

УДК 616-092

Патофизиологические и патохимические аспекты влияния перекиси водорода на организм человека и животных (обзор)

Еникеев Д.А., Кузнецов К.О., Еникеев О.А., Идрисова Л.Т., Еникеева С.А.,
Еникеев Р.И., Садыков Р.Ш., Кузнецова Д.Р., Габдрахманова И.Д.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации. 450000, Уфа, ул. Ленина, д. 3

В обзоре рассмотрены вопросы частной патофизиологии перекиси водорода (ПВ), особенности её взаимодействия с органами и тканями организма человека и животных. Показано, что ПВ является уникальным веществом, которое может оказывать как положительное, так и отрицательное действие на организм, является важным соединением в сохранении гомеостаза, так как это естественное антибактериальное средство, в том числе в мочевыделительной и пищеварительной системах. Также оценена возможность использования ПВ с целью лечения различных заболеваний, с учетом знаний о патогенезе заболеваний и механизме действия ПВ.

Ключевые слова: перекись водорода; метаболизм; антиоксиданты; механизм действия.

Для цитирования: Еникеев Д.А., Кузнецов К.О., Еникеев О.А., Идрисова Л.Т., Еникеева С.А., Еникеев Р.И., Садыков Р.Ш., Кузнецова Д.Р., Габдрахманова И.Д. Патофизиологические и патохимические аспекты влияния перекиси водорода на организм человека и животных. *Патогенез*. 2021; 19(1): 30-36.

DOI: 10.25557/2310-0435.2021.01.30-36

Для корреспонденции: Еникеев Дамир Ахметович, e-mail: enikeev@mail.ru

Финансирование. Исследование не имеет спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила: 11.09.2020

Pathophysiological and pathochemical aspects of the effect of hydrogen peroxide on humans and animals (review)

Enikeev D.A., Kuznetsov K.O., Enikeev O.A., Idrisova L.T., Enikeeva S.A.,
Enikeev R.I., Sadykov R.Sh., Kuznetsova D.R., Gabdrakhmanova I.D.

Bashkir State Medical University,
Lenina St. 3, Ufa 450000, Russian Federation

The review deals with the issues of special pathophysiology of hydrogen peroxide (HP), and especially with its interaction with organs and tissues of the human and animal body. HP has been shown to be a unique substance that can have both positive and negative effects. As HP is a natural antibacterial agent, it is an important compound in maintaining homeostasis, including homeostasis in the urinary and digestive systems. The possibility of using HP for the treatment of various diseases was also assessed, taking into account knowledge about the pathogenesis of diseases and the mechanism of action of HP.

Key words: hydrogen peroxide; metabolism; antioxidants; mechanism of action.

For citation: Enikeev D.A., Kuznetsov K.O., Enikeev O.A., Idrisova L.T., Enikeeva S.A., Enikeev R.I., Sadykov R.Sh., Kuznetsova D.R., Gabdrakhmanova I.D. [Pathophysiological and pathochemical aspects of the effect of hydrogen peroxide on humans and animals (review)]. *Patogenesis [Pathogenesis]*. 2021; 19(1): 30-36. (in Russian)

DOI: 10.25557/2310-0435.2021.01.30-36

For correspondence: Enikeev Damir Akhmetovich, e-mail: enikeev@mail.ru

Funding. The study had no sponsorship.

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

Received: 11.09.2020

Введение

Перекись водорода (ПВ, H_2O_2) является повсеместно распространенным химическим соединением. Кроме того, она образуется в организме человека и животных. Люди и животные ежедневно выдыхают её, принимают с пищей и выделяют. ПВ была обнаружена во многих органах и тканях человека, выделяется бактериями полости рта, участвует в работе почек и мочевыводящих путей. ПВ является уникальным веществом, кото-

рое может оказывать, как положительное, так и отрицательное действие на живой организм.

Частная патофизиология перекиси водорода

ПВ в пищеварительной системе. Некоторые напитки, которые обычно пьют люди, могут содержать H_2O_2 в концентрациях выше 100 мкМ, включая зеленый

и черный чай и особенно растворимый кофе [1-3]. Когда такие напитки попадают в организм, H_2O_2 , которую они содержат, быстро диффундирует в клетки полости рта и верхнюю часть желудочно-кишечного тракта [4].

Бактерии ротовой полости также продуцируют H_2O_2 [5, 6], хотя результирующие уровни воздействия на ткани полости рта остаются неизвестными. Предполагается, что выделяемая в слюну H_2O_2 используется пероксидазой слюны для окисления тиоцианата в вещества, которые являются токсичными для некоторых бактериальных штаммов [6].

Также ПВ образуется в кишечнике в результате метаболизма молочнокислых бактерий, и подавляет численность аэробной микрофлоры [7]. Предполагается, что она воздействует благоприятно на желудочно-кишечный тракт, очищая и дезинфицируя слизистую оболочку, повышая регенерационную активность и уменьшая количество свободных радикалов, которые способствуют появлению новообразований. В связи с этим ряд клиницистов рекомендуют проводить профилактику заболеваний желудочно-кишечного тракта, используя ПВ, в частности, такой метод лечения был предложен Академиком И.П. Неумывакиным [8].

Однако, согласно исследованиям ряда авторов, ПВ оказывает на желудок и кишечник дозозависимый повреждающий эффект, который зависит также от наполненности этих органов. Так, через 70 мин после введения через зонд 1,5% раствора ПВ в желудок крыс, он расширяется и возникает острый метеоризм, наблюдаются единичные язвы слизистой оболочки. При повышении концентрации раствора до 3% образуются множественные язвы. Исследование брюшной полости крыс через 60 мин после введения ПВ показали резко увеличенный и смещённый желудок, отёчную серозную оболочку в области дна и привратника, и наполненные кровеносные сосуды. При этом в желудке находятся 2,5-3,0 мл жидкости с запахом ПВ и пузырьками газа. Судя по данным изменениям, можно сказать, что развивается острый геморрагический гастроэнтерит с изъязвлением слизистой оболочки желудка. Для тонкого кишечника характерны такие же изменения, как и в пилорической части желудка. Кроме того, спустя 10 мин после введения ПВ вскрытие брюшной полости показывает, что объём желудка, тонкого и толстого кишечника увеличивается в два раза, поскольку в просвете кишечника образуются пузырьки газа. Это приводит к смещению петель кишечника [9].

