

МЕТАБОЛИЧЕСКИЙ СИНДРОМ: РИСКИ В ДЕТСКО-ЮНОШЕСКОМ СПОРТЕ

А. А. Павлова¹✉, С. О. Ключников¹, М. С. Тарасова¹, В. С. Фещенко^{1,2}, А. В. Жолинский¹, С. А. Парастаев^{1,2}

¹ Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства, Москва, Россия

² Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова, Москва, Россия

Метаболический синдром — одно из донозологических состояний, при котором происходят напряжение сразу нескольких систем организма и нарушения во всех видах обмена. Его главные составляющие — висцеральное ожирение, инсулинорезистентность периферических тканей, артериальная гипертензия и неалкогольная жировая болезнь печени. Синдром ассоциирован с риском развития ряда заболеваний, поэтому важно диагностировать его доклинические проявления. Число людей, страдающих избыточным весом и ожирением, только увеличивается, более того, эти состояния активно молодеют. Наличие метаболического синдрома в детском возрасте увеличивает риск развития сердечно-сосудистых заболеваний во взрослом. Высококвалифицированные спортсмены не исключение. Ряд спортивных дисциплин и игровых амплу способствуют увеличению массы тела. У молодых спортсменов могут быть конституциональные особенности, и мотивирование их к наращиванию мышечной массы без должного контроля приводит к тому, что у них вырастает и объем жировой ткани. Рекомендуется обратить особое внимание на детей в возрасте до 11 лет, занимающихся регби, американским футболом на позициях лайнменов, выступающих в тяжелых весовых категориях. Следование последним диагностическим критериям и регулярное их уточнение, поиск дополнительных маркеров и лабораторных показателей позволят не упустить время и скорректировать состояние спортсмена.

Ключевые слова: метаболический синдром, инсулинорезистентность, ожирение, артериальная гипертензия, несовершеннолетние спортсмены, спорт высших достижений, высококвалифицированные спортсмены

Финансирование: исследование выполнено при финансовой поддержке Государственного задания Федерального медико-биологического агентства России № 67.003.21.800.

Вклад авторов: А. А. Павлова, С. О. Ключников — концепция, сбор данных, анализ содержания, написание текста; М. С. Тарасова — сбор данных, анализ литературы; В. С. Фещенко — редактирование, утверждение окончательного варианта статьи; А. В. Жолинский, С. А. Парастаев — утверждение окончательного варианта статьи.

✉ **Для корреспонденции:** Анна Александровна Павлова
ул. Большая Дорогомилловская, д. 5, г. Москва, 121059, Россия; pavlovaaa@sportfmba.ru

Статья получена: 05.04.2023 **Статья принята к печати:** 29.04.2023 **Опубликована онлайн:** 09.06.2023

DOI: 10.47183/mes.2023.014

METABOLIC SYNDROME: RISKS IN YOUTH SPORTS

Pavlova AA¹✉, Klyuchnikov SO¹, Tarasova MS¹, Feshchenko VS^{1,2}, Zholinsky AV¹, Parastayev SA^{1,2}

¹ Federal Research and Clinical Center for Sports Medicine and Rehabilitation of the Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russia

² Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

Metabolic syndrome is one of the pre-nosological conditions that implies strain on several systems of the body and disruption of all types of metabolism. The key components of the syndrome are visceral obesity, peripheral tissue insulin resistance, arterial hypertension and non-alcoholic fatty liver disease. There is a number of diseases associated with the syndrome, which makes diagnosing its preclinical manifestations important. Overweight and obesity only continue spreading; moreover, these conditions are registered in people of increasingly younger age. Metabolic syndrome in childhood increases the risk of cardiovascular disease in adulthood. Top tier athletes are no exception. Some sports and playing roles promote body weight growth. A young athlete may have specific constitutional features, and, without proper control, motivating such athletes to grow muscles means they also grow fat. The recommendation is to pay special attention to children under the age of 11 that play rugby, American football as line men, in heavy weight categories. Application of the latest diagnostic criteria with their actualization on a regular basis, as well as search for additional markers and parameters identifiable in laboratory settings, would ensure adjustment of the athlete's condition in a timely manner.

Keywords: metabolic syndrome, insulin resistance, obesity, arterial hypertension, underage athletes, elite sports, top tier athletes

Funding: the study received financial support under the State Assignment № 67.003.21.800 issued by the Federal Medical Biological Agency of Russia

Author contribution: Pavlova AA, Klyuchnikov SO — concept development, data collection, content analysis, article authoring; Tarasova MS — data collection, analysis of the literature; Feshchenko VS — editing, approval of the final version of the article; Zholinsky AV, Parastayev SA — approval of the final version of the article.

✉ **Correspondence should be addressed:** Anna A. Pavlova
B. Dorogomilovskaya, 5, Moscow, 121059, Russia; pavlovaaa@sportfmba.ru

Received: 05.04.2023 **Accepted:** 29.04.2023 **Published online:** 09.06.2023

DOI: 10.47183/mes.2023.014

Метаболический синдром (МС) в контексте спортивной медицины начали рассматривать не так давно. Существовала точка зрения, что ввиду регулярных физических нагрузок спортсмены имеют низкий риск развития метаболического синдрома. Однако сами по себе значительные, а нередко и запредельные физические нагрузки в профессиональном спорте являются фактором риска воспалительных процессов и оксидативного стресса, что, в свою очередь, вызывает эндотелиальную дисфункцию и отражается на регуляции сосудистого тонуса [1, 2].

Наряду с этим известно, что в некоторых видах спорта достижение высоких результатов обусловлено наличием избыточной массы тела и даже ожирения (по показателю индекса массы тела > 30). К этим дисциплинам относят единоборства (тяжелая весовая категория сумо, дзюдо, самбо, греко-римскую борьбу), регби, американский футбол, тяжелую атлетику, силовой экстрим, пауэрлифтинг, бобслей [2]. Эти и полученные в последние годы новые научные данные диктуют необходимость пересмотра применявшихся ранее подходов.

Определение и распространенность метаболического синдрома

Как сегодня эксперты трактуют метаболический синдром? В клинических рекомендациях МЗ РФ от 2013 г. предложено следующее определение: «МС характеризуется увеличением массы висцерального жира, снижением чувствительности периферических тканей к инсулину и гиперинсулинемией, которые вызывают развитие нарушений углеводного, липидного, пуринового обменов и артериальной гипертензии (АГ) [3].

Значительный рост распространенности МС некоторые специалисты рассматривают как новую пандемию, превышающую уровень распространенности сахарного диабета. По данным информационного бюллетеня ВОЗ, с 1975 по 2016 г. число людей, страдающих ожирением, во всем мире выросло более чем втрое. Распространенность МС в общей популяции варьирует от 10 до 30%, в России — от 20 до 35%. Сегодня 1,9 млрд взрослых старше 18 лет имеют избыточный вес, из них свыше 650 млн страдают ожирением, что составляет 13% взрослого населения планеты [3–6].

