования (лабораторного, клинического и функционального) на этапе включения в исследование — 4 дня.

Критерии соответствия

Критерии включения в исследование: возраст на момент проведения исследования от 12 до 15 полных лет, согласие родителей или законных представителей на участие в исследовании, отсутствие жидкого стула в течение 7 дней до лабораторного исследования.

Критерии исключения: невозможность проведения общего анализа крови и/или биохимического анализа крови (образование сгустка, гемолиз, недостаточный объем материала для исследования); острые инфекционные заболевания, сопровождающиеся гипертермией, в течение всего периода исследования; возникновение побочных

Inna L. Shadrina^{1, 2}, Elena A. Balashova¹

¹ Samara City Hospital № 7, Samara, Russian Federation

² Samara State Medical University, Samara, Russian Federation

The Role of Latent Iron Deficiency and Its Subsequent Correction in Adolescent Boys' Functional Performance

Background. Iron deficiency remains the most frequent nutrient deficiency in the world. Its negative impact on the physical and psychomotor development determines the importance of its timely, fast, and complete correction. Thus, the clinical efficacy of iron supplementation and its effect on body function, especially in latent iron deficiency (LID), is still insufficiently studied. **Objective.** The aim of the study is to identify the effect of iron supplementation in various dosages on functional performance of healthy adolescent boys but considering the initial iron levels. **Methods.** The study covered teenage boys 12–17 years old from I and II health groups studying in Samara Cadet Corps. All children were divided into groups according to the examination results (CBC, serum ferritin level): study group — 20 children with iron deficiency (3 children with iron deficiency anemia (IDA) were not included in this analysis), and the control group — 99 children. All children received iron supplements for 30 days: children with LID — 2.5 mg/kg/day, healthy children — 15 mg/day. **Results.** Normalization of serum ferritin was achieved only in 75% (16) of children after 30 days of iron intake. The mean timed expiratory capacity was 20" (16 ± 25) in healthy and 17.5" (11.25 ± 21.75) in iron deficiency ($p = 0.081$) group. There is a tendency to prolong the breath retention time on exhalation after supplementation in LID group ($p = 0.068$). The recovery time of heart rate before supplementation was 118.8 ± 71.7" in study group and 168.0 ± 98.5" in control group ($p = 0.045$) according to the results of the Martin – Kushelevsky test. After supplementation it has decreased only in study group ($p = 0.009$). The children's muscle strength in compared groups did not differ before ($p = 0.486$) and after ($p = 0.567$) supplementation, however, it has increased in the control group regarding the initial values ($p = 0.003$). Physical fitness indicators in both groups did not differ before supplementation. Study group significantly improved the running time by 60 m ($p = 0.038$) after supplementation. Control group has shown positive dynamics for three indicators: pulling out from suspension on high bar ($p = 0.019$), long jump ($p = 0.026$), and running at 60 m (0.018). Moreover, there were no differences between study and control groups after supplementation. **Conclusion.** Iron deficiency has moderate negative effect on adaptive respiratory and cardiovascular capabilities and fatigue. Iron supplementation mainly improves the indicators of cardiovascular system in case of iron deficiency, and indicators of muscle strength and physical fitness in case of normal iron levels.

Keywords: adolescents, iron deficiency, health condition, functional performance

For citation: Shadrina Inna L., Balashova Elena A. The Role of Latent Iron Deficiency and Its Subsequent Correction in Adolescent Boys' Functional Performance. *Rossiiskij pediatričeskij žurnal — Russian Pediatric Journal*. 2022;3(2):387–395 (In Russ). doi: <https://doi.org/10.15690/rpj.v3i2.2422>

эффектов саплементации железа, включая головную боль, диарею, тошноту, боль в животе, запор, рвоту, изменение цвета эмали зубов, гастрит, зуд, сыпь, крапивницу, эритему, мышечные спазмы и миалгию, или любых других — за исключением изменения цвета кала. В рамках данной статьи из анализа дополнительно исключены трое детей с ЖДА.

Условия проведения

Исследование выполнено на базе ФГКОУ «Самарский кадетский корпус Министерства Внутренних дел Российской Федерации», г. Самара. Проведение исследования среди учеников одного учреждения закрытого типа позволяет исключить влияние таких переменных факторов, как социально-экономические условия, рацион питания, интенсивность образовательного процесса, а также влияние хронической соматической патологии, так как в соответствии с условиями приема в училище все дети были I или II групп здоровья.

Продолжительность исследования

Исследование проведено в период с 18.02.2021 по 14.05.2021 методом сплошной выборки в рамках планового профилактического осмотра.

Описание медицинского вмешательства

Все дети с 1-го по 30-й день исследования получали пероральные препараты железа. По результатам анализов в соответствии с описанными ниже лабораторными критериями дети разделены на три ветви: здоровые, с ЛДЖ и с ЖДА.

В качестве препарата для саплементации железа использовался железо (III) гидроксид полимальтозат. По данным метаанализа, данная форма железа переносится лучше солевых препаратов железа, вызывает меньше нежелательных явлений [9] и при этом высокоэффективна в терапии ЖДА [10].

В соответствии с официальной инструкцией и физиологическими потребностями здоровые подростки получали 15 мг/сут (1,5 мл) железа (III) гидроксид полимальтозата в виде сиропа 1 раз в день во время завтрака на 1–30-й день исследования включительно [11]. Дети с установленным ЛДЖ получали 2,5 мг/кг/сут железа (III) гидроксид полимальтозата в виде жевательных таблеток в зависимости от массы тела 1 раз в день во время завтрака на 1–30-й день исследования включительно.

В соответствии с приказом МВД России от 23 июня 2020 г. № 444 «О некоторых вопросах продовольственного обеспечения отдельных категорий сотрудников и иных категорий лиц в органах внутренних дел Российской Федерации в мирное время» (зарегистрирован в Минюсте России 24 сентября 2020 г. № 60013) все дети с момента поступления в кадетский корпус получали ежедневно 1 драже поливитаминного препарата (Ревит: аскорбиновая кислота — 35 мг, ретинола пальмитат — 1,38 мг, рибофлавин — 1 мг, тиамин гидрохлорид — 1 мг). Так как витамин С, по некоторым данным, улучшает биодоступность препаратов железа [12, 13] или как минимум не оказывает влияния на всасывание железа [14], данное назначение не отменялось и препараты принимались совместно.