ПВ в дыхательной системе. Клетки, выстилающие респираторный тракт, как и эпителий полости рта и пищевода, подвергаются воздействию более высоких концентраций O_2 (21%) по сравнению с большинством других тканей организма [10]. ПВ присутствует в выдыхаемом воздухе человека [11-19] и крыс [20], хотя неизвестно, происходит ли эта H_2O_2 от бактерий полости рта [5, 6], фагоцитов (например, альвеолярных макрофагов, нейтрофилов в полости рта или нейтрофилов, рекрутируемых в лёгкие при воспалительных заболева-

ниях) или других клеток легких. Количество выдыхаемой ПВ больше у субъектов с воспалительными заболеваниями лёгких [12, 13, 20-23] и у курильщиков сигарет [18, 19]. Тем не менее, ПВ присутствует в газовой смеси, выдыхаемом здоровыми людьми и животными.

ПВ в мочевыделительной системе. Значительные количества ПВ в концентрациях, иногда превышающих 100 мкМ, могут быть обнаружены в свежей моче человека [22-24], даже у детей [25]. Присутствие ПВ в образцах мочи человека можно определить, как минимум, с помощью трёх различных методов анализа: декарбоксилирования 2-оксоглутарата; анализа окисления железа и ксиленола оранжевого (FOX); и кислородного электрода. Самый простой способ продемонстрировать её присутствие – поместить в мочу кислородный электрод и ввести каталазу через колпачок. «Пик» выброса O_2 приводит к разложению присутствующей H_2O_2 каталазой [24].

ПВ, обнаруженная в моче человека, возникает, по крайней мере частично, в результате O_2 -зависимого автоокисления молекул, входящих в состав мочи, некоторые из которых происходят из рациона питания субъекта [1, 24, 26]. Следы супероксиддисмутазы (СОД) присутствуют в моче [27]: этот фермент, а также кислая среда (рН) мочи должны способствовать как ферментативному, так и неферментативному превращению O_2^- в H_2O_2 [10]. pO_2 мочи в мочевом пузыре ниже, чем в окружающем воздухе [28, 29], поэтому скорость образования ПВ в моче может значительно возрасти при мочеиспускании. Тем не менее, высокие уровни ПВ, которые можно обнаружить в некоторых образцах мочи, свидетельствуют о том, что, по крайней мере некоторое образование ПВ происходит в мочевом пузыре. Действительно, ПВ была обнаружена в моче, полученной путем катетеризации мочевого пузыря [30]. ПВ обладает антибактериальным эффектом [10, 31], и, возможно, её присутствие в моче в больших количествах может быть полезным для снижения риска инфекций мочевого пузыря и мочевыводящих путей.

С другой стороны, необходимо учитывать влияние образования ПВ *in vivo* на клетки, выстилающие почечные канальцы, мочеточники, мочевой пузырь и мочевыводящие пути. Действительно, есть предположения, что ПВ положительно влияет на работу почек [32-34]. Также экскреция ПВ представляет собой метаболический механизм для контроля её количества в организме человека. Если это так, измерение уровня ПВ в моче может представлять собой ценный инструмент для оценки «окислительного стресса», поскольку H_2O_2 можно измерить быстро и просто [24, 26]. Этот предполагаемый путь элиминации ПВ путем экскреции, возможно, аналогичен таковому у некоторых видов рыб, которые, утилизируют ПВ, выделяя его через жабры [35].

ПВ в кровеносной системе. В некоторых исследованиях заявлено о значительном уровне ПВ (до ~35 мкМ) в плазме крови человека [36-38]. Но в других утверждается, что уровни очень низкие, близкие к нулю [39].

Последние данные являются более достоверными, поскольку добавленная в человеческую плазму ПВ быстро исчезает. Частично она разрушается следами присутствующей каталазы, но ПВ может также реагировать с гемовыми белками, аскорбатом и SH-группами белков [10, 40]. *In vivo* ПВ, образующаяся в плазме, может также диффундировать в эритроциты, лейкоциты, эндотелиальные клетки и тромбоциты для осуществления метаболизма. Однако некоторые исследования [36-38], можно интерпретировать как предположение, что ПВ можно обнаружить в высоких концентрациях в плазме крови при условии нарушений механизмов элиминации H_2O_2 из кровеносного русла. Это означает, что человеческая плазма может непрерывно генерировать ПВ. Одним из ферментов, участвующих в этом процессе, по крайней мере в патологических условиях, является ксантиноксидаза [39]. Уровни циркулирующей и эндотелий-связанной ксантиноксидазы повышаются в результате повреждения тканей [41, 42].

ПВ в органах зрения. Присутствие ПВ в широко варьирующихся концентрациях (в некоторых случаях 100 мкМ или более) было зарегистрировано в водных средах и стекловидном теле глаза человека и животных [43, 44]. Объяснение может быть, по существу, таким же, как и приведенное выше для плазмы крови – то есть, что глазные жидкости постоянно генерируют ПВ, которая быстро удаляется [44]. Любое ухудшение способности эпителия хрусталика, сетчатки или других тканей глаза утилизировать ПВ может привести к её накоплению. Происхождение этой ПВ неясно, но возможно ПВ образуется в результате окисления глутатиона или аскорбата [45].

Опыт лечения заболеваний перекисью водорода

По мнению ведущих специалистов терапии ПВ (W. Douglas, C. Farr (США), академик И.П. Неумывакин (Россия)), H_2O_2 в различных формах может быть применена для лечения практически всех известных заболеваний. Данное заявление подтверждается рядом исследований и клинической практикой. Более других на этом настаивает W. Douglas – в своей книге «Целительные свойства перекиси водорода» он приводит широкий список заболеваний, потенциально поддающихся лечению с применением ПВ [46]. Ещё в прошлом столетии он заявил о возможности лечения ПВ целого ряда заболеваний сердечно-сосудистой и дыхательной систем, нарушений иммунитета, новообразований, бактериальных и вирусных инфекций [46].