Наряду с ожирением у взрослых и подростков старше 16 лет к основным компонентам метаболического синдрома относят резистентность к инсулину, дислипидемию и артериальную гипертензию [3, 7, 8].

Ожирение ранее считали характерным для стран с высоким уровнем дохода, теперь это состояние становится все более распространенным в странах с низким и средним уровнем дохода. В 2016 г. около 41 млн детей в возрасте до 5 лет имели избыточный вес или ожирение. В возрасте старше 5 лет избыточным весом и ожирением страдали 340 млн детей и подростков [3, 9]. По другим данным, лишний вес имеется как минимум у 10–15% детей и подростков [6]. Заболеваемость детей ожирением в России, впервые установленным в возрасте 0–14 лет, составила 350 случаев на 100 000 детей, а в возрасте 15–17 лет данный показатель практически удваивался (708 случаев на 100 000 детей) [10].

Ожирение ассоциируется с целым рядом заболеваний, прежде всего — с сердечно-сосудистыми и сахарным диабетом. К осложнениям ожирения относят также дислипидемию, неалкогольную жировую болезнь печени (НАЖБГП), репродуктивные нарушения и дисфункции половой системы, нарушения опорно-двигательной системы, синдром обструктивного апноэ сна и др. [7]. В настоящее время у специалистов нет четкой позиции, являются ли эти состояния осложнением ожирения или они представляют собой сопутствующие заболевания, возникновение и прогрессирование которых усугубляет наличие ожирения. Тем не менее, во многих исследованиях продемонстрировано, что избыточная масса тела и ожирение у детей и подростков ассоциированы с повышенным риском развития метаболического синдрома, сахарного диабета и сердечно-сосудистых заболеваний в последующей жизни. В связи с этим раннее выявление и профилактика метаболического синдрома у детей и подростков является актуальной задачей здравоохранения [8].

Важность предотвращения развития факторов риска (первичная профилактика) и профилактика сердечно-сосудистых заболеваний в будущем подчеркнуты в работе экспертной группы по комплексным рекомендациям по сердечно-сосудистым заболеваниям и снижению их риска у детей и подростков [11].

Согласно недавно опубликованным данным по изучению распространенности ожирения населения Российской Федерации по основным возрастным группам за период 1995–2019 гг., в разрезе федеральных округов и субъектов РФ среди детей 0–14 лет страдает ожирением 15%, в возрасте 15–17 лет — 7%. На региональном уровне самая большая доля детей 0–14 лет, страдающих ожирением, отмечена в Калужской области (37%), Еврейской автономной области и Республике Тыве (35%); детей 15–17 лет — в Еврейской АО (14%), Республике Татарстан (13%) и Пермском крае (12%). Показатели заболеваемости ожирением у детей 0–14 лет возросли в 4 раза (с 367,6 на 100 000 населения в 1995 г. до 1417,1 в 2019 г.). Сильную озабоченность вызывает почти шестикратное увеличение показателей среди подростков 15–17 лет с 2002 г., наблюдается стремительный рост с 865,1 до 3411,7 в 2019 г. [5].

В 2007 г. Европейское региональное бюро ВОЗ разработало инициативу по эпиднадзору за детским ожирением (COSI, от англ. Childhood Obesity Surveillance Initiative), цели которой — определить причины развития избыточной массы тела, а также разработать и внедрить нормы питания и физической активности у детей школьного возраста. COSI является одним из крупнейших популяционных исследований избыточной массы тела и ожирения среди детей школьного возраста, охватившим более 300 000 детей из 38 европейских стран. Проведенное в рамках ее программы исследование в г. Москве в 2017–2018 гг. включило в себя 2166 детей семилетнего возраста и выявило наличие избыточной массы тела у 27% мальчиков и 22% девочек, а ожирение — у 10% и 6% детей соответственно [12]. Эти данные согласуются с общемировыми тенденциями, свидетельствующими как о росте распространенности этих состояний, так и об их омоложении [6].

По некоторым данным, истинная распространенность избыточной массы тела и ожирения у детей превышает показатели официальной статистики [13]. Этими авторами показано также, что ожирению в детском возрасте сопутствуют низкий уровень костного метаболизма, дисбаланс в процессах костеобразования и костной резорбции. При обследовании детей в Свердловской области (Россия) установлено, что распространенность ожирения по результатам профилактических осмотров значительно выше, чем это регистрируется в официальных статистических отчетах, основанных на обращаемости за медицинской помощью. В частности, распространенность ожирения у детей 0–14 лет в Свердловской области оказалась на 18,4% выше, чем в целом по России, а у подростков — на 9,7% [14].

Критерии диагностики

В 2007 г. Международной диабетической федерацией (IDF) были приняты новые критерии абдоминального ожирения и метаболического синдрома у детей и подростков, учитывающие возрастные особенности. Так, у детей и подростков в возрасте 6–15 лет абдоминальное (висцеральное) ожирение диагностируется в том случае, если окружность талии (ОТ) равна или выше 90 перцентиля значений перцентильного распределения этого параметра. В возрастной группе 6–9 лет диагноз метаболического синдрома не устанавливается, однако если у пациента имеется висцеральное ожирение в сочетании с отягощенным семейным анамнезом по МС, сахарному

Таблица 1. Критерии метаболического синдрома у детей и подростков

Возрастная группа (лет)	Ожирение (окружность талии)	Уровень триглицеридов	Уровень холестерина ЛПВП	Артериальное давление (АД)	Уровень глюкозы или диагностированный СД 2-го типа
6–9	≥ 90 перцентиля	Метаболический синдром не диагностирован, однако необходимо дальнейшее обследование, если семейный анамнез отягощен по метаболическому синдрому, СД 2-го типа, дислипидемии, сердечно-сосудистым заболеваниям, гипертензии и/или ожирению			
10–15	≥ 90 перцентиля (критерий для взрослого населения, если показатель ниже)	≥ 1,7 ммоль/л (≥ 150 мг/дл)	< 1,03 ммоль/л (< 40 мг/дл)	Систолическое ≥ 130 мм рт. ст. или диастолическое ≥ 85 мм. рт. ст.	≥ 5,6 ммоль/л (100 мг/дл) (или диагностированный СД 2-го типа). Если ≥ 5,6 ммоль/л, рекомендуется провести пероральный глюкозотолерантный тест
16 и более	Применение существующих критериев, разработанных Международной диабетической федерацией для взрослых				

диабету 2-го типа, ССЗ, включая АГ, и/или ожирению, то необходимо проводить дополнительное обследование и последующее наблюдение [15].

У детей в возрасте 10–15 лет диагноз метаболического синдрома может быть установлен, если помимо абдоминального ожирения имеется не менее двух из следующих критериев: ТГ ≥ 1,7 ммоль/л, ЛПВП < 1,03 ммоль/л, АД ≥ 130/85 мм рт. ст., глюкоза натощак ≥ 5,6 ммоль/л (или наличие СД 2-го типа; табл. 1). В возрасте 16 лет и старше диагноз метаболического синдрома устанавливают с использованием критериев для взрослых [16].