Опрос с целью выявления и регистрации возможных нежелательных эффектов саплементации, включая головную боль, изменение цвета кала, диарею, тошноту, боль в животе, запор, рвоту, изменение цвета эмали зубов, гастрит, зуд, сыпь, крапивницу, эритему, мышечные спазмы и миалгию, проводился ежедневно; полный клинический осмотр всех участников исследования проводился на 7, 14, 21-й дни исследования.

Исходы исследования

Основной исход исследования

Основной исход: нормализация уровня сывороточного ферритина, наступление нежелательных явлений, изменение показателей функциональных проб.

Анализ в подгруппах

Анализ в подгруппах не проводился.

Методы регистрации исходов

Мышечная сила определялась кистевым динамометром путем проведения трех измерений и фиксации максимального результата [15]. Дополнительно рассчитывался силовой показатель по формуле: мышечная сила, даН / вес, кг × 100%. Полученный показатель сравнивался с нормативным [16].

Физическая подготовленность оценивалась по следующим тестам: подтягивание из виса на высокой перекладине, поднятие туловища из положения лежа на спине, прыжок в длину с места толчком двумя ногами, челночный бег 3 × 10 м, бег на 60 м и бег на 2000 м. Оценка проводилась в соответствии с нормами ГТО для соответствующей возрастной группы (Приказ Министерства спорта РФ от 19 июня 2017 г. № 542 «Об утверждении государственных требований Всероссийского физкультурно-спортивного комплекса «Готов к труду и обороне» (ГТО) на 2018–2021 годы»).

По результатам координаторных проб определялись согласованность работы мышц, динамическая стабилизация движений, проявляющаяся двигательными актами, своевременное выполнение движения, состояние костно-мышечной системы [8].

Проба Генчи проводилась как измерение секундомером времени задержки дыхания после обычного выдоха и определяла степень толерантности к гипоксии. Оценка полученных результатов осуществлялась в соответствии с возрастными нормативами: P25–P75 — средние значения, P1–P25 — ниже среднего, P75–P100 — выше среднего.

Частота сердечных сокращений, систолическое и диастолическое артериальное давление измерялись автоматическим тонометром. Оценка полученных результатов проводилась в соответствии с клиническими рекомендациями [17]. Проба Мартине – Кушелевского оценивала функциональные возможности сердечно-сосудистой системы как реакцию на дозированную физическую нагрузку (20 приседаний за 30 с) [8].

Состояние запасов железа и красной крови у подростков оценивалось при включении в исследование путем подсчета показателей общего анализа крови и определения уровня сывороточного ферритина. Для исключения ложноотрицательных результатов под влиянием воспаления определен уровень С-реактивного белка количественным методом.

В соответствии с рекомендациями Всемирной организации здравоохранения анемией считалось снижение уровня гемоглобина ниже 120 г/л, дефицит железа диагностировался при снижении уровня ферритина менее 15 нг/мл при нормальном уровне С-реактивного белка, определенном количественным методом [3]. ЖДА устанавливалась при сочетании анемии и дефицита железа, ЛДЖ — при наличии дефицита железа и отсутствии анемии.

Этическая экспертиза

Проведение исследования одобрено Комитетом по этике при Самарском государственном медицинском университете (протокол № 239 от 10.11.2021).

Статистический анализ

Принципы расчета размера выборки

Размер выборки предварительно не рассчитывался.

Методы статистического анализа данных

Материалы исследования были подвергнуты статистической обработке с использованием методов параметрического и непараметрического анализа. Накопление, корректировка, систематизация исходной информации и визуализация полученных результатов осуществлялись в электронных таблицах Microsoft Office Excel 2016. Статистический анализ проводился с использованием программы STATISTICA 13.3 (разработчик — StatSoft Inc.). Количественные показатели оценивались на предмет соответствия нормальному распределению, для этого применялись критерий Колмогорова – Смирнова, а также показатели асимметрии и эксцесса. В случае описания количественных показателей, имеющих нормальное распределение, полученные данные объединялись в вариационные ряды, в которых проводился расчет средних арифметических величин (M) и стандартных отклонений (SD). Совокупности количественных показателей, распределение которых отличалось от нормального, описывались при помощи значений медианы (Me) и нижнего и верхнего квартилей (Q_1 – Q_3). Сравнение номинальных данных проводилось при помощи критерия χ^2 Пирсона с поправкой на правдоподобие. В тех случаях, когда число ожидаемых наблюдений в любой из ячеек четырехпольной таблицы было менее 5, для оценки уровня значимости различий использовался точный критерий Фишера. При сравнении средних величин в нормально распределенных совокупностях количественных данных рассчитывался t -критерий Стьюдента. Различия показателей считались статистически значимыми при уровне значимости $p < 0,05$. Для сравнения независимых совокупностей в случаях отсутствия признаков нормального распределения данных использовался U -критерий Манна – Уитни. При сравнении средних показателей, рассчитанных для связанных выборок (значений показателя до лечения и после лечения), при условии нормального распределения использовался парный t -критерий Стьюдента. Для проверки различий между двумя сравниваемыми парными выборками при условии распределения, отличного от нормального, нами применялся W -критерий Вилкоксона. При этом для каждого пациента вычислялась величина изменения признака.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Объекты (участники) исследования

Всего в исследование включены 136 подростков, исключены из исследования в связи с возникновением острых инфекционных заболеваний 14 человек.

Согласно вышеописанным критериям, на момент включения в исследование ЖДА обнаружена у 3 подростков, ЛДЖ — у 20. В связи с малым объемом группы с ЖДА в рамках данной статьи дети с ЖДА исключены из анализа функциональных показателей. Контрольную группу составили 99 здоровых детей.

Средний возраст подростков составил $14,8 \pm 0,9$ года, возраст в группах сравнения не отличался: в основной группе — $14,9 \pm 0,9$ года, в контрольной группе — $14,7 \pm 0,9$ ($p = 0,547$).

По результатам обследования на момент включения в исследование средний уровень ферритина составил $33,0 \pm 18,6$ мкг/л, средний уровень эритроцитов — $4,9 \pm 0,3 \times 10^{12}/л$, гемоглобина — $141,2 \pm 9,6$ г/л.

