

## УРОВНИ МАЛОНОВОГО ДИАЛЬДЕГИДА И СУПЕРОКСИДИДИСМУТАЗЫ У ДЕТЕЙ ИЗ ЗОНЫ ПОВЫШЕННОГО РАДИАЦИОННОГО ФОНА

З.А. БАДАЛОВА<sup>1</sup>, Д.С. ДОДХОЕВ<sup>1</sup>, А.М. САБУРОВА<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Кафедра детских болезней № 1, Таджикский государственный медицинский университет им. Абуали ибни Сино, Душанбе, Республика Таджикистан

<sup>2</sup> Кафедра биохимии, Таджикский государственный медицинский университет им. Абуали ибни Сино, Душанбе, Республика Таджикистан

**Цель:** изучить содержание супероксиддисмутазы (СОД) и малонового диальдегида (МДА) в крови у детей при влиянии повышенного радиационного фона.

**Материал и методы:** были определены уровни МДА и СОД в крови у 20 новорождённых и у 60 детей 3-5 лет, проживающих в районе повышенного радиационного фона. В контрольную группу были включены 80 детей и новорождённых, проживающих в районах с естественным радиационным фоном. Содержание МДА определяли по методу И.Д. Стальной, а уровень СОД – методом восстановления нитросинего тетразолия в сыворотке крови.

**Результаты:** уровни МДА у детей, проживавших в условиях с естественным радиационным фоном, составили: новорождённые – 0,065±0,003 мкмоль/л; дети 3 лет – 0,073±0,003 мкмоль/л; дети 4 лет – 0,065±0,003 мкмоль/л; дети 5 лет – 0,060±0,002 мкмоль/л. В то же время, у детей, живущих в условиях повышенного радиационного фона, уровень МДА оказался выше, при этом наибольший уровень отмечен среди новорождённых детей – 0,879±0,025 мкмоль/л. У детей 3, 4 и 5 лет этот показатель равнялся 0,301±0,025; 0,338±0,027 и 0,671±0,049 мкмоль/л соответственно. Содержание СОД у детей, проживавших в условиях с нормальным природным фоном радиации, был следующим: новорождённые – 12,7±0,2 усл. ед./л; дети 3 лет – 13,1±0,1 усл. ед./л; дети 4 лет – 13,4±0,1 усл. ед./л; дети 5 лет – 13,1±0,1 усл. ед./л. В то же время, у детей, живущих в условиях повышенного радиационного фона, выявлены значительно низкие уровни СОД: новорождённые – 11,5±0,2 усл. ед./л; дети 3 лет – 11,7±0,1 усл. ед./л; дети 4 лет – 11,5±0,1 усл. ед./л; дети 5 лет – 11,5±0,1 усл. ед./л.

**Заключение:** результаты проведённого исследования выявили наличие оксидативного стресса и дисбаланса про- и антиоксидантной систем у детей, проживающих в условиях повышенного радиационного фона.

**Ключевые слова:** супероксиддисмутазы, малоновый диальдегид, радиация, дети.

**Для цитирования:** Бадалова ЗА, Додхоев ДС, Сабурова АМ. Уровни малонового диальдегида и супероксиддисмутазы у детей из зоны повышенного радиационного фона. *Вестник Авиценны*. 2019;21(1):71-6. Available from: <http://dx.doi.org/10.25005/2074-0581-2019-21-1-71-76>.

### LEVELS OF MALONIC DIALDEHYDE AND SUPEROXIDE DISMUTASE IN CHILDREN FROM A ZONE WITH HEIGHTENED RADIATION BACKGROUND

Z.A. BADALOVA<sup>1</sup>, J.S. DODKHOEV<sup>1</sup>, A.M. SABUROVA<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of Pediatric Diseases № 1, Avicenna Tajik State Medical University, Dushanbe, Republic of Tajikistan

<sup>2</sup> Department of Biochemistry, Avicenna Tajik State Medical University, Dushanbe, Republic of Tajikistan

**Objective:** To study the content of superoxide dismutase (SOD) and malonic dialdehyde (MDA) in the blood of children by the influence of heightened radiation background.

**Methods:** The levels of MDA and SOD in the blood were determined in 20 newborns and in 60 to 3-5 years old children living in the area of high radiation background. The control group included 80 children and newborns living in areas with a natural radiation background. The content of MDA was determined by the method of I.D. Stalnaya, and the level of SOD – by the method of reduction of nitro-blue tetrazole in serum.