Наряду с антропометрическими параметрами, физиологическими диапазонами АД в процессе полового созревания существенно изменяется распределение жира, что сопровождается снижением уровня адипонектина и чувствительности к инсулину примерно на 30% с дополнительной увеличением секреции этого гормона. Подобные трансформации, наиболее выраженные в пубертатный период развития, определяют сложность в интерпретации измеряемых лабораторных показателей у подростков. Это обуславливает и отсутствие единого мнения у специалистов о пороговых значениях тех или иных параметров для использования в качестве критериев МС, тем более что диагностическая значимость и вклад каждого из компонентов в развитие синдрома различны [15].

С учетом накопленной научной информации в 2009 г. эксперты нескольких организаций: Международной диабетической ассоциации (International Diabetes Federation, IDF), Национального института сердца, легких и крови (National Heart, Lung and Blood Institute, NHLBI), Американской кардиологической ассоциации (American Heart Association, AHA), Всемирной кардиологической ассоциации (World Heart Federation, WHF), Международного общества атеросклероза (International Atherosclerosis Society, IAS), а также Международной ассоциации по изучению ожирения (International Association for the Study of Obesity, IASO) разработали унифицированные критерии диагностики МС у взрослых и подростков старше 16 лет [16]. В итоге сформированного совместного соглашения предложено для

постановки достоверного диагноза учитывать наличие не менее трех из нижеперечисленных критериев (табл. 2).

В Российских клинических рекомендациях по метаболическому синдрому, подготовленных в 2013 г., отмечено, что практически отсутствуют какие-либо прогностические данные, касающиеся преимуществ различных критериев постановки диагноза МС [3]. В этой связи очевидна необходимость гармонизации и адаптации существующих диагностических критериев для Российской Федерации, поскольку необходимо учитывать этнические, генетические различия российской популяции, национальные особенности питания, образа жизни и экономические возможности государства. В качестве основного диагностического критерия было предложено выделять центральный (абдоминальный) тип ожирения — окружность талии более 80 см у женщин и более 94 см у мужчин, и дополнительные (достоверным МС следует считать при наличии одного основного и двух дополнительных признаков):

- уровень АД > 140 и 90 мм рт. ст. или лечение АГ препаратами;
- повышение уровня триглицеридов (≥ 1,7 ммоль/л);
- снижение уровня ХС ЛПВП (< 1,0 ммоль/л у мужчин; < 1,2 ммоль/л у женщин);
- нарушенная толерантность к глюкозе (НТГ) — повышенный уровень глюкозы плазмы через 2 ч после нагрузки 75 г безводной глюкозы при ПГТТ ≥ 7,8 и < 11,1 ммоль/л при условии, что уровень глюкозы плазмы натощак составляет менее 7,0 ммоль/л;
- нарушенная гликемия натощак (НГН) — повышенный уровень глюкозы плазмы натощак ≥ 6,1 и < 7,0 ммоль/л, при условии, что глюкоза плазмы через 2 ч при ПГТТ составляет менее 7,8 ммоль/л;
- комбинированное нарушение НГН/НТГ — повышенный уровень глюкозы плазмы натощак ≥ 6,1 и < 7,0 ммоль/л в сочетании с глюкозой плазмы через 2 ч при ПГТТ ≥ 7,8 и < 11,1 ммоль/л [3].

Обязательным симптомом МС следует считать абдоминальное (в современной трактовке — висцеральное)

Таблица 2. Критерии МС у взрослых и подростков старше 16 лет [16]

Критерии МС	Показатели
Абдоминальное ожирение	Превышение критического значения ОТ с учетом этнической принадлежности
Триглицериды	> 1,7 ммоль/л
Холестерин в форме ЛПВП мужчины женщины	< 1,0 ммоль/л < 1,3 ммоль/л
Артериальное давление	≥ 130 / ≥ 85 мм рт. ст.
Гликемия натощак	≥ 5,6 ммоль/л

ожирение. Показано, что с висцеральной жировой тканью окружность талии коррелирует сильнее, чем индекс массы тела (ИМТ). При этом важно учитывать хорошо известный в спортивной медицине факт: ИМТ зависит, например, от вида спорта, мышечной массы спортсмена и некоторых других факторов, что снижает его информативность в качестве объективного показателя.

В исследовании 1037 мальчиков и 950 девочек, средний возраст которых составил 11 лет, с помощью пошагового множественного регрессионного анализа таких переменных, как общий холестерин, триглицериды, липопротеины высокой и низкой плотности, а также артериальное давление, было установлено, что наиболее значимым предиктором, независимо от пола, является окружность талии [17]. В исследовании с использованием двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии (DXA) именно окружность талии позволяла дифференцировать детей с низкой и высокой жировой массой тела в 87% случаев для девочек и до 90% для мальчиков [18].

У взрослых ОТ широко используют в качестве диагностического критерия распределения жира в абдоминальной области, но у детей на этот параметр могут влиять рост и половое развитие, что снижает точность оценки висцеральной жировой ткани. Важное значение при этом имеет и этническая принадлежность [19].

В 2020 г. были установлены референтные значения процентилей ОТ для возрастной группы 6–18 лет на основании обследования 113 453 детей с нормальным весом из восьми стран (Болгария, Китай, Иран, Корея, Малайзия, Польша, Сейшельские острова и Швейцария). Было также подтверждено, что 90-й перцентиль ОТ у детей с нормальным весом может быть использован для прогнозирования сердечно-сосудистого риска [20]. В 2021 г. эти же пороговые значения ОТ были рекомендованы международным консенсусом экспертов по педиатрической метаболической жировой болезни печени [21].

Метаболический жировой гепатоз тесно связан с ожирением, инсулинорезистентностью, дислипидемией и другими метаболическими компонентами, входящими в МС, и его часто рассматривают как его «печеночный компонент». Показано, что гипертриглицеридемия и МС являются независимыми факторами, связанными с развитием неалкогольного стеатогепатита, а, как известно, гипертриглицеридемию часто можно встретить у спортсменов высокого класса, что обеспечивает энергетическую поддержку организма во время интенсивных тренировок. В патогенезе неалкогольной жировой болезни печени (НАЖБП), кроме накопления избыточного количества триглицеридов в печени, важную роль играет и индукция оксидативного стресса, нередко возникающего на фоне выраженных спортивных перегрузок. В России, по данным крупномасштабного исследования DIREG 2, частота НАЖБП в 2007 г. составляла 27%, а в 2014 г. — уже 37,1%, что делает это состояние самым распространенным заболеванием печени [22].