Основные результаты исследования

По результатам контрольного обследования произошло достоверное увеличение уровня гемоглобина и сывороточного ферритина, однако, несмотря на в целом положительную динамику, нормализация уровня сывороточного ферритина (> 15 мкг/л) произошла только у 75% (15) детей (табл. 1).

Адаптивные возможности дыхательной системы оценены по пробе Генчи, и до саплементации среднее время задержки дыхания составило 20" (15 ± 24). В группе дефицита железа время пробы Генчи было несколько короче: 17,5" ($11,25 \pm 21,75$) против 20" (16 ± 25) у здоровых, однако без необходимого уровня достоверности ($p = 0,081$). В динамике у детей с ЛДЖ отмечается тенденция к увеличению времени задержки дыхания на выдохе, т.е. повышение устойчивости к гипоксии (рис. 1), однако различия также не показали необходимого уровня достоверности ($p = 0,068$). В группе здоровых детей не выявлено значимых различий до и после саплементации: 20" (16 ± 25) и 21" (14 ± 29); $p = 0,881$. После саплементации различия между группами детей с ЛДЖ и здоровых сохранились недостоверные ($p = 0,068$) (см. рис. 1).

В покое показатели артериального давления и частоты сердечных сокращений в группах сравнения, несмотря на известное влияние анемии на сердечно-сосудистую систему, не отличались (табл. 2).

Необходимо отметить, что всего повышение артериального давления выявлено у 27,7% (33) детей, артериальная гипертензия — у 8,4% (10), при этом частота выявления в группах не отличалась: повышенное артериальное давление обнаружено у 35,0% (7) детей основной группы и 26,3% (26) контрольной группы, артериальная гипертензия — у 5,0% (1) и 9,1% (9) соответственно.

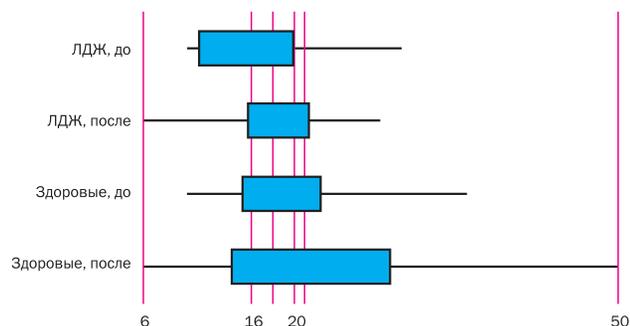
Таблица 1. Динамика отдельных показателей красной крови и запасов железа детей с ЛДЖ после саплементации
Table 1. Dynamics of individual parameters of red blood and iron levels in children with LID after supplementation

Показатель	До лечения, $n = 20$ $M \pm SD$	После лечения, $n = 20$ $M \pm SD$	P
Эритроциты, $\times 10^{12}/л$	$4,84 \pm 0,3$	$4,94 \pm 0,3$	0,145
Гемоглобин, г/л	$134,2 \pm 8,3$	$137,3 \pm 9,4$	0,036
Гематокрит, %	$38,9 \pm 2,9$	$39,6 \pm 2,7$	0,261
MCV, фл	$80,4 \pm 5,2$	$80,4 \pm 4,6$	0,723
MCH, пг	$27,8 \pm 2,1$	$27,9 \pm 1,9$	0,732
MCHC, г/л	$34,6 \pm 2,5$	$34,6 \pm 0,9$	0,784
RDW-CV, %	$12,3 \pm 2,8$	$15,8 \pm 1,4$	$< 0,001$
Сывороточный ферритин, мкг/л	$10,7 \pm 3,3$	$24,1 \pm 31,6$	$< 0,001$

Примечание. Парный t -критерий Стьюдента, достоверность при $p < 0,05$. MCV — средний объем эритроцитов; MCH — среднее содержание гемоглобина в эритроците; MCHC — средняя концентрация гемоглобина в эритроците; RDW-CV — распределение эритроцитов по объему.
Note. Paired Student t -test, accuracy at $p < 0,05$. MCV — mean cell volume; MCH — mean corpuscular hemoglobin; MCHC — mean corpuscular hemoglobin concentration; RDW-CV — red blood cell distribution width.

Рис. 1. Результаты пробы Генчи до и после лечения в группах сравнения

Fig. 1. Results of timed expiratory capacity before and after treatment in compared groups



Примечание. Боксы показывают границы Q_1 и Q_3 , красные вертикальные линии — значение медианы, черные горизонтальные линии показывают минимальное и максимальное значение показателя.
Note. Boxes show Q_1 and Q_3 scores, red vertical lines — median, black horizontal lines — minimum and maximum value.

После саплементации железа частота сердечных сокращений в покое уменьшилась в обеих группах (табл. 3), что может отражать позитивное влияние саплементации железа на сердечно-сосудистую систему, однако, несмотря на достоверность различий, может быть обусловлено сторонними факторами или погрешностями измерения. При этом различий между группами после лечения не обнаружено ($p = 0,259$).

Показатели артериального давления в основной группе после лечения не изменились, тогда как в контрольной группе отмечается снижение диастолического и пульсового артериального давления. Оценка функционального состояния сердечно-сосудистой системы по результатам пробы

Мартине – Кушелевского обнаружила достоверно более медленное восстановление частоты сердечных сокращений у детей с дефицитом железа (табл. 4), что отражает повышенную нагрузку, создаваемую дефицитом железа на сердечно-сосудистую систему. Особую значимость эти изменения приобретают в свете того, что уровень гемоглобина у большинства детей основной группы был в пределах нормы, таким образом, негативное влияние оказывает не анемия, а именно дефицит железа.

После саплементации время восстановления артериального давления не отличалось у здоровых детей и детей с дефицитом железа как в абсолютных цифрах ($138,8 \pm 81,1$ и $129,0 \pm 78,5$ с соответственно; $p = 0,605$), так и при оценке по центильным таблицам ($p = 0,563$). Внутри групп также не произошло значимых изменений ($p > 0,05$).

Время восстановления частоты сердечных сокращений достоверно уменьшилось в основной группе ($168,0 \pm 98,5$ с против $114,0 \pm 51,1$ с; $p = 0,009$) и не изменилось в контрольной группе ($118,8 \pm 71,7$ с против $126,7 \pm 86,1$ с; $p = 0,485$).