**Results:** Levels of MDA in children living in conditions with a natural radiation background, were: newborns – 0.065±0.003 μmol/l; 3 years old children – 0.073±0.003 μmol/l; children 4 years old – 0.065±0.003 μmol/l; children 5 years old – 0.060±0.002 μmol/l. At the same time, in children living in conditions of heightened radiation background, the level of MDA was higher, with the greatest level among newborns – 0.879±0.025 μmol/l. In children 3, 4 and 5 years, this values were 0.301±0.025; 0.338±0.027 and 0.671±0.049 μmol/l, accordingly. The content of SOD in children living in conditions with a normal natural radiation background was as follows: newborns – 12.7±0.2 c. u./l; children 3 years old – 13.1±0.1 c. u./l; children 4 years old – 13.4±0.1 c. u./l; children 5 years old – 13.1±0.1 c. u./l. At the same time, in children living in conditions of heightened radiation background, considerably low levels of SOD were detected: newborns – 11.5±0.2 c. u./l; children 3 years old – 11.7±0.1 c. u./l; children 4 years old – 11.5±0.1 c. u./l; children 5 years old – 11.5±0.1 c. u./l.

**Conclusions:** The results of conducted research revealed the presence of oxidative stress and imbalance of the pro- and antioxidant systems in children living in conditions of heightened radiation background.

**Keywords:** *Superoxide dismutase, malonic dialdehyde, radiation, children.*

**For citation:** Badalova ZA, Dodkhoev JS, Saburova AM. Urovni malonovogo dial'degida i superoksiddismutazy u detey iz zony povyshennogo radiatsionnogo fona [Levels of malonic dialdehyde and superoxide dismutase in children from a zone with heightened radiation background]. *Vestnik Avitsenny [Avicenna Bulletin]*. 2019;21(1):71-6. Available from: <http://dx.doi.org/10.25005/2074-0581-2019-21-1-71-76>.

### ВВЕДЕНИЕ

В процессе своей жизнедеятельности человек подвергается воздействию радиации как от естественных источников (космическое облучение, радионуклиды, находящиеся в земной

коре, воде, атмосфере), так и от искусственных (техногенных) воздействий [1]. Степень влияния радиации на здоровье человека зависит от вида излучения, времени и частоты [2]. Также радиацию называют ионизирующим излучением, обладающим

высокой биологической активностью [3]. Результатом биологического действия радиации является нарушение нормальных биохимических процессов с последующими функциональными и морфологическими изменениями в клетках и тканях организма, вплоть до его гибели [4]. Она может вызвать ионизацию любых биосубстратов на уровне химических связей и образовывать активные радикалы. Свободные радикалы и окислители активно вступают в реакции с молекулами белка, ферментов и других структурных элементов биологической ткани, окисляя и разрушая их, что приводит к изменению биохимических процессов в организме [5, 6]. Как известно, при этом активизируется протеолиз, усиливается внутриклеточный ацидоз, что, в свою очередь, вызывает повреждение цитомембран, сопровождающееся активацией перекисного окисления липидов (ПОЛ) и накоплением в жидких средах его продуктов: малонового диальдегида (МДА), гидроперекисей липидов, диеновых и триеновых конъюгатов, диенкетонов [7]. Результатами этого являются деструкция клеточных мембран, разрушение клеток и появление клинической симптоматики различной патологии [8]. Вследствие нарушений обменных процессов подавляется активность антиоксидантной системы (АОС) организма, состоящей из ферментов водо-, и жирорастворимых субстратов [9]. Одним из главных ферментов антиоксидантной защиты является супероксиддисмутаза (СОД), которая может инактивировать свободные радикалы в местах их образования, не допуская их диффузии [10].

## ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изучить уровень конечного продукта распада ПОЛ малонового диальдегида (МДА), активность фермента АОС супероксиддисмутаза (СОД) в сыворотке крови у детей до 5 лет, проживающих в районах повышенного радиационного фона.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Весь материал был собран в Согдийской области. МДА и СОД были определены у 20 новорождённых и у 60 детей в возрасте 3-5 лет (по 20 детей каждой возрастной группы), проживавших в районе, где радиационный фон был незначительно повышен и составлял – по гамма-излучению до 2,28 мкЗв·ч<sup>-1</sup>, а по радону – до 275,08 Бк/м<sup>3</sup>. Данные дети были внесены в основную группу. В контрольную группу аналогично были включены 80 детей (в каждой возрастной подгруппе по 20 детей), проживающих в районах с естественным радиационным фоном (по гамма-излучению – 0,2 мкЗв·ч<sup>-1</sup>, а по излучению радона – 100 Бк/м<sup>3</sup>. Данные радиационного фона были предоставлены Агентством по ядерной и радиационной безопасности АН РТ.

Материалом для исследования была сыворотка венозной крови. Определение МДА проводилось по реакции с тиобарбитуровой кислотой. МДА определяли у 40 детей (по 10 человек в подгруппах новорождённых, 3, 4 и 5 лет) основной группы и в таком же возрастном распределении у 40 детей контрольной группы. Активность СОД определялась методом восстановления нитросинего тетразолия у 80 детей (по 20 человек в подгруппах новорождённых, 3, 4 и 5 лет) основной группы и в таком же возрастном распределении у 80 детей контрольной группы. Уровни МДА и СОД в плазме крови представлялись в виде мкмоль/ли у.е./л соответственно. Все анализы проводились на кафедре биохимии ТГМУ им. Абуали ибни Сино.

Анализ, полученных данных, проводился методами вариационной статистики с подсчётом средних величин и ошибки

средней ( $M \pm m$ ). Дисперсионный анализ проводился с использованием метода ANOVA (по H-критерию Крускала-Уоллиса) для сравнения нескольких независимых выборок, а для парного сравнения независимых выборок применялся U-критерий Манна-Уитни. Нулевая гипотеза отвергалась при  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследования показали, что у детей контрольной группы, проживающих в регионе с нормальным радиационным фоном, уровень МДА с момента рождения и до 5 лет в динамике меняется медленно: у новорождённых –  $0,065 \pm 0,003$  мкмоль/л, в 3 года –  $0,073 \pm 0,003$  мкмоль/л, в 4 года –  $0,065 \pm 0,003$  мкмоль/л, в 5 лет –  $0,060 \pm 0,002$  мкмоль/л ( $p > 0,05$  по H-критерию Крускала-Уоллиса) (рис. 1).

Из рис. 1, тем не менее, видно, что имеется некоторая тенденция увеличения уровня МДА в возрасте 3 года, но далее наблюдается снижение показателя. Наибольшая значимая разница имеется между показателями в 3 года и в 5 лет ( $p < 0,01$  по U-критерию Манна-Уитни).

Исследование МДА у детей основной группы, проживающих в регионе с повышенным радиационным фоном, показало другую динамику. Наибольший уровень МДА отмечен у новорождённых детей, далее к 3-4 годам уровень МДА существенно снижается, однако уже к 5 годам его уровень статистически значимо повышается (табл. 1, рис. 2).

Дисперсионный анализ полученных результатов содержания МДА у детей основной и контрольной групп выявил значительное его повышение у детей, проживающих в зоне с повышенным радиационным фоном (табл. 2).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что в организме детей, проживающих в регионе с допустимым по санитарно-гигиеническим стандартам повышенным радиационным фоном, тем не менее наблюдается большое образование продуктов перекисного окисления липидов, что свидетельствует об активном процессе разрушения клеточных мембран. Более того, у новорождённых детей, происходит наложение процессов гипероксии и повышенного радиационного фона, что усиливает процессы ПОЛ, в результате чего и наблюдаются самые высокие показатели МДА. Учитывая высокую активность ПОЛ, следующим