По данным ряда авторов, увеличение распространенности НАЖБП происходит параллельно с ростом распространенности ожирения и МС [23]. Сложность объективной оценки состоит в том, что, хотя рутинные методы лабораторной диагностики патологии печени: определение билирубина, АЛТ, АСТ, γ -ГТ, альбумина, ферритина, общий анализ крови и МНО, используют в амбулаторной практике, ценность каждого

отдельно взятого показателя достаточно ограничена. Так, повышение уровня АЛТ и АСТ в два и более раз выявляют только у 30% больных с НАЖБП и они слабо коррелируют с тяжестью заболевания. Поэтому их оценка неадекватна для определения прогноза метаболического стеатогепатита [24]. Целесообразно учитывать и влияние спортивных нагрузок на диапазоны значений измеряемых лабораторных показателей. В наших исследованиях на больших выборках было показано, что референтные интервалы для большинства из перечисленных биохимических маркеров существенно отличаются от нормальных популяционных значений. Большое значение имеют и половые различия, особенно возрастные [25].

Анализ систематических обзоров, представленных в базах PubMed, Scopus и Web of Science, позволил выявить 36 проспективных исследований, включавших 5 802 226 пациентов, в которых установлено, что НАЖБП ассоциирована с умеренным повышением риска развития фатальных и нефатальных сердечно-сосудистых событий [26].

Обсуждая концепцию МС как комплекса предрасполагающих условий формирования кардио-метаболических факторов риска и возможности его диагностирования в педиатрической практике, необходимо признать нечеткость используемых сегодня критериев для детского возраста. Это обуславливает колоссальный разброс в оценке распространенности МС. В частности, по данным публикаций за 2014–2019 гг., распространенность метаболического синдрома колебалась от 0,3 до 26,4%, что в определенной мере зависело и от используемых диагностических критериев [27].

Важно учитывать и тот факт, что ребенок, по мере его роста и развития, в один момент времени может соответствовать применяемым критериям и не соответствовать им же в другой момент, и неясно, представляют ли регистрируемые изменения улучшение или ухудшение состояния здоровья. Тем не менее, убедительно доказано, что МС и избыточная масса тела в детском возрасте связаны с более чем 2,4-кратным риском развития МС у взрослых, который можно предсказать, начиная с 5-летнего возраста [28]. Определенным подтверждением могут служить и итоги исследования, в котором продемонстрирована взаимосвязь метаболического синдрома в детском возрасте с сердечно-сосудистыми заболеваниями у взрослых 25 лет спустя [29].

Артериальная гипертензия как отдельный компонент МС имеет ряд клинических особенностей течения. Характерно частое формирование рефрактерной АГ, раннее поражение органов-мишеней, например развитие гипертрофии левого желудочка, быстро приводящей к дисфункции миокарда, почечной гиперфильтрации, снижение эластичности аорты и артерий. По данным СМАД, у больных АГ с метаболическими нарушениями диагностируют более выраженные нарушения суточного ритма АД, более высокие показатели нагрузки давлением в ночные часы и повышенную вариабельность по сравнению с больными АГ без метаболических нарушений [3].

По мнению ряда исследователей, детям и подросткам при проведении скрининга на избыточную массу тела и ожирение необходимо проводить скрининг и на повышенное артериальное давление [30]. Достаточно хорошо известно, что уровень АД у детей и подростков тесно связан с возрастом, полом и длиной тела. Однако выраженный разброс антропометрических данных даже в одной возрастной группе, гендерные различия диктуют

необходимость использования специальных центильных таблиц, основанных на результатах соответствующих популяционных (национальных) исследований [31].

В 2016 г. для детей и подростков в возрасте 6–17 лет были установлены международные эталонные процентиля АД в зависимости от пола, возраста и роста на основании обследования 52 636 детей без избыточной массы тела из семи стран (Китай, Индия, Иран, Корея, Польша, Тунис и США). Эти международные эталоны АД рассматривали как критерии для сравнения распространенности повышенного АД у детей и подростков [32]. В том же 2016 г. российскими кардиологами были подготовлены клинические рекомендации по диагностике и лечению артериальной гипертензии у детей и подростков, в которых предложено в качестве критериев оценки значений АД использовать центильные таблицы с учетом возраста, пола и роста [33].

В сентябре 2022 г. были опубликованы материалы конценсуса, подготовленного рядом европейских ассоциаций, по гипертензии у детей и подростков с рекомендациями по измерению АД и интерпретации результатов с учетом центильных значений для возраста, пола и роста. Приведены критерии оценки модифицируемых факторов риска, в том числе избыточная масса тела, ожирение, показатели дислипидемии, гипергликемии и гиподинамии [34]. Однако ни в одном из вышеперечисленных международных и отечественных консенсусных документах не приведены градации АД у детей и подростков с учетом их спортивной деятельности, представляющих многомиллионную генерацию во всем мире. При этом в различных исследованиях достаточно убедительно показано о существенном влиянии чрезмерной (профессиональной) спортивной нагрузки на системное АД и последующий высокий риск нарушений его регуляции, вплоть до формирования артериальной гипертензии и других сердечно-сосудистых событий.

Целесообразность контроля АД и раннего выявления АГ, как раннего маркера МС, в определенной мере, подтверждают данные о патофизиологической роли инсулинорезистентности и гиперинсулинемии в развитии эндотелиальной дисфункции, возникающей вследствие дисбаланса синтеза вазодилататоров и вазоконстрикторов, и последующего формирования гипертензии [35, 36].

С метаболическими и сердечно-сосудистыми факторами риска коррелирует множество различных маркеров, синтезируемых в жировой ткани организма, в частности, провоспалительные цитокины (например, TNF α , IL6) и адипокины (например, адипонектин, лептин, хемерин). Выявление уровня большинства этих адипокинов пока не включено в рутинную лабораторную практику, однако ряд исследователей предлагает проводить измерение адипокинов и маркеров воспаления при базовом обследовании детей и подростков с ожирением для оценки риска возникновения кардио-метаболических заболеваний.

Взаимосвязь между возрастом, полом, особенностями пубертатного развития и уровнем адипонектина в детском возрасте описана только в нескольких работах. Например, обнаружено, что уровень адипонектина у детей регистрируется выше, чем у взрослых, но в период полового созревания он существенно снижается. Показано также, что адипонектин отрицательно коррелирует с процентным содержанием жира в организме ребенка. Причем значительную потерю веса в процессе лечения ожирения сопровождают повышение уровня адипонектина

и улучшение резистентности к инсулину. Это коррелирует с результатами исследований у взрослых, описывающих тесную взаимосвязь адипонектина с жировыми отложениями и резистентностью к инсулину [37].

На высокий процент выявления метаболических нарушений и избыточного веса, вплоть до ожирения, у юных игроков американского футбола указывают итоги нескольких исследований. Отметим, что стремление набрать большую мышечную массу при определенном амплуа спортсмена, типичное для профессиональных игроков, рассматривается как несущественный фактор риска, так как юные спортсмены, учащиеся колледжей, не имеют четкого игрового амплуа, меняя его в течение сезона. Тем не менее, избыточный вес и ожирение у них регистрируется чаще на 45% и 42% соответственно по сравнению с данными общих национальных выборок [2, 38].

Превышение распространенности избыточного веса и ожирения регистрируется и у юных регбистов в возрасте 9–14 лет по сравнению с популяционными значениями, полученными в Европе (Франция). Проведенные балансовые исследования подтвердили первостепенную роль высокой массы именно жира, а не мышечной, в формировании избыточного веса у юных спортсменов [39].