Оценка мышечной силы кистевым динамометром не выявила различий между сравниваемыми группами: $32,9 \pm 7,8$ даН против $31,5 \pm 7,9$ даН ($p = 0,486$) до лечения и $33,9 \pm 7,2$ даН против $32,9 \pm 7,3$ ($p = 0,567$) после лечения, однако изучение критерия Вилкоксона для двух зависимых выборок показало, что если для основной группы различия до и после лечения были незначительными ($p = 0,362$), то для контрольной группы мышечная сила достоверно повысилась ($p = 0,003$). Результаты не изменились при учете массы тела и расчете силового показателя ($p = 0,438$ и $p = 0,002$ соответственно).

Средние значения показателей физической подготовленности в группах до саплементации не отличались (табл. 5).

При сравнении полученных значений с нормами ГТО обнаружено, что расчет критерия χ^2 для произвольных

Таблица 2. Показатели, характеризующие состояние сердечно-сосудистой системы детей групп сравнения в покое до саплементации
Table 2. Indicators characterizing cardiovascular system state in children of compared groups at rest before supplementation

Показатель	Основная группа, n = 20 M ± SD	Контрольная группа, n = 99 M ± SD	p
ЧСС, уд./мин	82,3 ± 15,2	82,5 ± 15,6	0,957
САД, мм рт. ст.	124,1 ± 14,0	121,8 ± 12,2	0,507
ДАД, мм рт. ст.	69,9 ± 10,1	69,9 ± 10,1	0,773
ПАД, мм рт. ст.	54,7 ± 13,5	51,9 ± 12,1	0,389

Примечание. Парный t-критерий Стьюдента, достоверность при $p < 0,05$. ЧСС — частота сердечных сокращений; САД — систолическое артериальное давление; ДАД — диастолическое артериальное давление; ПАД — пульсовое артериальное давление.

Note. Paired Student t-test, accuracy at $p < 0,05$. HR (ЧСС) — heart rate; SBP (САД) — systolic blood pressure; DBP (ДАД) — diastolic blood pressure; PP (ПАД) — pulse pressure.

Таблица 3. Показатели, характеризующие состояние сердечно-сосудистой системы детей групп сравнения в покое до и после лечения
Table 3. Indicators characterizing cardiovascular system state in children at rest before and after treatment

Показатель	Основная группа, n = 20 M ± SD		p	Контрольная группа, n = 99 M ± SD		p
	до лечения	после лечения		до лечения	после лечения	
ЧСС, уд./мин	82,5 ± 15,6	75,6 ± 12,3	0,033	82,3 ± 15,2	79,1 ± 14,6	0,009
САД, мм рт. ст.	124,1 ± 14,0	121,3 ± 9,5	0,872	121,8 ± 12,2	119,8 ± 13,9	0,218
ДАД, мм рт. ст.	69,4 ± 7,5	67,0 ± 8,4	0,277	69,9 ± 10,1	65,2 ± 8,9	< 0,001
ПАД, мм рт. ст.	54,7 ± 13,5	54,3 ± 8,3	0,794	51,9 ± 12,1	54,6 ± 12,3	0,044

Примечание. Парный t-критерий Стьюдента, достоверность при $p < 0,05$. ЧСС — частота сердечных сокращений; САД — систолическое артериальное давление; ДАД — диастолическое артериальное давление; ПАД — пульсовое артериальное давление.

Note. Paired Student t-test, accuracy at $p < 0,05$. HR (ЧСС) — heart rate; SBP (САД) — systolic blood pressure; DBP (ДАД) — diastolic blood pressure; PP (ПАД) — pulse pressure.

Таблица 4. Показатели пробы Мартине – Кушелевского детей групп сравнения до саплементации
Table 4. Results of Martine-Kushelevsky test in children of compared groups before supplementation

Показатель	Основная группа, n = 20 M ± SD	Контрольная группа, n = 99 M ± SD	p
ЧСС1, уд./мин	87,1 ± 13,0	86,9 ± 17,7	0,951
САД1, мм рт. ст.	129,6 ± 10,6	130,3 ± 14,4	0,798
ДАД1, мм рт. ст.	67,1 ± 8,1	69,3 ± 10,1	0,297
ПАД1, мм рт. ст.	62,5 ± 9,3	60,4 ± 15,8	0,425
Время восстановления АД, с	153,0 ± 92,3	152,4 ± 93,4	0,980
Время восстановления ЧСС, с	168,0 ± 98,5	118,8 ± 71,7	0,045

Примечание. t-критерий Стьюдента, достоверность при $p < 0,05$. ЧСС – частота сердечных сокращений; САД – систолическое артериальное давление; ДАД – диастолическое артериальное давление; ПАД – пульсовое артериальное давление; АД – артериальное давление.
Note. Paired Student t-test, accuracy at $p < 0,05$. HR (ЧСС) – heart rate; SBP (САД) – systolic blood pressure; DBP (ДАД) – diastolic blood pressure; PP (ПАД) – pulse pressure; BP (АД) – blood pressure.

Таблица 5. Показатели физической подготовленности детей групп сравнения до саплементации
Table 5. Physical fitness indicators in children of compared groups before supplementation

Показатель	Основная группа, n = 20 M ± SD	Контрольная группа, n = 99 M ± SD	p
Подтягивание из виса на высокой перекладине, число раз	5,9 ± 4,1	4,9 ± 4,5	0,339
Поднимание туловища из положения лежа на спине, число раз	46,2 ± 7,6	45,6 ± 5,6	0,723
Прыжок в длину с места толчком двумя ногами, см	197,1 ± 22,8	194,2 ± 24,1	0,650
Челночный бег 3 × 10 м, с	7,7 ± 0,4	7,9 ± 0,6	0,119
Бег на 60 м, с	9,5 ± 1,8	9,2 ± 0,8	0,410
Бег на 2000 м, мин, с	11,3 ± 2,5	11,2 ± 2,5	0,784

Примечание. Парный t-критерий Стьюдента, достоверность при $p < 0,05$.
Note. Paired Student t-test, accuracy at $p < 0,05$.