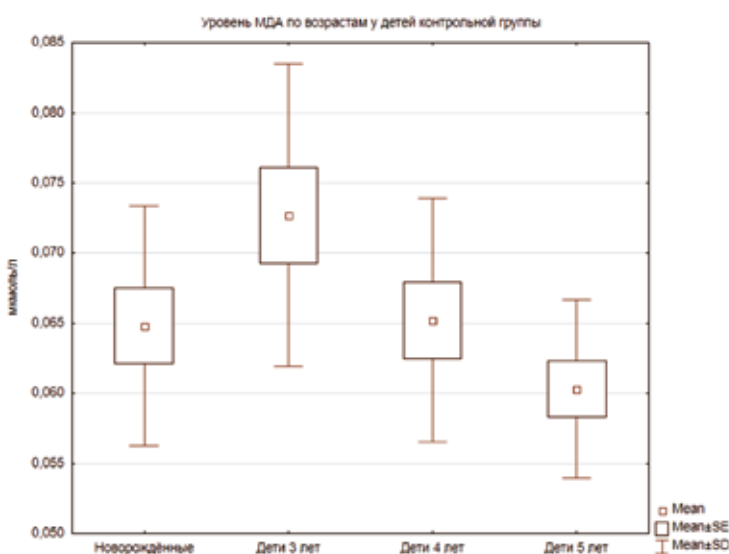
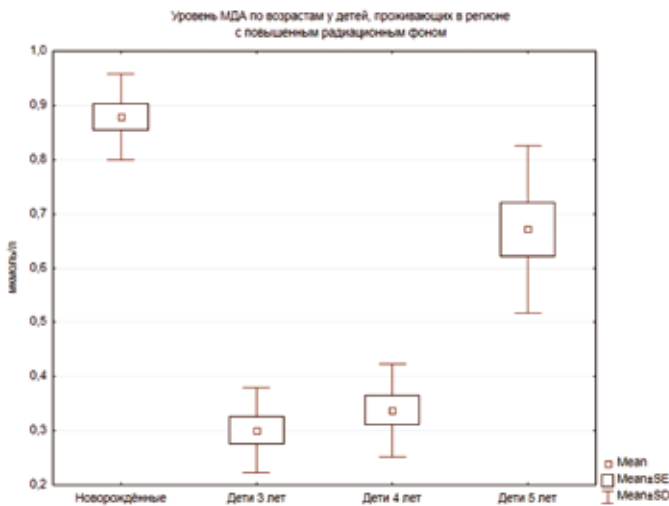


Рис. 1 Динамика изменения МДА у детей контрольной группы в зависимости от возраста

**Таблица 1** Динамика МДА по возрастам у детей, проживающих в регионе с повышенным радиационным фоном ( $M \pm m$ )

	Н/р (n=10)	Дети 3 лет (n=10)	Дети 4 лет (n=10)	Дети 5 лет (n=10)	р
МДА, мкмоль/л	0,879±0,025	0,301±0,025 $p_1 < 0,001$	0,338±0,027 $p_1 < 0,001$ $p_2 > 0,05$	0,671±0,049 $p_1 < 0,01$ $p_2 < 0,001$ $p_3 < 0,001$	<0,001

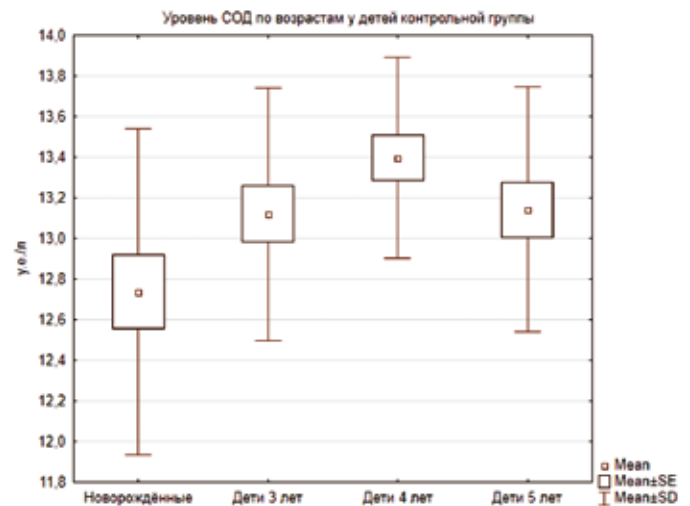
**Примечание:** р – статистическая значимость различий показателей между всеми возрастными группами (по Н-критерию Крускала-Уоллиса);  $p_1$  – статистическая значимость различий показателей по сравнению с данными новорождённых;  $p_2$  – статистическая значимость различий показателей по сравнению с данными детей 3 лет;  $p_3$  – статистическая значимость различий показателей по сравнению с данными детей 4 лет ( $p_1$ – $p_3$  – по U-критерию Манна-Уитни)



**Рис. 2** Динамика изменения МДА у детей основной группы в зависимости от возраста

шагом было исследование антиоксидантной системы (АОС). В качестве маркера активности АОС был выбран один из наиболее мощных антиоксидантных ферментов – супероксиддисмутаза (СОД).