Значимость избыточного веса и ожирения для здоровья юных спортсменов не ограничена только риском формирования МС. В нескольких мета-анализах и оригинальных исследованиях приведены доказательства, свидетельствующие о повышенном риске травматизации при наличии избыточного веса у молодых спортсменов. Важным аспектом является формирование воспалительных реакций после травмы, что подтверждено высокими значениями целого ряда цитокинов: TNF α , IL1, IL6, а также таких маркеров, как СРБ и фибриногена, коррелирующих с высоким риском развития ожирения. Учитывая роль воспалительных реакций и эндотелиальных дисфункций, которые, как указывалось выше, характерны для МС, нельзя исключить формирование некоего порочного круга, возникающего вследствие травмы у спортсменов с избыточным весом, в конечном счете, негативно влияющих как на здоровье спортсмена, так и на его спортивную результативность [6, 30, 40].

Обсуждая патофизиологические процессы, обуславливающие формирование МС, необходимо отметить гипотезу о хроническом стрессе. Проведенные в разные годы исследования позволяют сегодня с большой долей уверенности рассматривать физиологическую роль неспецифической хронической стрессовой реакции в энергетическом обеспечении специфических адаптивных компонентов. Предложено дифференцировать хронический стресс на энерготропную и трофотропную стадии, а каждую стадию — на фазы: напряженной адаптации, относительной компенсации и декомпенсации [41]. Энерготропная стадия, диагностируемая, например, у детей с внутриутробной гипотрофией, а также у детей старших возрастов и у взрослых, часто трансформируется в трофотропную стадию, которая сопровождается развитием ожирения, сахарного диабета, заболеваний сердечно-сосудистой системы, и особенно часто — артериальной гипертензии. Последняя группа заболеваний, по мнению многих авторов, и представляет собой метаболический синдром. Исходя из данной гипотезы МС предлагается трактовать как трофотропную стадию хронического стресса [42, 43]. Отметим при этом, что юные спортсмены, претерпевающие значительные пубертатные трансформации, наиболее уязвимы к

негативному влиянию стрессовых факторов. Однако итоги каких-либо исследований, рассматривающих взаимосвязь МС, хронического стресса и спортивных нагрузок, пока не опубликованы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Актуальность проблемы МС в спортивной медицине очевидна, однако необходимы дальнейшие целенаправленные исследования по разработке диагностических критериев этого состояния и методических подходов по тактике ведения у детей

и подростков, учитывающих не только возрастные и гендерные различия, но и специфику их спортивной деятельности в условиях пубертатного периода развития. Это позволит адаптировать предложенный в литературе алгоритм диагностики МС к особенностям у детей и подростков, занимающихся спортом, с соответствующими нормами и референтными значениями параметров, определяемых, как правило, в рамках углубленных медицинских обследований. Практическая реализация данного алгоритма может принципиально улучшить качество ранней диагностики и лечебно-профилактических программ при данном синдроме.

Литература

- Беленков Ю. Н., Привалова Е. В., Каплунова В. Ю., Зекцер В. Ю., Виноградова Н. Н., Ильгисонис И. С., и др. Метаболический синдром: история развития, основные критерии диагностики. Рациональная Фармакотерапия в Кардиологии. 2018; 14 (5): 757–64.
- Borchers JR, Clem KL, Habash DL, Nagaraja HN, Stokley LM, Best TM. Metabolic Syndrome and Insulin Resistance in Division 1 Collegiate Football Players. *Med Sci Sports Exerc.* 2009; 41 (12).
- Министерство здравоохранения Российской Федерации. Рекомендации по ведению больных с метаболическим синдромом. Клинические рекомендации. М., 2013. Доступно по ссылке: https://mzdrav.rk.gov.ru/file/mzdrav_18042014_Klinicheskie_rekomendacii_Metabolicheskij_sindrom.pdf.
- Информационный бюллетень ВОЗ «Ожирение и избыточный вес». Доступно по ссылке: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>.
- Савина А. А., Фейгинова С. И. Распространенность ожирения среди населения Российской Федерации: период до пандемии COVID-19. Социальные аспекты здоровья населения [сетевое издание]. 2022; 68 (5): 4. DOI: 10.21045/2071-5021-2022-68-5-4.
- Петеркова В. А., Безлегкина О. Б., Болотова Н. В., Богова Е. А., Васюкова О. В., Гирш Я. В. Клинические рекомендации «Ожирение у детей». Проблемы эндокринологии. 2021; 5: 67–83.
- Дедов И. И., Мокрышева Н. Г., Мельниченко Г. А., Трошина Е. А., Мазурина Н. В., Ершова Е. В., и др. Ожирение. Клинические рекомендации. *Consilium Medicum.* 2021; 23 (4): 311–25. DOI: 10.26442/20751753.2021.4.200832.
- Проект рекомендаций экспертов Российского кардиологического общества по диагностике и лечению метаболического синдрома (3-й пересмотр). М., 2013; 103 с.
- Лях В. И., Левушкин С. П., Скоблина Н. А. Тенденции изменений показателя индекса массы тела у детей, подростков и молодежи в конце XX — начале XXI века. Вопросы практической педиатрии. 2022; 17 (1): 185–9. DOI: 10.20953/1817-7646-2022-1-185-189.
- Здравоохранение в России. 2021: Стат. сб. / Росстат. М., 2021. Доступно по ссылке: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Zdravooхран-2021.pdf>.
- Expert Panel on Integrated Guidelines for Cardiovascular Health and Risk Reduction in Children and Adolescents; National Heart, Lung, and Blood Institute. Expert panel on integrated guidelines for cardiovascular health and risk reduction in children and adolescents: summary report. *Pediatrics.* 2011; 128 (Suppl 5): S213–56. DOI: 10.1542/peds.2009-2107C. Epub 2011 Nov 14. PMID: 22084329; PMCID: PMC4536582.
- Childhood Obesity Surveillance Initiative HIGHLIGHTS 2015–17. Available from: https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0006/372426/WH14_COSI_factsheets_v2.pdf.
- Мартьянова И. Н. Школа здоровья для детей с ожирением в условиях детской поликлиники [диссертация]. 2019; 24 с.
- Ануфриева Е. В., Неупокоева Л. Ю., Ковтун О. П. Тенденции распространенности ожирения у детей и подростков в Свердловской области. Российский педиатрический журнал. 2020; 1 (2): 5–9.
- Zimmet P, Alberti KG, Kaufman F, Tajima N, Silink M, Arslanian S, et al. IDF Consensus Group. The metabolic syndrome in children and adolescents — an IDF consensus report. *Pediatr Diabetes.* 2007; 8 (5): 299–306. DOI: 10.1111/j.1399-5448.2007.00271.x. PMID: 17850473.
- Alberti KG, Eckel RH, Grundy SM, et al. Harmonising the metabolic syndrome: a joint interim statement of the IDF. NHLBL, AHA, WHF, IAS, IASO. *Circulation.* 2009; 120 (16): 1640–5. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.109.192644.
- Sawa SC, Tomaritis M, Sawa ME, Kourides Y, Panagi A, Silikiotou N, et al. Waist circumference and waist-to-height ratio are better predictors of cardiovascular disease risk factors in children than body mass index. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2000; 24 (11): 1453–8. DOI: 10.1038/sj.ijo.0801401. PMID: 11126342.
- Brambilla P, Bedogni G, Moreno LA, Goran MI, Gutin B, Fox KR, et al. Crossvalidation of anthropometry against magnetic resonance imaging for the assessment of visceral and subcutaneous adipose tissue in children. *Int J Obes (Lond).* 2006; 30 (1): 23–30. DOI: 10.1038/sj.ijo.0803163. PMID: 16344845.
- Taylor RW, Williams SM, Grant AM, Ferguson E, Taylor BJ, Goulding A. Waist circumference as a measure of trunk fat mass in children aged 3 to 5 years. *Int J Pediatr Obes.* 2008; 3 (4): 226–33. DOI: 10.1080/17477160802030429. PMID: 18608631.
- Xi B, Zong X, Kelishadi R, Litwin M, Hong YM, Poh BK, et al. International Waist Circumference Percentile Cutoffs for Central Obesity in Children and Adolescents Aged 6 to 18 Years. *J Clin Endocrinol Metab.* 2020; 105 (4): e1569–83. DOI: 10.1210/clinem/dgz195. PMID: 31723976; PMCID: PMC7059990.
- Eslam M, Alkhoury N, Vajro P, Baumann U, Weiss R, Socha P, et al. Defining paediatric metabolic (dysfunction)-associated fatty liver disease: an international expert consensus statement. *Lancet Gastroenterol Hepatol.* 2021; 6 (10): 864–73. DOI: 10.1016/S2468-1253(21):00183-7. Epub 2021 Aug 6. PMID: 34364544.
- Ивашкин В. Т., Драпкина О. М., Маев И. В., и др. Распространенность неалкогольной жировой болезни печени у пациентов амбулаторно-поликлинической практики в Российской Федерации: результаты исследования DIREG 2. Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии. 2016; 25 (6): 31–41.
- Liu H, Lu HY. Nonalcoholic fatty liver disease and cardiovascular disease. *World J Gastroenterol.* 2014; 20 (26): 8407–15.
- Caballería LI, Auladell AM, Torán P, et al. Prevalence and factors associated with the presence of non alcoholic fatty liver disease in an apparently healthy adult population in primary care units. *BMC Gastroenterology.* 2007; 7: 41.
- Гришина Ж. В., Ключников С. О., Яшин Т. А., Макарова Г. А., Ломазова Е. В., Бушуева И. Е., и др. Референтные интервалы биохимических показателей крови у юных спортсменов. Вопросы практической педиатрии. 2022; 17 (1): 71–78. DOI: 10.20953/1817-7646-2022-1-71-78.
- Mantovani A, Csermely A, Petracca G, et al. Non-alcoholic fatty