В терапии новообразований ряд исследователей, понимая, что успешность лечения облучением во многом зависит от насыщения опухоли кислородом, предположили, что её можно обогатить кислородом иным способом кроме метода гипербарической оксигенации. Так, в эксперименте была определена способность ПВ насыщать венозную кровь кислородом и продлять жизнь рыбкам в воде, лишённой растворенного кислорода, а также способность оживлять рыбок при их клиниче-

ской смерти в условиях острой гипоксии [47]. В клинике предложили использовать внутриартериальную инъекцию H_2O_2 в ведущую к опухоли артерию. Эффективность данного подхода подтверждается целым рядом исследований [48-50]. Согласно исследованию [51], в эпителиальных опухолях усиливается генерация ПВ, что возможно связано с повышением активности СОД и ксантиноксидазы. Известно, что СОД нейтрализует супероксиданион, скорость образования которого имеет прямую зависимость с дыхательной цепью (усилением гликолиза в опухолевых клетках), превращая его в ПВ [52]. При этом активность СОД в опухолевых клетках желудка, кишечника и лёгких повышается [53]. Все это проявляется как адаптация опухолевой клетки. Однако в тоже время способствует токсическому воздействию на микроокружение опухолевой клетки, поскольку в норме ПВ после образования должна каталитически распадаться под влиянием каталазы и глутатионпероксидазы, но при опухолевом процессе активность глутатионпероксидазы снижается, что приводит к нарушению распада ПВ и усилению деструкции клеток.

C. Farr, один из апологетов терапии ПВ, заметил улучшение клинических показателей у пациентов после внутрисосудистого введения H_2O_2 [54, 55]. В ходе исследования обнаружили воздействие ПВ на стволовые клетки, что сказывается на количестве иммуноглобулинов. Кроме того, отмечено возрастание общего количества Т- и В-лимфоцитов. Также C. Farr проследил динамику изменения титра антител к вирусу Эпштейна-Барра и грибкам рода *Candida* до и после применения ПВ. Пациенты получали по 20 инъекций по схеме: одно вливание в неделю в течение десяти недель, перерыв месяц и повторение курса инъекций. Прослеживалось снижение титра антител, в связи с чем и наступало клиническое улучшение. Занимаясь аутоиммунными антителами (вызывающими ревматоидный артрит, туберкулез, склеродермию и др.), ученый обнаружил, что уже через 10 инъекций H_2O_2 аутоиммунные антитела из крови исчезают.

В практике C. Farr и других исследователей лечебных эффектов ПВ были описаны успешные случаи оказания помощи при многих заболеваниях [54-56], однако этот подход не получил поддержки медицинского сообщества [57].

Официальной медициной ПВ с успехом применяется как наружное средство (заболевания зубов и десен, гайморит, ринит, отит, носовые кровотечения, грибковые поражения, бородавки, опухоли располагающиеся близко к поверхности кожи), для обработки капиллярных кровотечений при порезах, ссадинах [1], и для отбеливания зубов [58]. Имеются данные исследований о возможности повышения подвижности сперматозоидов при воздействии ПВ, из чего следует перспектива лечения опосредованных данной патологией заболеваний [59]. В 2010 году была защищена диссертация на тему «Эффективность различных методов лечения телят, больных неспецифической бронхопневмонией» [60],

в которой в качестве одного из методов была использована ПВ в сочетании с адреналином или димефосфоном, что способствовало сокращению сроков выздоровления, нормализации гематологических и биохимических показателей.

Заключение

Таким образом, ПВ является уникальным веществом, которое может оказывать как положительное, так и отрицательное действие. ПВ является важным соединением в сохранении гомеостаза, так как это естественное антибактериальное средство, в том числе в мочевыделительной и пищеварительной системах. ПВ можно использовать в клинической практике, и для лечения терминальных состояний как антигипоксическое средство.

Несмотря на многолетние исследования эффектов данного вещества в норме и патологии, полный спектр действия ПВ еще предстоит изучить.