Результаты исследования у детей контрольной группы показали, что уровень содержания СОД у новорождённых колебался на уровне  $12,7 \pm 0,2$  у.е./л, у детей 3 лет – повышался до  $13,1 \pm 0,1$  у.е./л, далее, у детей 4 лет также повышался до  $13,4 \pm 0,1$  у.е./л и снижался у детей 5 лет до  $13,1 \pm 0,1$  у.е./л (рис. 3). При этом наивысший уровень содержания фермента наблюдался в возрасте 4 лет и наименьший – в период новорождённости ( $p < 0,01$  по U-критерию Манна-Уитни). В доступной литературе указано, что снижение уровня антиоксидантных ферментов у новорождённых обусловлено транзиторными состояниями, и прежде, всего с гипероксией организма в первые сутки после рождения [11]. Повышенные адаптационные процессы сопровождаются преобладанием процессов катаболизма над анаболизмом, усилением окислительных процессов, что приводит к повышенному расходованию антиоксидантных



**Рис. 3** Динамика изменения СОД у детей контрольной группы в зависимости от возраста

ферментов и их истощению, что и показало исследование СОД у детей контрольной группы [12].

Таким образом, полученные данные по СОД у детей разного возраста контрольной группы можно использовать как варианты нормы.

Уровень СОД у детей, проживающих в регионе с повышенным радиационным фоном, оказался значительно ниже, чем у детей, проживающих в регионе с нормальным фоном (табл. 3).

Как видно из табл. 3, значения СОД у детей основной группы в зависимости от возраста, практически, не меняются ( $p > 0,05$  по Н-критерию Крускала-Уоллиса), что свидетельствует о напряжении в АОС (рис. 4). Даже в старшей возрастной группе детей, проживающих в регионе с повышенным радиационным фоном, уровни СОД ниже, чем у новорождённых детей контрольной группы, у которых низкий уровень СОД обусловлен транзиторными состояниями.

Можно констатировать, что активность АОС у детей основной группы вследствие влияния факторов радиации истощается, что продемонстрировано уровнем содержания СОД.

**Таблица 2** Содержание МДА в плазме крови у детей обеих групп ( $M \pm m$ , мкмоль/л)

Группы	Н/р	Дети 3 лет	Дети 4 лет	Дети 5 лет
Основная	0,879±0,025 (n=10)	0,301±0,025 (n=10)	0,338±0,027 (n=10)	0,671±0,049 (n=10)
Контрольная	0,065±0,003 (n=10)	0,073±0,003 (n=10)	0,065±0,003 (n=10)	0,060±0,002 (n=10)
р	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

**Примечание:** р – статистическая значимость различий показателей между группами (по U-критерию Манна-Уитни).

**Таблица 3** Содержание СОД в плазме крови у детей обеих групп (M±m, у.е./л)

Группы	Н/р	Дети 3 лет (n=20)	Дети 4 лет (n=20)	Дети 5 лет (n=20)
Основная	11,5±0,2 (n=20)	11,7±0,1 (n=20)	11,5±0,1 (n=20)	11,5±0,1 (n=20)
Контрольная	12,7±0,2 (n=20)	13,1±0,1 (n=20)	13,4±0,1 (n=20)	13,1±0,1 (n=20)
p	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Примечание: p – статистическая значимость различий показателей между группами (по U-критерию Манна-Уитни).

Из литературы известно, что, в первую очередь, на повышение ПОЛ реагируют витамины (α-токоферол и аскорбиновая кислота) [13]. Активация ферментных антиоксидантов, таких как СОД, каталаза, глутатион и глутатионтрансфераза, церулоплазмин и др., происходит следующим этапом [14]. Истощение антиоксидантных ферментов имеет место только в критических состояниях, и в этом случае «последней линией обороны АОС» выступает мелатонин [15]. Наши исследования показали значительное снижение СОД у детей основной группы в сравнении с детьми, проживающими в регионе с нормальным радиационным фоном, хотя критического истощения этого показателя нами не отмечено.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, данное исследование показало, что уровень содержания конечного продукта ПОЛ – МДА и активность фермента антиоксидантной системы – СОД во многом зависят от влияния факторов внешней среды, одним из которых является повышенная радиация. Результаты проведенного исследования выявили наличие оксидативного стресса и дисбаланса про- и антиоксидантной системы у детей, проживающих в условиях повышенного радиационного фона.