- liver disease and risk of fatal and non-fatal cardiovascular events: an updated systematic review and meta-analysis. *The Lancet Gastroenterology and Hepatology*, 2021.
27. Reisinger C, Nkeh-Chungag BN, Fredriksen PM, Goswami N. The prevalence of pediatric metabolic syndrome—a critical look on the discrepancies between definitions and its clinical importance. *Int J Obes (Lond)*. 2021; 45 (1): 12–24. DOI: 10.1038/s41366-020-00713-1. Epub 2020 Nov 18. PMID: 33208861; PMCID: PMC7752760.
 28. de Ferranti SD, Gauvreau K, Ludwig DS, Neufeld EJ, Newburger JW, Rifai N. Prevalence of the metabolic syndrome in American adolescents: findings from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Circulation*. 2004; 110 (16): 2494–7. DOI: 10.1161/01.CIR.0000145117.40114.C7. Epub 2004 Oct 11. PMID: 15477412.
 29. Koskinen J, Magnussen CG, Sinaiko A, Woo J, Urbina E, Jacobs DR Jr, et al. Childhood Age and Associations Between Childhood Metabolic Syndrome and Adult Risk for Metabolic Syndrome, Type 2 Diabetes Mellitus and Carotid Intima Media Thickness: The International Childhood Cardiovascular Cohort Consortium. *J Am Heart Assoc*. 2017; 6 (8): e005632. DOI: 10.1161/JAHA.117.005632. PMID: 28862940; PMCID: PMC5586423.
 30. Magge SN, Goodman E, Armstrong SC. Committee on nutrition; section on endocrinology; section on obesity. The metabolic syndrome in children and adolescents: shifting the focus to cardiometabolic risk factor clustering. *Pediatrics*. 2017; 140 (2): e20171603. DOI: 10.1542/peds.2017–1603. PMID: 28739653.
 31. Захарова И. Н., Малявская С. И., Творогова Т. М., Васильева С. В., Дмитриева Ю. А., Пшеничникова И. И. Метаболический синдром у детей и подростков определение. Критерии диагностики. *Медицинский Совет*. 2016; (16): 103–9. Доступно по ссылке: <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2016-16-103-109>.
 32. Xi B, Zong X, Kelishadi R, Hong YM, Khadilkar A, Steffen LM, et al. International child blood pressure references establishment consortium. Establishing international blood pressure references among nonoverweight children and adolescents aged 6 to 17 years. *Circulation*. 2016; 133 (4): 398–408. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.115.017936. Epub 2015 Dec 15. PMID: 26671979; PMCID: PMC4729639.
 33. Министерство здравоохранения Российской Федерации. Артериальная гипертензия у детей. Клинические рекомендации. 2016; 34 с.
 34. de Simone G, et al. Hypertension in children and adolescents: A consensus document from ESC Council on Hypertension, European Association of Preventive Cardiology, European Association of Cardiovascular Imaging, Association of Cardiovascular Nursing & Allied Professions, ESC Council for Cardiovascular Practice and Association for European Paediatric and Congenital Cardiology. *European heart journal*. 2022; 43 (35): 3290–301.
 35. Посохова Н. В., Болотова Н. В. Ожирение как фактор формирования артериальной гипертензии у детей и подростков. *Педиатрия им. Г. Н. Сперанского*. 2015; 94 (5): 127–31.
 36. Gutiérrez-Rodelo C, Roura-Guiberna A, Olivares-Reyes JA. Mecanismos moleculares de la resistencia a la insulina: una actualización [Molecular mechanisms of insulin resistance: an update]. *Gac Med Mex*. 2017; 153 (2): 214–28. PMID: 28474708.
 37. Reinehr T, Roth C, Menke T, Andler W. Adiponectin before and after weight loss in obese children, *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2004; 89 (8): 3790–4. Available from: <https://doi.org/10.1210/jc.2003-031925>.
 38. Malina RM, Morano PJ, Metal Barron. Overweight and obesity among youth participants in American football. *J Pediatr*. 2007; 151 (4): 378–82.
 39. Zong X, Bovet P, Xi B. A proposal to unify the definition of the metabolic syndrome in children and adolescents. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2022; 13: 925976. DOI: 10.3389/fendo.2022.925976. PMID: 35846321; PMCID: PMC9276932.
 40. Weihe P, Weihrauch-Blüher S. Metabolic syndrome in children and adolescents: diagnostic criteria, therapeutic options and perspectives. *Curr Obes Rep*. 2019; 8 (4): 472–9. DOI: 10.1007/s13679-019-00357-x. PMID: 31691175.
 41. Неудахин Е. В. Хронический стресс в общей патологии у детей: вопросы детской диетологии. 2014; 12 (5): 44–49.
 42. Неудахин Е. В., Морено И. Г. Углубление представлений о некоторых механизмах формирования хронического стресса. *Вопросы практической педиатрии*. 2016; 11 (54): 28–37.
 43. Неудахин Е. В., Притыко А. Г., редакторы. *Атеросклероз — дорога жизни от зачатия до старости*. М.: РадиоСофт, 2021; 264 с.