Список литературы

1. Klotz L.O., Sánchez-Ramos C., Prieto-Arroyo I., Urbánek P., Steinbrenner H., Monsalve M. Redox regulation of FoxO transcription factors. *Redox. Biol.* 2015; 6: 51-72. DOI: 10.1016/j.redox.2015.06.019
2. Mu K., Wang D., Kitts D.D. Molecular Mechanisms That Define Redox Balance Function in Pathogen-Host Interactions-Is There a Role for Dietary Bioactive Polyphenols? *Int. J. Mol. Sci.* 2019; 20(24): 6222. DOI: 10.3390/ijms20246222
3. Higashi Y. Coffee and Endothelial Function: A Coffee Paradox? *Nutrients.* 2019; 11(9): 2104. DOI: 10.3390/nu11092104
4. Alberdi-Cedeño J., Ibarra-Gutiérrez M.L., Guillén M.D. Study of the In Vitro Digestion of Olive Oil Enriched or Not with Antioxidant Phenolic Compounds. Relationships between Bioaccessibility of Main Components of Different Oils and Their Composition. *Antioxidants (Basel).* 2020; 9(6): 543. DOI: 10.3390/antiox9060543
5. Mirhosseini F., Amiri M., Daneshkazemi A., Zandi H., Javadi Z.S. Antimicrobial Effect of Different Sizes of Nano Zinc Oxide on Oral Microorganisms. *Front. Dent.* 2019; 16(2): 105-112. DOI: 10.18502/fid.v16i2.1361
6. Carlsson J. Salivary peroxidase: an important part of our defense against oxygen toxicity. *J. Oral Pathol.* 1987; 16(8): 412-416. DOI: 10.1111/j.1600-0714.1987.tb02077.x
7. Субботин В.В., Данилевская Н.В. Микрофлора кишечника собак: физиологическое значение, возрастная динамика, дисбактериозы, коррекция. Часть 1. Нормальная микрофлора кишечника собак. *Ветеринар.* 2002; 1: 10-14.
8. Неумывакин И.П., Неумывакина А.С. *Эндозкология здоровья.* М.; СПб.: Издательство Диля, 2007. 640 с.
9. Дутова О.Г., Ткаченко Л.В., Силантьева Н.Т. Влияние перекиси водорода на желудочно-кишечный тракт крыс (патолого-морфологические исследования). *Вестник Алтайского государственного аграрного университета.* 2019; 2(172): 138-143.
10. Chiu D.T. Oxidative stress in biology and medicine. *Biomed. J.* 2014; 37(3): 97-98. DOI: 10.4103/2319-4170.134087
11. Williams M.D., Chance B. Spontaneous chemiluminescence of human breath. Spectrum, lifetime, temporal distribution, and correlation with peroxide. *J. Biol. Chem.* 1983; 258(6): 3628-3631.
12. Sznajder J.I., Fraiman A., Hall J.B., Sanders W., Schmidt G., Crawford G., Nahum A., Factor P., Wood L.D. Increased hydrogen peroxide in the expired breath of patients with acute hypoxic respiratory failure. *Chest.* 1989; 96(3): 606-612. DOI: 10.1378/chest.96.3.606
13. Loukides S., Horvath I., Wodehouse T., Cole P.J., Barnes P.J. Elevated levels of expired breath hydrogen peroxide in bronchiectasis. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 1998; 158(3): 991-994. DOI: 10.1164/ajrccm.158.3.9710031
14. Grieger J.A., Wood L.G., Clifton V.L. Improving asthma during pregnancy with dietary antioxidants: the current evidence. *Nutrients.* 2013; 5(8): 3212-3234. DOI: 10.3390/nu5083212
15. Tu G-W., Ju M-J., Zheng Y-J., Hao G-W., Ma G-G., Hou J-Y., Zhang X-P, Luo Z., Lu L-M. CXCL16/CXCR6 is involved in LPS-induced acute lung injury via P38 signalling. *J. Cell. Mol. Med.* 2019; 23(8): 5380-5389. DOI: 10.1111/jcmm.14419
16. Dohlman A.W., Black H.R., Royall J.A. Expired breath hydrogen peroxide is a marker of acute airway inflammation in pediatric patients with asthma. *Am. Rev. Respir. Dis.* 1993; 148(4 Pt 1): 955-960. DOI: 10.1164/ajrccm/148.4_Pt_1.955
17. Wilson W.C., Laborde P.R., Benumof J.L., Taylor R., Swetland J.F. Reperfusion injury and exhaled hydrogen peroxide. *Anesth. Analg.* 1993; 77(5): 963-970. DOI: 10.1213/00000539-199311000-00016
18. Zinellu E., Zinellu A., Fois A.G., Fois S.S., Piras B., Carru C., Pirina P. Reliability and Usefulness of Different Biomarkers of Oxidative Stress in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Oxid. Med. Cell. Longev.* 2020; 2020: 4982324. DOI: 10.1155/2020/4982324
19. Nowak D., Antczak A., Krol M., Pietras T., Shariati B., Bialasiewicz P., Jeczowski K., Kula P. Increased content of hydrogen peroxide in the expired breath of cigarette smokers. *Eur. Respir. J.* 1996; 9(4): 652-657. DOI: 10.1183/09031936.96.09040652
20. Lim C.S., Cho M.K., Park M.Y., Kim H.M. A Two-Photon Ratiometric Fluorescent Probe for Imaging of Hydrogen Peroxide Levels in Rat Organ Tissues. *Chemistry Open.* 2017; 7(1): 53-56. DOI: 10.1002/open.201700155
21. Еникеев Д.А., Идрисова Л.Т., Еникеев О.А., Кузнецов К.О., Ахмадеева Д.Р., Еникеева С.А., Габдрахманова И.Д., Гарифуллин А.И., Сахабутинов Ф.А. Сравнение опасности и токсичности табачных сигарет, электронных систем доставки никотина и систем нагревания табака (IQOS) (обзор). *Патогенез.* 2019; 17(3): 25-33 DOI: 10.25557/2310-0435.2019.03.25-33
22. Varma S.D., Devamanoharan P.S. Excretion of hydrogen peroxide in human urine. *Free Radic. Res Commun.* 1990; 8(2): 73-78. DOI: 10.3109/10715769009087976
23. Shlyonsky V., Boom A., Mies F. Hydrogen Peroxide and Sodium Transport in the Lung and Kidney. *Biomed. Res Int.* 2016; 2016: 9512807. DOI: 10.1155/2016/9512807
24. Long L.H., Evans P.J., Halliwell B. Hydrogen peroxide in human urine: implications for antioxidant defense and redox regulation. *Biochem. Biophys. Res Commun.* 1999; 262(3): 605-609. DOI: 10.1006/bbrc.1999.1263
25. Lavoie J.C., Tremblay A. Sex-Specificity of Oxidative Stress in Newborns Leading to a Personalized Antioxidant Nutritive Strategy. *Antioxidants (Basel).* 2018; 7(4): 49. DOI: 10.3390/antiox7040049
26. Long L.H., Halliwell B. Coffee drinking increases levels of urinary hydrogen peroxide detected in healthy human volunteers. *Free Radic. Res.* 2000; 32(5): 463-467. DOI: 10.1080/1071576000300461
27. Adachi T., Yamada H., Hara H., Futenma A., Kakumu S. Increase of urinary extracellular superoxide dismutase level correlated with cyclic adenosine monophosphate. *FEBS Lett.* 1999; 458(3): 370-374. DOI: 10.1016/s0014-5793(99)01185-0
28. Shannon M.B., Limeira R., Johansen D., Gao X., Lin H., Dong Q., Wolfe A.J., Mueller E.R. Bladder urinary oxygen tension is correlated with urinary microbiota composition. *Int. Urogynecol. J.* 2019; 30(8): 1261-1267. DOI: 10.1007/s00192-019-03931-y
29. Dyson A., Simon F., Seifritz A., Zimmerling O., Matallo J., Calzia E., Radermacher P., Singer M. Bladder tissue oxygen tension monitoring in pigs subjected to a range of cardiorespiratory and pharmacological challenges. *Intensive Care Med.* 2012; 38(11): 1868-1876. DOI: 10.1007/s00134-012-2712-z
30. Mathru M., Rooney M.W., Dries D.J., Hirsch L.J., Barnes L., Tobin M.J. Urine hydrogen peroxide during adult respiratory distress syndrome in patients with and without sepsis. *Chest.* 1994; 105(1): 232-236. DOI: 10.1378/chest.105.1.232
31. Hyslop P.A., Hinshaw D.B., Scraufstatter I.U., Cochrane C.G., Kunz S., Vosbeck K. Hydrogen peroxide as a potent bacteriostatic antibiotic: implications for host defense. *Free Radic. Biol. Med.* 1995; 19(1): 31-37. DOI: 10.1016/0891-5849(95)00005-i
32. Strange R.C., Hiley C., Roberts C., Roberts C., Jones P.W., Bell J., Hume R. Studies on copper-zinc superoxide dismutase expression in developing human liver and kidney. *Free Radic. Res. Commun.* 1989; 7(2): 105-112. DOI: 10.3109/10715768909087930
33. Dai X., Ding Y., Liu Z., Zhang W., Zou M.H. Phosphorylation of CHOP (C/EBP Homologous Protein) by the AMP-Activated Protein Kinase Alpha 1 in Macrophages Promotes CHOP Degradation and Reduces Injury-Induced Neointimal Disruption In Vivo. *Circ. Res.* 2016; 119(10): 1089-1100. DOI: 10.1161/CIRCRESAHA.116.309463