таблиц не показал значимых отличий ($p > 0,05$). После саплементации в основной группе расчет критерия Вилкоксона для парных выборок показал достоверные различия ($p = 0,038$) только для одного показателя – бега на 60 м. В контрольной группе обнаружена положительная динамика в отношении трех показателей: подтягиваний из виса на высокой перекладине ($p = 0,019$), прыжка в длину ($p = 0,026$) и бега на 60 м ($0,018$). При этом различий между основной и контрольной группами после саплементации не обнаружено: для бега на 60 м – $9,0 \pm 0,6$ с против $9,1 \pm 0,9$ с ($p = 0,634$), для прыжка в длину – $193,3 \pm 19,5$ см против $197,5$ см ($p = 0,401$), для подтягиваний – $5,0 \pm 3,7$ раза против $5,1 \pm 4,3$ раза ($p = 0,924$).

При проведении координаторной пробы до саплементации оказалось, что время выполнения пробы каждой степени сложности не отличалось, хотя в основной группе отмечалась тенденция к сокращению времени выполнения, что, вероятно, отражает утомляемость (рис. 2).

После саплементации в контрольной группе время выполнения достоверно не изменилось ($p > 0,05$). В основной группе отмечается тенденция к улучшению показателей (рис. 3), однако для всех степеней сложности, кроме II ($p = 0,008$), различия были недостоверными ($p > 0,05$).

Нежелательные явления

За период проведения исследования нежелательные явления зарегистрированы не были.

Рис. 2. Результаты координаторной пробы детей групп сравнения до лечения

Fig. 2. Coordination test results in children of compared groups before treatment

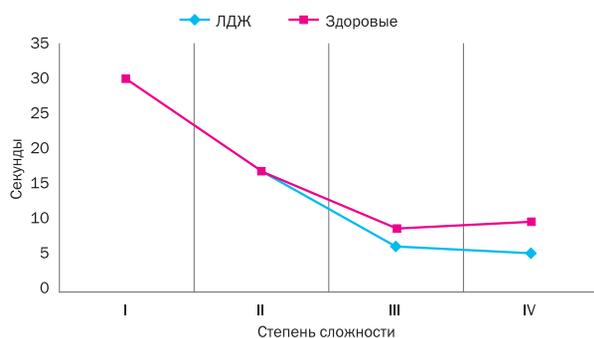


Рис. 3. Результаты координаторной пробы детей основной группы до и после лечения

Fig. 3. Coordination test results in children of study group before and after treatment



ОБСУЖДЕНИЕ

Резюме основного результата исследования

30-дневная саплементация препаратом железа при дефиците железа не привела к улучшению показателей крови и запасов железа у четверти детей. В условиях изначальных нормальных запасов железа саплементация приводит к более выраженному положительному влиянию на показатели физической подготовленности, тогда как при дефиците железа саплементация оказывает преимущественно ограниченное влияние на показатели сердечно-сосудистой системы.

Обсуждение основного результата исследования

По результатам сплошного обследования мальчиков 12–15 лет частота ЛДЖ составила 16,4%. Вопрос определения истинной распространенности ЛДЖ у детей до сих пор остается нерешенным, и имеющиеся результаты значительно отличаются в зависимости от выбранных параметров и их критериев в определении дефицита железа, а также особенностей обследованной популяции [3]. В целом, учитывая особенности обследованных мальчиков — I и II группы здоровья, образ жизни, приближенный к оптимальному, — можно говорить о высокой распространенности данного состояния и необходимости поиска новых факторов риска, отличных от классических, связанных с питанием и оккультной кровопотерей. В соответствии с имеющимися рекомендациями [18] препараты железа для коррекции ЛДЖ применяют в половинной терапевтической дозе от той, которая используется для лечения ЖДА, в течение 1–2 мес. При этом такой терапевтический план является эмпирическим, и его эффективность не была доказана в рандомизированных исследованиях [19]. Согласно результатам нашего исследования, саплементация железа в течение 30 дней была эффективной в 75% случаев ЛДЖ, и только пролонгация до 3 мес позволила достичь эффекта у всех детей. Необходимо отметить, что некоторые исследования также показывают неудовлетворительные результаты саплементации. Например, в исследовании M.B. Zimmermann и соавт. [20] саплементация железа (20 мг железа в сутки 4 раза в неделю) детям 6–14 лет в течение 6 мес при compliance > 94% не привела к улучшению гематологических показателей: частота анемии выросла с 75,4 до 88,4%, уровень сывороточного ферритина в отсутствие воспаления снизился с 65 до 55 нг/л. Также необходимо отметить результаты исследования J. Mielgo-Ayuso и соавт., согласно которому уже через 18 нед после 11-недельной саплементации железа профессиональным атлетам отмечается снижение запасов железа [21]. Несомненно, полученные данные не являются поводом для отказа от саплементации, однако требуют проведения исследований и пересмотра существующих рекомендаций в отношении дозы железа и продолжительности лечения.

Влияние саплементации железа при дефиците железа на функциональные возможности организма также является неоднозначным. Большинство исследований сосредоточены на эффектах ЖДА, тогда как воздействие дефицита железа в отсутствие гемической гипоксии практически не изучено. Также по большей части неизвестны клинические эффекты устранения ЛДЖ. Имеющиеся исследования преимущественно проводятся на спортсменах и, вероятно, плохо переносятся на популяцию обычных подростков. И даже в этом случае метаанализ влияния саплементации железа на спортивные результаты атлетов не смог дать ответ на вопрос о функциональном воздействии: из 12 исследований, включенных в анализ, 6 показали наличие эффекта от саплементации железа и 6 — его отсутствие [22]. В нашем исследовании мы обнаружили положительный эффект саплементации, однако изучение его продолжительности не проводилось.

Несомненно, важным при планировании и проведении популяционной саплементации является вопрос возможных нежелательных эффектов. За время проведения нашего исследования побочные эффекты не зарегистрированы, тем не менее, факт гастроинтестинальной токсичности препаратов железа, наиболее вероятно обусловленной усилением процессов оксидантного окисления, хорошо известен [23]. По разным данным, частота диспепсических явлений составляет 8–17% [23–25], запоров — 4–20% [24–26]. Решением данной проблемы могут стать новые формы препаратов железа, например липосомальные [27], хелаторные [28] и наноформы [29], которые показали свою эффективность и часто более высокую переносимость по сравнению с традиционными формами.