References

1. Belenkov YuN, Privalova EV, Kaplunova VYu, Zekcer VYu, Vinogradova NN, Ilgisonis IS, et al. *Metabolicheskiy sindrom: istoriya razvitiya, osnovnyye kriterii diagnostiki. Racional'naya Farmakoterapiya v Kardiologii*. 2018; 14 (5): 757–764. Russian.
2. Borchers JR, Clem KL, Habash DL, Nagaraja HN, Stokley LM, Best TM. Metabolic Syndrome and Insulin Resistance in Division 1 Collegiate Football Players. *Med Sci Sports Exerc*. 2009; 41 (12).
3. Министерство здравоохранения Российской Федерации. Рекомендации по ведению больных с метаболическим синдромом. *Клинические рекомендации*. М., 2013. Доступно по ссылке: https://mzdrav.rk.gov.ru/file/mzdrav_18042014_Klinicheskie_rekomendacii_Metabolicheskiy_sindrom.pdf. Russian.
4. Информационный бюллетень ВОЗ «Ожирение и избыточный вес». Доступно по ссылке: <https://www.who.int/ru/news-room/factsheets/detail/obesity-and-overweight>. Russian.
5. Savina AA, Fejginova SI. Rasprostranennost' ozhireniya sredi naseleniya Rossijskoj Federacii: period do pandemii COVID-19. *Social'nye aspekty zdorov'ya naseleniya [setevoe izdanie]*. 2022; 68 (5): 4. DOI: 10.21045/2071-5021-2022-68-5-4. Russian.
6. Peterkova VA, Bezlepina OB, Bolotova NV, Bogova EA, Vasyukova OV, Girsh YaV. *Klinicheskie rekomendacii «Ozhirenie u detej»*. *Problemy ehndokrinologii*. 2021; 5: 67–83. Russian.
7. Dedov II, Mokrysheva NG, Mel'nichenko GA, Troshina EA, Mazurina NV, Ershova EV, i dr. *Ozhirenie. Klinicheskie rekomendacii. Consilium Medicum*. 2021; 23 (4): 311–25. DOI: 10.26442/20751753.2021.4.200832. Russian.
8. Проект рекомендаций экспертов Российской кардиологической общности по диагностике и лечению метаболического синдрома (3-й пересмотр). М., 2013; 103 с. Russian.
9. Lyax VI, Levushkin SP, Skoblina NA. Tendencii izmenenij pokazatelya indeksa massy tela u detej, podrostkov i molodezhi v konce XX — nachale XXI veka. *Voprosy prakticheskoy pediatrii*. 2022; 17 (1): 185–9. DOI: 10.20953/1817-7646-2022-1-185-189. Russian.
10. *Zdravoohranenie v Rossii*. 2021: Stat. sb. / Rosstat. М., 2021. Доступно по ссылке: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Zdravoohran-2021.pdf>. Russian.
11. Expert Panel on Integrated Guidelines for Cardiovascular Health and Risk Reduction in Children and Adolescents; National Heart, Lung, and Blood Institute. Expert panel on integrated guidelines for cardiovascular health and risk reduction in children and adolescents: summary report. *Pediatrics*. 2011; 128 (Suppl 5): S213–56. DOI: 10.1542/peds.2009-2107C. Epub 2011 Nov 14. PMID: 22084329; PMCID: PMC4536582.
12. Childhood Obesity Surveillance Initiative HIGHLIGHTS 2015–17. Available from: https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0006/372426/WH14_COSI_factsheets_v2.pdf.
13. Martynova IN. *Shkola zdorov'ya dlya detej s ozhireniem v usloviyax detskoj polikliniki [dissertaciya]*. 2019; 24 с. Russian.
14. Anufrieva EV, Neupokoeva LYU, Kovtun OP. Tendencii rasprostranennosti ozhireniya u detej i podrostkov v Sverdlovskoj oblasti. *Rossijskij pediatricheskiy zhurnal*. 2020; 1 (2): 5–9. Russian.
15. Zimmet P, Alberti KG, Kaufman F, Tajima N, Silink M, Arslanian S, et al. IDF Consensus Group. *The metabolic syndrome in children*