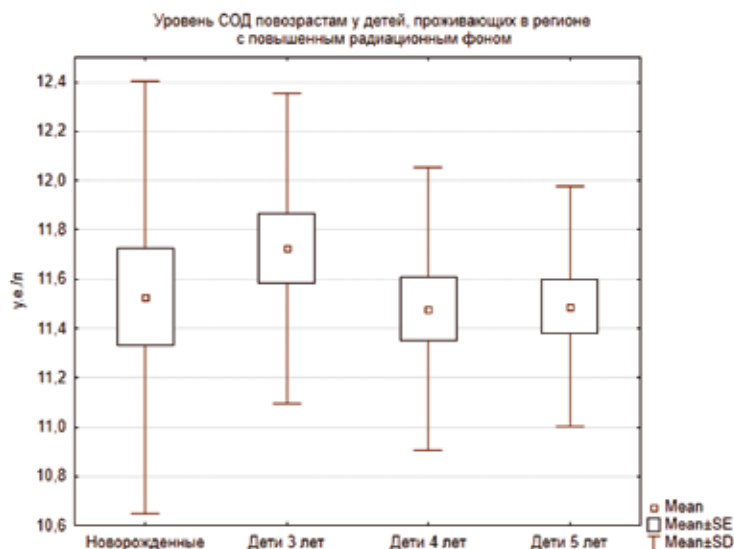


Рис. 4 Динамика изменения СОД у детей основной группы в зависимости от возраста

## ЛИТЕРАТУРА

1. Дияковская АВ, Телекова ЛР. Влияние радиации на человека и окружающую среду. *Наука, образование и культура*. 2018;7:5-7.
2. Федорковская БО, Кириллова ЛГ. Отдельные показатели окислительно-антиоксидантного гомеостаза у детей, рождённых в семьях ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС. *Український вісник психоневрології*. 2012;20(1):24-6.
3. Чеснокова НП, Моррисон ВВ, Понукалина ЕВ, Афанасьева ГА, Бизенкова МН, Барсуков ВЮ, и др. О роли активации свободнорадикального окисления в структурной и функциональной дезорганизации биосистем в условиях патологии. *Современные проблемы науки и образования*. 2009;1:122-30.
4. Вивчар ИС, Лаповец ЛЕ. Дисфункция иммунной системы детей и подростков больных туберкулёзом, которые проживают на загрязнённых радиацией территориях. *Вестник проблем биологии и медицины*. 2013;2(2):79-80.
5. Аронов ДМ. Коэнзим Q10 (убихинон) и его значение в «метаболической кардиологии». *Справочник поликлинического врача*. 2012;8:26-32.
6. Исмоилов КИ, Сабурова АМ, Шарипова ММ. Антиоксидантная защита и особенности перекисного окисления липидов при бронхиальной астме

## REFERENCES

1. Diyakovskaya AV, Telekova LR. Vliyanie radiatsii na cheloveka i okruzhayushchuyu sredyu [Effect of radiation on humans and the environment]. *Nauka, obrazovanie i kul'tura*. 2018;7:5-7.
2. Fedorkovskaya BO, Kirillova LG. Otdel'nye pokazateli oksiditel'no-antioksidantnogo gomeostaza u detey, rozhdyonnykh v sem'yakh likvidatorov posledstviy avarii na CHAES [Separate indices of oxidative and antioxidant homeostasis in children born in the families of liquidators of the emergency after the CHAES]. *Ukrain'skiy visnik psikhonevrologii*. 2012;20(1):24-6.
3. Chesnokova NP, Morrison VV, Ponukalina EV, Afanasieva GA, Bizenkova MN, Barsukova VYu, i dr. O roli aktivatsii svobodnoradikal'nogo okisleniya v strukturnoy i funktsional'noy dezorganizatsii biosistem v usloviyakh patologii [On the role of the activation of free radical oxidation in the structural and functional disorganization of biological systems in the conditions of pathology]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2009;1:122-30.
4. Vivchar IC, Lapovets LE. Disfunktsia immunoy sistemy detey i podrostkov bol'nykh tuberkulyozom, kotorye prozhivayut na zagryaznyonnykh radiatsiyei territoriyakh [The dysfunction of the immune system of children and adolescents with tuberculosis who live in areas contaminated by radiation]. *Vestnik problem biologii i meditsiny*. 2013;2(2):79-80.
5. Aronov DM. Koenzim Q10 (ubiquinone) i ego znachenie v «metabolicheskoy kardiologii» [Coenzyme Q10 (ubiquinone) and its meaning in «metabolic cardiology»]. *Spravochnik poliklinicheskogo vracha*. 2012;8:26-32.
6. Ismoilov KI, Saburova AM, Sharipova MM. Antioksidantnaya zashchita i osobennosti perekisnogo okisleniya lipidov pri bronkhial'noy astme u detey