Помимо возможного усиления оксидантного стресса, представляют интерес данные о связи запасов железа и поступающего пищевого железа с артериальным давлением. Например, в исследовании H. Zhang и соавт. дети 6–12 лет с показателями запасов железа в третьем терциле имели более высокие показатели систолического и диастолического артериального давления [30]. Похожие данные получены у доноров [31], а у крыс с предгипертензией пищевое ограничение железа привело к замедлению прогрессирования артериальной гипертензии [32]. В то же время существует одно исследование, показавшее, что саплементация железа у маловесных детей в первом полугодии жизни приводит к снижению риска гипертензии в 7 лет [33]. Наше исследование не выявило значимого влияния изначального уровня сывороточного ферритина на риск повышения артериального давления, а также показало, что 30-дневная саплементация железа является безопасной и не оказывает негативного влияния на артериальное давление.

Ограничения исследования

Ограничением исследования являются небольшая выборка пациентов, а также особенности обследованных детей — I и II группы здоровья. С одной стороны, изучение явления на популяции в целом здоровых детей снижает возможное неучтенное косвенное влияние сопутствующей патологии на результаты. С другой стороны, при переносе результатов на общую популяцию необходимо учитывать, что доля детей I–II групп здоровья в Российской Федерации в общей численности обучающихся в общеобразовательных учреждениях только 83% [34]. Кроме того, так как представленные в статье данные, в том числе о влиянии приема железа на состояние сердечно-сосудистой системы, были вторичным к основной задаче исследования — влияние железа на состояние микробиоты кишечника, — мы не контролировали группы по таким факторам, как психоэмоциональный стресс (проведение контрольных работ, конфликты с одноклассниками и учителями), физическая нагрузка (контролировалась только в день непосредственного проведения обследования), качество ночного сна, семейный анамнез [35–37]. Все эти факторы и, возможно, другие, такие как эффект «белого халата» [35], могли оказать влияние на результаты.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Нерешенной остается проблема продолжительности лечения дефицита железа у детей и подростков, особенно его латентной формы. Учитывая, что на сегодняшний день единственным способом контроля является исследование биохимических параметров, что проблематично в амбулаторной практике, необходим поиск новых маркеров ответа на терапию при изначальном нормальных показателях красной крови или научного обоснования продолжительности терапии. По нашим данным, коррекция дефицита железа не оказывает явного положительного влияния на физическое

функционирование, что объяснимо тратой дополнительного поступающего железа на неотложные нужды организма: синтез полноценных эритроцитов и восполнение депо. В то же время дополнительная саплементация мальчишкам-подросткам всего 15 мг железа в сутки в течение 30 дней смогла улучшить показатели их физической подготовленности и мышечную силу. Вероятно, в период активного роста и увеличения мышечной массы мальчики являются не менее уязвимой категорией по развитию абсолютного или функционального дефицита железа, чем девочки-подростки. В то же время, возможно, требуются дополнительные научные исследования, обосновывающие необходимость более длительной саплементации железа (например, до 3 мес).

ВКЛАД АВТОРОВ

Е.А. Балашова — концепция и дизайн исследования, статистическая обработка, написание статьи.

И.Л. Шадрина — сбор данных, статистическая обработка, написание статьи.

AUTHORS' CONTRIBUTION

Elena A. Balashova — study concept and design, statistical processing, manuscript writing.

Inna L. Shadrina — data collection, statistical processing, manuscript writing.

ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Исследование выполнено при финансовой поддержке Губернского гранта в области науки и техники Самарской области.

FINANCING SOURCE

The study was carried out with the financial support of the Provincial grant in the field of science and technology of Samara region.

РАСКРЫТИЕ ИНТЕРЕСОВ

Авторы статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

DISCLOSURE OF INTEREST

Not declared.

ORCID

Е.А. Балашова

<https://orcid.org/0000-0001-5766-6741>

И.Л. Шадрина

<https://orcid.org/0000-0002-6000-1959>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. UNICEF. Non-communicable diseases. April 2021. In: *UNISEF for every child*. Available online: <https://data.unicef.org/topic/child-health/noncommunicable-diseases>. Accessed on Marth 30, 2022.
2. Kassebaum NJ, Jasrasaria R, Naghavi M, et al. A systematic analysis of global anemia burden from 1990 to 2010. *Blood*. 2014;123(5):615–624. doi: <https://doi.org/10.1182/blood-2013-06-508325>
3. World Health Organization. *Nutritional anaemias: tools for effective prevention and control*. Geneva: World Health Organization; 2017.
4. Захарова И.Н., Тарасова И.С., Васильева Т.М. и др. Латентный дефицит железа у детей и подростков: диагностика и коррекция // *Лечение и Профилактика*. — 2018. — Т. 8. — № 1. — С. 69–75. [Zakharova IN, Tarasova IS, Vasilyeva TM, et al. Nonanemic iron deficiency in children and adolescents: diagnosis and correction. *Disease Treatment and Prevention*. 2018;8(1):69–75. (In Russ).]
5. Захарова И.Н., Мачнева Е.Б. Дефицит железа у подростков и его коррекция препаратами железа // *Эффективная фармакотерапия*. — 2014. — № 3. — С. 30–36. [Zakharova IN, Machneva YeB. Iron deficiency and its treatment with iron preparations in adolescents. *Effektivnaya farmakoterapiya*. 2014;(3):30–36. (In Russ).]
6. Дурманов Н.Д., Филимонов А.С. *Диагностика и коррекция нарушенной обмена железа в спорте высших достижений: методические рекомендации для врачей клубов*. — М.; 2010. [Durmanov ND, Filimonov AS. *Diagnostika i korrektsiya narushenii obmena zheleza v sporte vysshikh dostizhenii*: Guidelines for club doctors. Moscow; 2010. (In Russ).]
7. McCann S, Perapoch Amadó M, Moore SE. The Role of Iron in Brain Development: A Systematic Review. *Nutrients*. 2020;12(7):2001. doi: <https://doi.org/10.3390/nu12072001>
8. Чекалова Н.Г., Матвеева Н.А., Силкин Ю.Р. и др. *Методы исследования и оценки функциональных резервов организма детей и подростков: методические указания*. Н. Новгород: Изд-во НижГМА; 2009. [Chekalova NG, Matveeva NA, Silkin YuR, et al. *Metody issledovaniya i otsenki funktsional'nykh rezervov organizma detei i podrostkov*: Guidelines. Nizhny Novgorod: Publishing House of the Nizhny Novgorod State Medical Institute; 2009. (In Russ).]
9. Toblli JE, Brignoli R. Iron(III)-hydroxide polymaltose complex in iron deficiency anemia / review and meta-analysis. *Arzneimittelforschung*. 2007;57(6A):431–438. doi: <https://doi.org/10.1055/s-0031-1296692>
10. Agaoglu L, Torun O, Unuvar E, et al. Effects of iron deficiency anemia on cognitive function in children. *Arzneimittelforschung*. 2007;57(6A):426–430. doi: <https://doi.org/10.1055/s-0031-1296691>
11. Iron. Fact sheet for health professionals. Recommended Intakes. In: *National Institutes of Health Office of Dietary Supplements*. April 5, 2022. Available online: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Iron-HealthProfessional/#h2>. Accessed on August 06, 2022.
12. Гордеева О.Б., Ботвиньева В.В. Современные представления о железодефицитной анемии у детей и оптимизация лечения //