34. Nath K.A., Grande J., Croatt A., Haugen J., Kim Y., Rosenberg M.E. Redox regulation of renal DNA synthesis, transforming growth factor-beta1 and collagen gene expression. *Kidney Int.* 1998; 53(2): 367-381. DOI: 10.1046/j.1523-1755.1998.00778.x
35. Monteiro D.A., Rantin F.T., Kalinin A.L. Dietary intake of inorganic mercury: bioaccumulation and oxidative stress parameters in the neotropical fish *Hoplias malabaricus*. *Ecotoxicology*. 2013; 22(3): 446-456. DOI: 10.1007/s10646-012-1038-5
36. Forman H.J., Bernardo A., Davies K.J. What is the concentration of hydrogen peroxide in blood and plasma? *Arch. Biochem. Biophys.* 2016; 603: 48-53. DOI: 10.1016/j.abb.2016.05.005
37. Cuevas S., Villar V.A.M., Jose P.A. Genetic polymorphisms associated with reactive oxygen species and blood pressure regulation. *Pharmacogenomics J.* 2019; 19(4): 315-336. DOI: 10.1038/s41397-019-0082-4
38. Deskur E., Przywarska I., Dylewicz P., Szcześniak L., Rychlewski T., Wilk M., Wysocki H. Exercise-induced increase in hydrogen peroxide plasma levels is diminished by endurance training after myocardial infarction. *Int. J. Cardiol.* 1998; 67(3): 219-224. DOI: 10.1016/s0167-5273(98)00231-9
39. Graczyk H., Lewinski N., Zhao J., Sauvain J.-J., Suarez G., Wild P., Danuser B., Riediker M. Increase in oxidative stress levels following welding fume inhalation: a controlled human exposure study. *Part. Fibre Toxicol.* 2016; 13(1): 31. DOI: 10.1186/s12989-016-0143-7.120-130
40. van der Vliet A., Hu M.L., O'Neill C.A., Cross C.E., Halliwell B. Interactions of human blood plasma with hydrogen peroxide and hypochlorous acid. *J. Lab. Clin. Med.* 1994; 124(5): 701-705.
41. Mikheev I.V., Sozarukova M.M., Proskurnina E.V., Kareev I.E., Proskurnin M.A. Non-Functionalized Fullerenes and Endofullerenes in Aqueous Dispersions as Superoxide Scavengers. *Molecules*. 2020; 25(11): 2506. DOI: 10.3390/molecules25112506
42. Okazaki H., Shirakabe A., Matsushita M., Shibata Y., Sawatani T., Uchiyama S., Tani K., Murase T., Nakamura T., Takayasu T., Asano M., Kobayashi N., Hata N., Asai K., Shimizu W. Plasma xanthine oxidoreductase activity in patients with decompensated acute heart failure requiring intensive care. *ESC Heart Fail.* 2019; 6(2): 336-343. DOI: 10.1002/ehf2.12390
43. Yoshida S., Kurajoh M., Fukumoto S., Murase T., Nakamura T., Yoshida H., Hirata K., Inaba M., Emoto M. Association of plasma xanthine oxidoreductase activity with blood pressure affected by oxidative stress level: MedCity21 health examination registry. *Sci. Rep.* 2020; 10(1): 4437. DOI: 10.1038/s41598-020-61463-8
44. Trakkides T.O., Schäfer N., Reichenthaler M., Kühn K., Brandwijk R.J.M.G.T., Toonen T.J.M., Urban F., Wegener J., Enzmann V., Pauly D. Oxidative Stress Increases Endogenous Complement-Dependent Inflammatory and Angiogenic Responses in Retinal Pigment Epithelial Cells Independently of Exogenous Complement Sources. *Antioxidants (Basel)*. 2019; 8(11): 548. DOI: 10.3390/antiox8110548
45. Giblin F.J., McCready J.P., Kodama T., Reddy V.N. A direct correlation between the levels of ascorbic acid and H2O2 in aqueous humor. *Exp. Eye Res.* 1984; 38(1): 87-93. DOI: 10.1016/0014-4835(84)90142-8
46. Douglass W.C. *Hydrogen Peroxide: Medical Miracle*. S.A.: Rhino Publishing, 2010. 120 p.
47. Ураков А.Л., Уракова Н.А., Чернова Л.В. Раствор перекиси водорода может стать конкурентом газа кислорода во время реанимации. *Успехи современного естествознания*. 2014; 12-3: 198-203.
48. Кит О.И., Франциянц Е.М., Никипелова Е.А., Комарова Е.Ф. Состояние свободнорадикальных процессов в ткани злокачественной опухоли толстой кишки. *Сибирское медицинское обозрение*. 2014; 1 (85): 30-34.
49. Чернова Л.В. Новые технологии применения «старых» лекарств для насыщения венозной крови кислородом. *Журнал научных статей Здоровье и образование в XXI веке*. 2015; 17(3): 39-40.
50. Ураков А.Л. *Гипероксигенированное средство для насыщения венозной крови кислородом*. Патент РФ 2538662, 2015.
51. Бакурова Е.М. Особенности образования перекиси водорода в эпителиальных опухолях. *Евразийский союз ученых*. 2015; 8-2(17): 7-9.
52. Макаревич О.П., Голиков П.П. Активность супероксиддисмутазы крови в острый период различных заболеваний. *Лабораторное дело*. 1983; 6: 24-27.
53. Корейба К.А. *Способ лечения трофических язв*. Патент РФ 2423118, 2011.
54. Farr C.H. *The therapeutic use of intravenous hydrogen peroxide. Monograph*. Oklahoma City: Genesis Medical Center, 1987.
55. Farr C.H. Physiological and biochemical responses to intravenous hydrogen peroxide in man. *J. Adv. Med.* 1988; 1: 113-129.
56. Шовкун Л.А. *Способ лечения больных деструктивными формами туберкулеза легких*. Патент РФ 2347575, 2009.
57. Atwood K. Charles H. Farr and the purported scientific and medical rationale for intravenous hydrogen peroxide. *Sci. Rev. Alt. Med.* 2007; 11: 11-18.
58. Крихели Н.И. *Отбеливание зубов и микроабразия эмали в эстетической стоматологии. Современные методы*. М.: Практическая медицина, 2008. 205 с.
59. Евдокимов В.В., Туровецкий В.Б., Шмальгаузен Е.В., Мурунец В.И. Подвижность сперматозоидов при воздействии перекиси водорода. *Андрология и генитальная хирургия*. 2015; 16(1): 69-72. DOI: 10.17650/2070-9781-2015-1-69-72
60. Якупова Г.М., Закирова Г.Ш., Ахмерова Н.М. Эффективность различных методов лечения телят, больных неспецифической бронхопневмонией. *Ветеринарный врач*. 2010; 4: 54-57.