- у детей. *Вестник Авиценны*. 2017;1(19):73-7. Available from: <http://dx.doi.org/10.25005/2074-0581-2017-19-1-73-77>.
- Floyd RA. Translational research involving oxidative stress and diseases of aging. *Free Radic Biol Med*. 2011;51(5) 931-41.
  - Niki E. Do free radicals play causal role in atherosclerosis? Low density lipoprotein oxidation and vitamin E revisited. *J Clin Biochem Nutr*. 2011;48(1):3-7.
  - Souza LCM, Cerqueira EMM, Meireles JRC. Assessment of nuclear abnormalities in exfoliated cells from the oral epithelium of mobile phone users. *Electromagn Biol Med*. 2014;33(2):98-102. Available from: <http://dx.doi.org/10.3109/15368378.2013.783856>.
  - Adams JA, Galloway TS, Mondal D, Esteves SC, Mathews F. Effect of mobile telephones on sperm quality: A systematic review and meta-analysis. *Environ Int*. 2014;70:106-12.
  - Campisi A, Gulino M, Acquaviva R, Bellia P, Raciti G, Grasso R, et al. Reactive oxygen species levels and DNA fragmentation on astrocytes in primary culture after acute exposure to low intensity microwave electromagnetic field. *Neurosci Lett*. 2010;473:50-5.
  - Meena R, Kumari K, Kumar J, Rajamani P, Verma H, Kesari K. Therapeutic approaches of melatonin in microwave radiations-induced oxidative stress-mediated toxicity on male fertility pattern of Wistar rats. *Electromagn Biol Med*. 2013;33:81-91.
  - Fiechter M, Stehli J, Fuchs TA, Dougoud S, Gaemperli O, Kaufmann PA. Impact of cardiac magnetic resonance imaging on human lymphocytes DNA integrity. *Eur Heart J*. 2013;34:2340-5.
  - Jin CQ, Dong HX, Cheng PP, Zhou JW, Zheng BY, Liu F. Antioxidant status and oxidative stress in patients with chronic ITP. *Scand J Immunol*. 2013;77:482-7.
  - Zhang B, Zehnder JL. Oxidative stress and immune thrombocytopenia. *Semin Hematol*. 2013;50:e1-e4.
  - [Antioxidant defense and peculiarities of lipid peroxidation in children with bronchial asthma]. *Vestnik Avitsenny [Avicenna Bulletin]*. 2017;19(1):73-7. Available from: <http://dx.doi.org/10.25005/2074-0581-2017-19-1-73-77>.
  - Floyd RA. Translational research involving oxidative stress and diseases of aging. *Free Radic Biol Med*. 2011;51(5) 931-41.
  - Niki E. Do free radicals play causal role in atherosclerosis? Low density lipoprotein oxidation and vitamin E revisited. *J Clin Biochem Nutr*. 2011;48(1):3-7.
  - Souza LCM, Cerqueira EMM, Meireles JRC. Assessment of nuclear abnormalities in exfoliated cells from the oral epithelium of mobile phone users. *Electromagn Biol Med*. 2014;33(2):98-102. Available from: <http://dx.doi.org/10.3109/15368378.2013.783856>.
  - Adams JA, Galloway TS, Mondal D, Esteves SC, Mathews F. Effect of mobile telephones on sperm quality: A systematic review and meta-analysis. *Environ Int*. 2014;70:106-12.
  - Campisi A, Gulino M, Acquaviva R, Bellia P, Raciti G, Grasso R, et al. Reactive oxygen species levels and DNA fragmentation on astrocytes in primary culture after acute exposure to low intensity microwave electromagnetic field. *Neurosci Lett*. 2010;473:50-5.
  - Meena R, Kumari K, Kumar J, Rajamani P, Verma H, Kesari K. Therapeutic approaches of melatonin in microwave radiations-induced oxidative stress-mediated toxicity on male fertility pattern of Wistar rats. *Electromagn Biol Med*. 2013;33:81-91.
  - Fiechter M, Stehli J, Fuchs TA, Dougoud S, Gaemperli O, Kaufmann PA. Impact of cardiac magnetic resonance imaging on human lymphocytes DNA integrity. *Eur Heart J*. 2013;34:2340-5.
  - Jin CQ, Dong HX, Cheng PP, Zhou JW, Zheng BY, Liu F. Antioxidant status and oxidative stress in patients with chronic ITP. *Scand J Immunol*. 2013;77:482-7.
  - Zhang B, Zehnder JL. Oxidative stress and immune thrombocytopenia. *Semin Hematol*. 2013;50:e1-e4.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Бадалова Зебо Абдулхайровна**, аспирант кафедры детских болезней № 1, Таджикский государственный медицинский университет им. Абуали ибни Сино