- Медицинский Совет*. — 2014. — № 6. — С. 59–65. — doi: <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2014-6-59-65> [Gordeyeva OB, Botvinyeva VV. Current views on iron deficiency anemia in children and treatment optimization. *Meditsinskiy sovet = Medical Council*. 2014;(6):59–65. (In Russ). doi: <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2014-6-59-65>]
13. Жаркова Л.П. Обоснование выбора препарата железа для лечения железодефицитных состояний в педиатрии // *Фарматека*. — 2015. — № 1. — С. 16–22. [Zharkova LP. Rationale for the choice of iron preparations for the treatment of iron deficiency in pediatrics. *Farmateka*. 2015;(1):16–22. (In Russ).]
 14. Li N, Zhao G, Wu W, et al. The Efficacy and Safety of Vitamin C for Iron Supplementation in Adult Patients With Iron Deficiency Anemia: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Netw Open*. 2020;3(11):e2023644. doi: <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2020.23644>
 15. Гаврюшин М.Ю., Сазонова О.В., Бородина Л.М. и др. *Физическое развитие детей и подростков школьного возраста: учебное пособие*. — М.: Изд-во «Перо»; 2019. [Gavryushin MYu, Sazonova OV, Borodina LM, et al. *Fizicheskoe razvitiye detei i podrostkov shkol'nogo vozrasta*: uchebnoe posobie. Moscow: Pero; 2019. (In Russ).]
 16. Апанасенко Г.Л. Оценка физического развития детей и подростков с позиций биоэнергетики // *Валеология*. — 2003. — № 1. — С. 14–19. [Apanasenko GL. Otsenka fizicheskogo razvitiya detei i podrostkov s pozitsii bioenergetiki. *Journal of Health and Life Sciences*. 2003;(1):14–19. (In Russ).]
 17. Александров А.А., Кисляк О.А., Леонтьева И.В. Клинические рекомендации. Диагностика, лечение и профилактика артериальной гипертензии у детей и подростков // *Системные гипертензии*. — 2020. — Т. 17. — № 2. — С. 7–35. — doi: <https://doi.org/10.26442/2075082X.2020.2.200126> [Aleksandrov AA, Kisliak OA, Leontyeva IV. Clinical guidelines on arterial hypertension diagnosis, treatment and prevention in children and adolescents. *Systemic Hypertension*. 2020;17(2):7–35. (In Russ). doi: <https://doi.org/10.26442/2075082X.2020.2.200126>]
 18. Чернов В.М., Тарасова И.С. Железодефицитная анемия // *Детская гематология: клинические рекомендации / под ред. А.Г. Румянцев, А.А. Масчана, Е.В. Жуковской*. — М.: ГЭОТАР-Медиа; 2015. [Chernov VM, Tarasova IS. Zhelezodefitsitnaya anemiya. In: *Detskaya gematologiya*: Clinical guidelines. Rumyantseva AG, Maschan AA, Zhukovskaya EV, eds. Moscow: GEOTAR-Media; 2015. (In Russ).]
 19. Тарасова И.С., Чернов В.М. Латентный дефицит железа у детей и подростков: состояние проблемы и перспективы развития // *Педиатрический вестник Южного Урала*. — 2020. — № 2. — С. 24–35. — doi: <https://doi.org/10.34710/Chel.2020.98.13.003> [Tarasova IS, Chernov VM. Iron deficiency without anemia in children and adolescents: state of the problem and development prospects. *Pediatric Bulletin of the South Ural*. 2020;(2):24–35. (In Russ). doi: <https://doi.org/10.34710/Chel.2020.98.13.003>]