- and adolescents — an IDF consensus report. *Pediatr Diabetes*. 2007; 8 (5): 299–306. DOI: 10.1111/j.1399-5448.2007.00271.x. PMID: 17850473.
16. Alberti KG, Eckel RH, Grundy SM, et al. Harmonising the metabolic syndrome: a joint interim statement of the IDF. NHLBL, AHA, WHF, IAS, IASO. *Circulation*. 2009; 120 (16): 1640–5. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.109.192644.
 17. Sawa SC, Tornaritis M, Sawa ME, Kourides Y, Panagi A, Siliotiou N, et al. Waist circumference and waist-to-height ratio are better predictors of cardiovascular disease risk factors in children than body mass index. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2000; 24 (11): 1453–8. DOI: 10.1038/sj.ijo.0801401. PMID: 11126342.
 18. Brambilla P, Bedogni G, Moreno LA, Goran MI, Gutin B, Fox KR, et al. Crossvalidation of anthropometry against magnetic resonance imaging for the assessment of visceral and subcutaneous adipose tissue in children. *Int J Obes (Lond)*. 2006; 30 (1): 23–30. DOI: 10.1038/sj.ijo.0803163. PMID: 16344845.
 19. Taylor RW, Williams SM, Grant AM, Ferguson E, Taylor BJ, Goulding A. Waist circumference as a measure of trunk fat mass in children aged 3 to 5 years. *Int J Pediatr Obes*. 2008; 3 (4): 226–33. DOI: 10.1080/17477160802030429. PMID: 18608631.
 20. Xi B, Zong X, Kelishadi R, Litwin M, Hong YM, Poh BK, et al. International Waist Circumference Percentile Cutoffs for Central Obesity in Children and Adolescents Aged 6 to 18 Years. *J Clin Endocrinol Metab*. 2020; 105 (4): e1569–83. DOI: 10.1210/clinem/dgz195. PMID: 31723976; PMCID: PMC7059990.
 21. Eslam M, Alkhoury N, Vajro P, Baumann U, Weiss R, Socha P, et al. Defining paediatric metabolic (dysfunction)-associated fatty liver disease: an international expert consensus statement. *Lancet Gastroenterol Hepatol*. 2021; 6 (10): 864–73. DOI: 10.1016/S2468-1253 (21): 00183-7. Epub 2021 Aug 6. PMID: 34364544.
 22. Ivashkin VT, Drapkina OM, Maev IV, i dr. Rasprostranennost' nealkogol'noj zhirovoj bolezni pečeni u pacientov ambulatorno-poliklinicheskoy praktiki v Rossijskoj Federacii: rezul'taty issledovaniya DIREG 2. *Rossijskij zhurnal gastroenterologii, gepatologii, koloproktologii*. 2016; 25 (6): 31–41. Russian.
 23. Liu H, Lu HY. Nonalcoholic fatty liver disease and cardiovascular disease. *World J Gastroenterol*. 2014; 20 (26): 8407–15.
 24. Caballería LI, Auladell AM, Torán P, et al. Prevalence and factors associated with the presence of non alcoholic fatty liver disease in an apparently healthy adult population in primary care units. *BMC Gastroenterology*. 2007; 7: 41.
 25. Grishina ZhV, Klyuchnikov SO, Yashin TA, Makarova GA, Lomazova EV, Bushueva IE, i dr. Referentnye intervaly bioximicheskix pokazatelej krovi u yunyx sportsmenov. *Voprosy prakticheskoy pediatrii*. 2022; 17 (1): 71–78. DOI: 10.20953/1817-7646-2022-1-71-78. Russian.
 26. Mantovani A, Csermely A, Petracca G, et al. Non-alcoholic fatty liver disease and risk of fatal and non-fatal cardiovascular events: an updated systematic review and meta-analysis. *The Lancet Gastroenterology and Hepatology*, 2021.
 27. Reisinger C, Nkeh-Chungag BN, Fredriksen PM, Goswami N. The prevalence of pediatric metabolic syndrome—a critical look on the discrepancies between definitions and its clinical importance. *Int J Obes (Lond)*. 2021; 45 (1): 12–24. DOI: 10.1038/s41366-020-00713-1. Epub 2020 Nov 18. PMID: 33208861; PMCID: PMC7752760.
 28. de Ferranti SD, Gauvreau K, Ludwig DS, Neufeld EJ, Newburger JW, Rifai N. Prevalence of the metabolic syndrome in American adolescents: findings from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Circulation*. 2004; 110 (16): 2494–7. DOI: 10.1161/01.CIR.000145117.40114.C7. Epub 2004 Oct 11. PMID: 15477412.
 29. Koskinen J, Magnussen CG, Sinaiko A, Woo J, Urbina E, Jacobs DR Jr, et al. Childhood Age and Associations Between Childhood Metabolic Syndrome and Adult Risk for Metabolic Syndrome, Type 2 Diabetes Mellitus and Carotid Intima Media Thickness: The International Childhood Cardiovascular Cohort Consortium. *J Am Heart Assoc*. 2017; 6 (8): e005632. DOI: 10.1161/JAHA.117.005632. PMID: 28862940; PMCID: PMC5586423.
 30. Magge SN, Goodman E, Armstrong SC. Committee on nutrition; section on endocrinology; section on obesity. The metabolic syndrome in children and adolescents: shifting the focus to cardiometabolic risk factor clustering. *Pediatrics*. 2017; 140 (2): e20171603. DOI: 10.1542/peds.2017-1603. PMID: 28739653.
 31. Zaharova IN, Malyavskaya SI, Tvorogova TM, Vasileva SV, Dmitrieva YuA, Pshenichnikova II. Metabolicheskiy sindrom u detej i podrostkov opredelenie. Kriterii diagnostiki. *Medicinskij Sovet*. 2016; (16): 103–9. Dostupno po ssylke: <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2016-16-103-109>. Russian.
 32. Xi B, Zong X, Kelishadi R, Hong YM, Khadilkar A, Steffen LM, et al. International child blood pressure references establishment consortium. Establishing international blood pressure references among nonoverweight children and adolescents aged 6 to 17 years. *Circulation*. 2016; 133 (4): 398–408. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.115.017936. Epub 2015 Dec 15. PMID: 26671979; PMCID: PMC4729639.
 33. Ministerstvo zdravoohraneniya Rossijskoj Federacii. Arterial'naya gipertenziya u detej. *Klinicheskie rekomendacii*. 2016; 34 s. Russian.
 34. de Simone G, et al. Hypertension in children and adolescents: A consensus document from ESC Council on Hypertension, European Association of Preventive Cardiology, European Association of Cardiovascular Imaging, Association of Cardiovascular Nursing & Allied Professions, ESC Council for Cardiology Practice and Association for European Paediatric and Congenital Cardiology. *European heart journal*. 2022; 43 (35): 3290–301.
 35. Posohova NV, Bolotova NV. Ozhirenie kak faktor formirovaniya arterial'noj gipertenzii u detej i podrostkov. *Pediatriya im. G. N. Speranskogo*. 2015; 94 (5): 127–31. Russian.
 36. Gutiérrez-Rodelo C, Roura-Guiberna A, Olivares-Reyes JA. Mecanismos moleculares de la resistencia a la insulina: una actualización [Molecular mechanisms of insulin resistance: an update]. *Gac Med Mex*. 2017; 153 (2): 214–28. PMID: 28474708.
 37. Reinehr T, Roth C, Menke T, Andler W. Adiponectin before and after weight loss in obese children, *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2004; 89 (8): 3790–4. Available from: <https://doi.org/10.1210/jc.2003-031925>.
 38. Malina RM, Morano PJ, Metal Barron. Overweight and obesity among youth participants in American football. *J Pediatr*. 2007; 151 (4): 378–82.
 39. Zong X, Bovet P, Xi B. A proposal to unify the definition of the metabolic syndrome in children and adolescents. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2022; 13: 925976. DOI: 10.3389/fendo.2022.925976. PMID: 35846321; PMCID: PMC9276932.
 40. Weihe P, Weihrauch-Blüher S. Metabolic syndrome in children and adolescents: diagnostic criteria, therapeutic options and perspectives. *Curr Obes Rep*. 2019; 8 (4): 472–9. DOI: 10.1007/s13679-019-00357-x. PMID: 31691175.
 41. Neudahin EV. Hronicheskij stress v obshhej patologii u detej: voprosy detskoj dietologii. 2014; 12 (5): 44–49. Russian.
 42. Neudahin EV, Moreno IG. Uglublenie predstavlenij o nekotoryh mehanizmax formirovaniya hronicheskogo stressa. *Voprosy prakticheskoy pediatrii*. 2016; 11 (54): 28–37. Russian.
 43. Neudahin EV, Prityko AG, redaktory. Ateroskleroz — doroga zhizni ot zachatiya do starosti. M.: RadioSoft, 2021; 264 s. Russian.