**Додхоев Джамшед Саидбобоевич**, доктор медицинских наук, профессор кафедры детских болезней № 1, Таджикский государственный медицинский университет им. Абуали ибни Сино

**Сабурова Анна Мухаммадиевна**, доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры биохимии, Таджикский государственный медицинский университет им. Абуали ибни Сино

### **Информация об источнике поддержки в виде грантов, оборудования, лекарственных препаратов**

Финансовой поддержки со стороны компаний-производителей лекарственных препаратов и медицинского оборудования авторы не получали.

**Конфликт интересов:** отсутствует.

## АДРЕС ДЛЯ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ:

**Бадалова Зебо Абдулхайровна**  
аспирант кафедры детских болезней № 1, Таджикский государственный медицинский университет им. Абуали ибни Сино

734003, Республика Таджикистан, г. Душанбе, пр. Рудаки, 139  
Тел.: +992 (988) 532116  
E-mail: z\_bad@mail.ru

## AUTHOR INFORMATION

**Badalova Zebo Abdulkhayrovna**, Postgraduate Student, Department of Pediatric Diseases № 1, Avicenna Tajik State Medical University

**Dodkhoev Jamshed Saidboboevich**, Doctor of Medical Sciences, Professor of the Department of Pediatric Diseases № 1, Avicenna Tajik State Medical University

**Saburova Anna Mukhammadievna**, Doctor of Biological Sciences, Full Professor, Professor of the Department of Biochemistry, Avicenna Tajik State Medical University

### **Information about the source of support in the form of grants, equipment, and drugs**

The authors did not receive financial support from manufacturers of medicines and medical equipment.

**Conflicts of interest:** The authors have no conflicts of interest.

## ADDRESS FOR CORRESPONDENCE:

**Badalova Zebo Abdulkhayrovna**  
Postgraduate Student, Department of Pediatric Diseases № 1, Avicenna Tajik State Medical University

734003, Republic of Tajikistan, Dushanbe, Rudaki Ave., 139  
Tel.: +992 (988) 532116  
E-mail: z\_bad@mail.ru

#### ВКЛАД АВТОРОВ

Разработка концепции и дизайна исследования: БЗА, ДДС, САМ  
Сбор материала: БЗА  
Статистическая обработка данных: ДДС  
Анализ полученных данных: БЗА, ДДС, САМ  
Подготовка текста: БЗА, ДДС, САМ  
Редактирование: БЗА, ДДС, САМ  
Общая ответственность: БЗА

*Поступила* 02.12.2018  
*Принята в печать* 15.03.2019

#### AUTHOR CONTRIBUTIONS

Conception and design: BZA, DJS, SAM  
Data collection: BZA  
Statistical analysis: DJS  
Analysis and interpretation: BZA, DJS, SAM  
Writing the article: BZA, DJS, SAM  
Critical revision of the article: BZA, DJS, SAM  
Overall responsibility: BZA

*Submitted* 02.12.2018  
*Accepted* 15.03.2019