References

1. Klotz L.O., Sánchez-Ramos C., Prieto-Arroyo I., Urbánek P., Steinbrenner H., Monsalve M. Redox regulation of FoxO transcription factors. *Redox. Biol.* 2015; 6: 51-72. DOI: 10.1016/j.redox.2015.06.019
2. Mu K., Wang D., Kitts D.D. Molecular Mechanisms That Define Redox Balance Function in Pathogen-Host Interactions-Is There a Role for Dietary Bioactive Polyphenols? *Int. J. Mol. Sci.* 2019; 20(24): 6222. DOI: 10.3390/ijms20246222
3. Higashi Y. Coffee and Endothelial Function: A Coffee Paradox? *Nutrients*. 2019; 11(9): 2104. DOI: 10.3390/nu11092104
4. Alberdi-Cedeño J., Ibargoitia M.L., Guillén M.D. Study of the In Vitro Digestion of Olive Oil Enriched or Not with Antioxidant Phenolic Compounds. Relationships between Bioaccessibility of Main Components of Different Oils and Their Composition. *Antioxidants (Basel)*. 2020; 9(6): 543. DOI: 10.3390/antiox9060543
5. Mirhosseini F., Amiri M., Daneshkazemi A., Zandi H., Javadi Z.S. Antimicrobial Effect of Different Sizes of Nano Zinc Oxide on Oral Microorganisms. *Front. Dent.* 2019; 16(2): 105-112. DOI: 10.18502/fid.v16i2.1361
6. Carlsson J. Salivary peroxidase: an important part of our defense against oxygen toxicity. *J. Oral Pathol.* 1987; 16(8): 412-416. DOI: 10.1111/j.1600-0714.1987.tb02077.x
7. Subbotin V.V., Danilevskaya N.V. [The intestinal microflora of dogs: physiological significance, age dynamics, dysbacteriosis, correction. Part 1. Normal canine intestinal microflora]. *Veterinar [Veterinarian]* 2002; 1: 10-14. (in Russian)
8. Neumivakin I.P., Neumivakina A.S. [Endoecology of health]. М.; СПб.: Izdatel'stvo Dilya. 2007. 640 p. (in Russian)
9. Dutova O.G., Tkachenko L.V., Silant'eva N.T. [The effect of hydrogen peroxide on the gastrointestinal tract of rats (pathological and morphological studies)]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Bulletin of Altai State Agrarian University]*. 2019; 2(172): 138-143. (in Russian)
10. Chiu D.T. Oxidative stress in biology and medicine. *Biomed. J.* 2014; 37(3): 97-98. DOI: 10.4103/2319-4170.134087
11. Williams M.D., Chance B. Spontaneous chemiluminescence of human breath. Spectrum, lifetime, temporal distribution, and correlation with peroxide. *J. Biol. Chem.* 1983; 258(6): 3628-3631.
12. Sznajder J.I., Fraiman A., Hall J.B., Sanders W., Schmidt G., Crawford G., Nahum A., Factor P., Wood L.D. Increased hydrogen peroxide in the expired breath of patients with acute hypoxemic respiratory failure. *Chest*. 1989; 96(3): 606-612. DOI: 10.1378/chest.96.3.606
13. Loukides S., Horvath I., Wodehouse T., Cole P.J., Barnes P.J. Elevated levels of expired breath hydrogen peroxide in bronchiectasis. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 1998; 158(3): 991-994. DOI: 10.1164/ajrccm.158.3.9710031
14. Grieger J.A., Wood L.G., Clifton V.L. Improving asthma during pregnancy with dietary antioxidants: the current evidence. *Nutrients*. 2013; 5(8): 3212-3234. DOI: 10.3390/nu5083212
15. Tu G-W., Ju M-J., Zheng Y-J., Hao G-W., Ma G-G., Hou J-Y., Zhang X-P, Luo Z., Lu L-M. CXCL16/CXCR6 is involved in LPS-induced acute lung injury via P38 signalling. *J. Cell. Mol. Med.* 2019; 23(8): 5380-5389. DOI: 10.1111/jcmm.14419
16. Dohlman A.W., Black H.R., Royall J.A. Expired breath hydrogen peroxide is a marker of acute airway inflammation in pediatric pa-