20. Zimmermann MB, Chassard C, Rohner F, et al. The effects of iron fortification on the gut microbiota in African children: a randomized controlled trial in Cote d'Ivoire. *Am J Clin Nutr.* 2010;92(6):1406–1415. doi: <https://doi.org/10.3945/ajcn.110.004564>
21. Mielgo-Ayuso J, Zourdos MC, Calleja-González J, et al. Eleven Weeks of Iron Supplementation Does Not Maintain Iron Status for an Entire Competitive Season in Elite Female Volleyball Players: A Follow-Up Study. *Nutrients.* 2018;10(10):1526. doi: <https://doi.org/10.3390/nu10101526>
22. Rubeor A, Goojha C, Manning J, White J. Does Iron Supplementation Improve Performance in Iron-Deficient Nonanemic Athletes? *Sports Health.* 2018;10(5):400–405. doi: <https://doi.org/10.1177/1941738118777488>
23. Tolkien Z, Stecher L, Mander AP, et al. Ferrous sulfate supplementation causes significant gastrointestinal side-effects in adults: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One.* 2015;10(2):e0117383. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0117383>
24. Лебедев В.В., Демиков В.Г., Фомина М.А. и др. Метод комплексной оценки продуктов окислительной модификации белков для определения безопасности двух и трехвалентных пероральных препаратов у детей // *Эффективность в лечении железодефицитной анемии у детей // Педиатрия. Журнал им. Г.Н. Сперанского.* — 2018. — Т. 97. — № 5. — С. 47–53. — doi: <https://doi.org/10.24110/0031-403X-2018-97-5-47-53> [Lebedev VV, Demikhov VG, Fomina MA, et al. A method for the complex evaluation of proteins oxidative modification products for determination of bivalent and trivalent oral iron preparations and their efficacy in iron deficiency anemia treatment in children. *Pediatrics. Journal n.a. G.N. Speransky.* 2018;97(5):47–53. (In Russ). doi: <https://doi.org/10.24110/0031-403X-2018-97-5-47-53>]
25. Yasa B, Agaoglu L, Unuvar E. Efficacy, Tolerability, and Acceptability of Iron Hydroxide Polymaltose Complex versus Ferrous Sulfate: A Randomized Trial in Pediatric Patients with Iron Deficiency Anemia. *Int J Pediatr.* 2011;2011:524520. doi: <https://doi.org/10.1155/2011/524520>
26. Мачнева Е.Б., Захарова И.Н., Тарасова И.С., Чернов В.М. Результаты рандомизированного исследования лечения железодефицитной анемии у детей и подростков с помощью железа (III) гидроксид полимальтозного комплекса и сульфата железа: критерии эффективности и переносимость // *Вопросы гематологии/онкологии и иммунопатологии в педиатрии.* — 2016. — Т. 15. — № 2. — С. 47–52. — doi: <https://doi.org/10.20953/1726-1708-2016-2-47-52> [Machneva EB, Zakharova IN, Tarasova IS, Chernov VM. Results of a randomized study of management of iron deficiency anaemia in children and adolescents using an iron (III) hydroxide polymaltose complex and iron sulfate: criteria of efficacy and tolerance. *Voprosy gematologii/onkologii i immunopatologii v pediatrii = Pediatric Haematology/Oncology and Immunopathology.* 2016;15(2):47–52. (In Russ). doi: <https://doi.org/10.20953/1726-1708-2016-2-47-52>]
27. de Alvarenga Antunes CV, de Alvarenga Nascimento CR, Campanha da Rocha Ribeiro T, et al. Treatment of iron deficiency anemia with liposomal iron in inflammatory bowel disease: efficacy and impact on quality of life. *Int J Clin Pharm.* 2020;42(3):895–902. doi: <https://doi.org/10.1007/s11096-020-01044-x>
28. Duque X, Martinez H, Vilchis-Gil J, et al. Effect of supplementation with ferrous sulfate or iron bis-glycinate chelate on ferritin concentration in Mexican schoolchildren: a randomized controlled trial. *Nutr J.* 2014;13:71. doi: <https://doi.org/10.1186/1475-2891-13-71>
29. Poveda C, Pereira DIA, Lewis M, Walton GE. The Impact of Low-Level Iron Supplements on the Faecal Microbiota of Irritable Bowel Syndrome and Healthy Donors Using In Vitro Batch Cultures. *Nutrients.* 2020;12(12):3819. doi: <https://doi.org/10.3390/nu12123819>
30. Zhang H, Wang L, Li S, et al. Association of Iron Storage Markers with Metabolic Syndrome and Its Components in Chinese Rural 6–12 Years Old Children: The 2010–2012 China National Nutrition and Health Survey. *Nutrients.* 2020;12(5):1486. doi: <https://doi.org/10.3390/nu12051486>
31. Wang HH, Liao LN, Chang CW, et al. The alteration of ferritin and transferrin saturation under body mass index and blood pressure in first-time and regular male blood donors in Taiwan. *Medicine (Baltimore).* 2019;98(22):e15854. doi: <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000015854>
32. Okuno K, Naito Y, Yasumura S, et al. Influence of dietary iron intake restriction on the development of hypertension in weanling prehypertensive rats. *Heart Vessels.* 2018;33(7):820–825. doi: <https://doi.org/10.1007/s00380-018-1134-4>
33. Lindberg J, Norman M, Westrup B, et al. Lower systolic blood pressure at age 7 y in low-birth-weight children who received iron supplements in infancy: results from a randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr.* 2017;106(2):475–480. doi: <https://doi.org/10.3945/ajcn.116.150482>
34. Профилактические осмотры детей и распределение по группам здоровья детей в возрасте 0–17 лет // *Росстат.* 02.06.2021. [Profilakticheskie osmotry detei i raspredelenie po gruppam zdorov'ya detei v vozraste 0–17 let. In: *Federal State Statistics Service.* June 02, 2021. (In Russ).] Доступно по: <https://rosstat.gov.ru/folder/13807>. Ссылка активна на 30.03.2022.
35. Lurbe E, Agabiti-Rosei E, Cruickshank JK, et al. 2016 European Society of Hypertension guidelines for the management of high blood pressure in children and adolescents. *J Hypertens.* 2016;34(10):1887–1920. doi: <https://doi.org/10.1097/HJH.0000000000001039>
36. Kurnianto A, Kurniadi Sunjaya D, Ruluwedrata Rinawan F, Hilmanto D. Prevalence of Hypertension and Its Associated Factors among Indonesian Adolescents. *Int J Hypertens.* 2020;2020:4262034. doi: <https://doi.org/10.1155/2020/4262034>
37. Archbold KH, Vasquez MM, Goodwin JL, Quan SF. Effects of sleep patterns and obesity on increases in blood pressure in a 5-year period: report from the Tucson Children's Assessment of Sleep Apnea Study. *J Pediatr.* 2012;161(1):26–30. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2011.12.034>

Статья поступила: 13.04.2022, принята к печати: 24.06.2022
The article was submitted 13/04/2022, accepted for publication 24/06/2022

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

Шадрина Инна Львовна [Inna L. Shadrina, MD]; адрес: Российская Федерация, 443112, Самара, п. Управленческий, ул. Крайняя, д. 17 [address: 17 Krainyaya Str., 443112, Samara, Russian Federation]; **телефон:** +7 (846) 975-32-38; **e-mail:** 7gbshadrina@mail.ru; **eLibrary SPIN:** 5330-3851

Балашова Елена Анатольевна, д.м.н. [Elena A. Balashova, MD, PhD]; телефон: +7 (846) 374-10-04; **e-mail:** e.a.balashova@samsmu.ru; **eLibrary SPIN:** 3556-3090