- tients with asthma. *Am. Rev. Respir. Dis.* 1993; 148(4 Pt 1): 955-960. DOI: 10.1164/ajrccm/148.4.Pt.1.955
17. Wilson W.C., Laborde P.R., Benumof J.L., Taylor R., Swetland J.F. Reperfusion injury and exhaled hydrogen peroxide. *Anesth. Analg.* 1993; 77(5): 963-970. DOI: 10.1213/00000539-199311000-00016
 18. Zinellu E., Zinellu A., Fois A.G., Fois S.S., Piras B., Carru C., Pirina P. Reliability and Usefulness of Different Biomarkers of Oxidative Stress in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Oxid. Med. Cell. Longev.* 2020; 2020: 4982324. DOI: 10.1155/2020/4982324
 19. Nowak D., Antczak A., Krol M., Pietras T., Shariati B., Bialasiewicz P., Jeczowski K., Kula P. Increased content of hydrogen peroxide in the expired breath of cigarette smokers. *Eur. Respir. J.* 1996; 9(4): 652-657. DOI: 10.1183/09031936.96.09040652
 20. Lim C.S., Cho M.K., Park M.Y., Kim H.M. A Two-Photon Ratiometric Fluorescent Probe for Imaging of Hydrogen Peroxide Levels in Rat Organ Tissues. *Chemistry Open.* 2017; 7(1): 53-56. DOI: 10.1002/open.201700155
 21. Enikeyev D.A., Idrisova L.T., Enikeyev O.A., Kuznetsov K.O., Akhmadeeva D.R., Enikeyeva S.A., Gabdrahmanova I.D., Garifulin A.I., Sahabutdinov F.A. [Comparison of hazard and toxicity of tobacco cigarettes, electronic nicotine delivery systems, and tobacco heating systems (IQOS) (review)]. *Patogenez [Pathogenesis]*. 2019; 17(3): 25-33. DOI: 10.25557/2310-0435.2019.03.25-33 (in Russian)
 22. Varma S.D., Devamanoharan P.S. Excretion of hydrogen peroxide in human urine. *Free Radic. Res Commun.* 1990; 8(2): 73-78. DOI: 10.3109/10715769009087976
 23. Shlyonsky V., Boom A., Mies F. Hydrogen Peroxide and Sodium Transport in the Lung and Kidney. *Biomed. Res Int.* 2016; 2016: 9512807. DOI: 10.1155/2016/9512807
 24. Long L.H., Evans P.J., Halliwell B. Hydrogen peroxide in human urine: implications for antioxidant defense and redox regulation. *Biochem. Biophys. Res Commun.* 1999; 262(3): 605-609. DOI: 10.1006/bbrc.1999.1263
 25. Lavoie J.C., Tremblay A. Sex-Specificity of Oxidative Stress in Newborns Leading to a Personalized Antioxidant Nutritive Strategy. *Antioxidants (Basel)*. 2018; 7(4): 49. DOI: 10.3390/antiox7040049
 26. Long L.H., Halliwell B. Coffee drinking increases levels of urinary hydrogen peroxide detected in healthy human volunteers. *Free Radic. Res.* 2000; 32(5): 463-467. DOI: 10.1080/10715760000300461
 27. Adachi T., Yamada H., Hara H., Futenma A., Kakumu S. Increase of urinary extracellular superoxide dismutase level correlated with cyclic adenosine monophosphate. *FEBS Lett.* 1999; 458(3): 370-374. DOI: 10.1016/S0014-5793(99)01185-0
 28. Shannon M.B., Limeira R., Johansen D., Gao X., Lin H., Dong Q., Wolfe A.J., Mueller E.R. Bladder urinary oxygen tension is correlated with urinary microbiota composition. *Int. Urogynecol. J.* 2019; 30(8): 1261-1267. DOI: 10.1007/s00192-019-03931-y
 29. Dyson A., Simon F., Seifritz A., Zimmerling O., Matallo J., Calzia E., Radermacher P., Singer M. Bladder tissue oxygen tension monitoring in pigs subjected to a range of cardiorespiratory and pharmacological challenges. *Intensive Care Med.* 2012; 38(11): 1868-1876. DOI: 10.1007/s00134-012-2712-z
 30. Mathru M., Rooney M.W., Dries D.J., Hirsch L.J., Barnes L., Tobin M.J. Urine hydrogen peroxide during adult respiratory distress syndrome in patients with and without sepsis. *Chest.* 1994; 105(1): 232-236. DOI: 10.1378/chest.105.1.232
 31. Hyslop P.A., Hinshaw D.B., Scraufstatter I.U., Cochrane C.G., Kunz S., Vosbeck K. Hydrogen peroxide as a potent bacteriostatic antibiotic: implications for host defense. *Free Radic. Biol. Med.* 1995; 19(1): 31-37. DOI: 10.1016/0891-5849(95)00005-i
 32. Strange R.C., Hiley C., Roberts C., Jones P.W., Bell J., Hume R. Studies on copper-zinc superoxide dismutase expression in developing human liver and kidney. *Free Radic. Res. Commun.* 1989; 7(2): 105-112. DOI: 10.3109/10715768909087930
 33. Dai X., Ding Y., Liu Z., Zhang W., Zou M.H. Phosphorylation of CHOP (C/EBP Homologous Protein) by the AMP-Activated Protein Kinase Alpha 1 in Macrophages Promotes CHOP Degradation and Reduces Injury-Induced Neointimal Disruption In Vivo. *Circ. Res.* 2016; 119(10): 1089-1100. DOI: 10.1161/CIRCRESAHA.116.309463
 34. Nath K.A., Grande J., Croatt A., Haugen J., Kim Y., Rosenberg M.E. Redox regulation of renal DNA synthesis, transforming growth factor-beta1 and collagen gene expression. *Kidney Int.* 1998; 53(2): 367-381. DOI: 10.1046/j.1523-1755.1998.00778.x
 35. Monteiro D.A., Rantin F.T., Kalinin A.L. Dietary intake of inorganic mercury: bioaccumulation and oxidative stress parameters in the neotropical fish *Hoplias malabaricus*. *Ecotoxicology.* 2013; 22(3): 446-456. DOI: 10.1007/s10646-012-1038-5
 36. Forman H.J., Bernardo A., Davies K.J. What is the concentration of hydrogen peroxide in blood and plasma? *Arch. Biochem. Biophys.* 2016; 603: 48-53. DOI: 10.1016/j.abb.2016.05.005
 37. Cuevas S., Villar V.A.M., Jose P.A. Genetic polymorphisms associated with reactive oxygen species and blood pressure regulation. *Pharmacogenomics J.* 2019; 19(4): 315-336. DOI: 10.1038/s41397-019-0082-4
 38. Deskur E., Przywarska I., Dylewicz P., Szcześniak L., Rychlewski T., Wilk M., Wysocki H. Exercise-induced increase in hydrogen peroxide plasma levels is diminished by endurance training after myocardial infarction. *Int. J. Cardiol.* 1998; 67(3): 219-224. DOI: 10.1016/S0167-5273(98)00231-9
 39. Graczyk H., Lewinski N., Zhao J., Sauvain J.-J., Suarez G., Wild P., Danuser B., Riediker M. Increase in oxidative stress levels following welding fume inhalation: a controlled human exposure study. *Part. Fibre Toxicol.* 2016; 13(1): 31. DOI: 10.1186/s12989-016-0143-7.120-130
 40. van der Vliet A., Hu M.L., O'Neill C.A., Cross C.E., Halliwell B. Interactions of human blood plasma with hydrogen peroxide and hypochlorous acid. *J. Lab. Clin. Med.* 1994; 124(5): 701-705.
 41. Mikheev I.V., Sozarukova M.M., Proskurnina E.V., Kareev I.E., Proskurnin M.A. Non-Functionalized Fullerenes and Endofullerenes in Aqueous Dispersions as Superoxide Scavengers. *Molecules.* 2020; 25(11): 2506. DOI: 10.3390/molecules25112506
 42. Okazaki H., Shirakabe A., Matsushita M., Shibata Y., Sawatani T., Uchiyama S., Tani K., Murase T., Nakamura T., Takayasu T., Asano M., Kobayashi N., Hata N., Asai K., Shimizu W. Plasma xanthine oxidoreductase activity in patients with decompensated acute heart failure requiring intensive care. *ESC Heart Fail.* 2019; 6(2): 336-343. DOI: 10.1002/ehf2.12390
 43. Yoshida S., Kurajoh M., Fukumoto S., Murase T., Nakamura T., Yoshida H., Hirata K., Inaba M., Emoto M. Association of plasma xanthine oxidoreductase activity with blood pressure affected by oxidative stress level: MedCity21 health examination registry. *Sci. Rep.* 2020; 10(1): 4437. DOI: 10.1038/s41598-020-61463-8
 44. Trakkides T.O., Schäfer N., Reichenthaler M., Kühn K., Brandwijk R.J.M.G.T., Toonen T.J.M., Urban F., Wegener J., Enzmann V., Pauly D. Oxidative Stress Increases Endogenous Complement-Dependent Inflammatory and Angiogenic Responses in Retinal Pigment Epithelial Cells Independently of Exogenous Complement Sources. *Antioxidants (Basel)*. 2019; 8(11): 548. DOI: 10.3390/antiox8110548
 45. Giblin F.J., McCready J.P., Kodama T., Reddy V.N. A direct correlation between the levels of ascorbic acid and H₂O₂ in aqueous humor. *Exp. Eye Res.* 1984; 38(1): 87-93. DOI: 10.1016/0014-4835(84)90142-8
 46. Douglass W.C. *Hydrogen Peroxide: Medical Miracle*. S.A.: Rhino Publishing, 2010. 120 p.
 47. Urakov A.L., Urakova N.A., Chernova L.V. [Hydrogen peroxide solution can compete with oxygen gas during resuscitation]. *Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya [Advances in Current Natural Sciences]*. 2014; 12: 198-203. (in Russian)
 48. Kit O.I., Franciyans E.M., Nikipelova E.A., Komarova E.F. [The state of free radical processes in the tissue of a malignant tumor of the colon]. *Sibirskoye meditsinskoye obozreniye [Siberian Medical Review]*. 2014; 1(85): 30-34. (in Russian)
 49. Chernova L.V. [New technologies for the use of "old" drugs for oxygenation of venous blood]. *Zhurnal nauchnykh statey Zdorov'ye i obrazovaniye v XXI veke [Journal of Scientific Articles Health and Education in the XXI Century]*. 2015; 17(3): 39-40. (in Russian)
 50. Urakov A.L. [Hyperoxygenated agent for oxygenation of venous blood]. Patent 2538662, RF; 2015. (in Russian)
 51. Bakurova E.M. [Features of the formation of hydrogen peroxide in epithelial tumors]. *Yevraziyskiy soyuz uchenykh [Eurasian Union of Scientists]*. 2015; 8-2(17): 7-9. (in Russian)
 52. Makarevich O.P., Golikov P.P. [Blood superoxide dismutase activity in the acute period of various diseases]. *Laboratornoye delo [Laboratory Work]*. 1983; 6: 24-27. (in Russian)
 53. Koreiba K.A. [Method for the treatment of trophic ulcers]. Patent 2423118, RF; 2011. (in Russian)
 54. Farr C.H. *The therapeutic use of intravenous hydrogen peroxide*. Monograph. Oklahoma City: Genesis Medical Center, 1987.
 55. Farr C.H. Physiological and biochemical responses to intravenous hydrogen peroxide in man. *J. Adv. Med.* 1988; 1: 113-129.

56. Shovkun L.A. [Method for treating patients with destructive forms of pulmonary tuberculosis]. Patent 2347575, RF; 2009. (in Russian)
57. Atwood K. Charles H. Farr and the purported scientific and medical rationale for intravenous hydrogen peroxide. *Sci. Rev. Alt. Med.* 2007; 11: 11-18.
58. Kriheli N.I. [Teeth whitening and enamel microformations in aesthetic dentistry. Modern methods]. Moscow: Practical Medicine, 2008. 205 p. (in Russian)
59. Evdokimov V.V., Turoveckiy V.B., Shmal'gauzen E.V., Muronec V.I. [Sperm motility when exposed to hydrogen peroxide]. *Andrologiya i genital'naya khirurgiya [Andrology and Genital Surgery]*. 2015; 16(1): 69-72. (in Russian)
60. Yakupova G.M., Zakirova G.Sh., Ahmerova N.M. [Various methodology efficiency in calve treatment infected with non-specific bronchopneumonia]. *Veterinarnyi vrach [Veterinarian]*. 2010; 4: 54-57. (in Russian)

Сведения об авторах:

Еникеев Дамир Ахметович — доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой патологической физиологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Башкирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; <https://orcid.org/0000-0001-6270-583X>.

Кузнецов Кирилл Олегович — аспирант кафедры патологической физиологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Башкирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; <https://orcid.org/0000-0002-2405-1801>.

Еникеев Олег Анатольевич — кандидат медицинских наук, доцент кафедры патологической физиологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Башкирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Идрисова Лия Туляковна — доктор медицинских наук, профессор кафедры патологической физиологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Башкирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Еникеева Светлана Ахметовна — доктор медицинских наук, профессор кафедры патологической физиологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Башкирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Еникеев Рафаэль Исхакович — доктор медицинских наук, профессор кафедры травматологии и ортопедии с курсом ИДПО Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Башкирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Садыков Рашид Шакирзянович — кандидат медицинских наук, доцент кафедры патологической физиологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Башкирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Кузнецова Диана Ринатовна — аспирант кафедры патологической физиологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Башкирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Габдрахманова Инга Данировна — аспирант кафедры патологической физиологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Башкирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации