

ОСОБЕННОСТИ ПАРАМЕТРОВ ГЕМОДИНАМИКИ ПРИ ХРОНИЧЕСКОМ И ОСТРОМ ЭПИЗОДИЧЕСКОМ ВВЕДЕНИИ ЭТАНОЛА ЖИВОТНЫМ В МОДЕЛЬНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАХ

С.И. Павленко^{1, 2}, Д.С. Громова², О.А. Ведясова¹, А.И. Будаев^{1, 2}, А.А. Инюшкин¹

¹Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва, Самара, Россия

²Самарский государственный медицинский университет, Самара, Россия

Резюме. Заболевания сердечно-сосудистой системы продолжают занимать первое место в мире среди всех причин смертности населения. Одним из ведущих медико-социальных факторов роста числа сердечно-сосудистых патологий является употребление алкоголя. **Цель настоящей работы:** проанализировать влияния хронического и острого эпизодического введения этанола на особенности гемодинамических показателей крыс. **Материалы и методы.** Исследование проводили на нелинейных половозрелых крысах самцах. Группе, которая подвергалась острому введению этанола, каждые пять суток (1, 6, 11, 16, 21-е сутки) внутрибрюшинно вводили 20 % раствор этанола (5 г/кг). Группе, подвергавшейся хронической алкоголизации, в течение 21 дня в качестве единственного источника жидкости предлагался 10 %-й раствор этанола. Каждые пять суток в обеих группах регистрировали такие показатели гемодинамики, как систолическое (САД) и диастолическое (ДАД) артериальное давление, частота сердечных сокращений (ЧСС). **Результаты.** При остром употреблении этанола уже через 30 минут после введения обнаружены изменения показателей гемодинамики в виде снижения САД и ДАД в среднем на 43 %. Через 60 минут после введения этанола отмечалось повышение САД и ДАД в среднем на 11 % относительно исходных данных, что на начальном этапе употребления алкоголя может быть связано с компенсаторной реакцией кардиосистемы в ответ на алкогольное отравление. В условиях хронического употребления этанола отмечалось снижение уровня САД, ДАД и ЧСС в среднем на 16 % в первый день исследования с последующим их восстановлением до исходных значений на 21-й день исследования, что может являться признаком развития компенсаторной реакции организма и свидетельствовать о начале формирования алкогольной зависимости. **Выводы.** Острое и хроническое введение этанола оказывает значимое, но при этом разнонаправленное влияние на гемодинамические показатели, что и может служить пусковым механизмом для развития различных кардиопатологий.

Ключевые слова: гемодинамика, острое введение этанола, хроническая алкоголизация, частота сердечных сокращений, артериальное давление.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Работа поддержана грантом Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских учёных – кандидатов наук МК-4515.2022.2.

Соответствие нормам этики. Авторы подтверждают, что соблюдены правила обращения с животными при их использовании в биомедицинских исследованиях.

Для цитирования: Павленко С.И., Громова Д.С., Ведясова О.А., Будаев А.И., Инюшкин А.А. Особенности параметров гемодинамики при хроническом и остром эпизодическом введении этанола животным в модельных экспериментах. *Вестник медицинского института «РЕАВИЗ». Реабилитация, Врачи и Здоровье.* 2023;13(4):21–26. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2023.4.PHYS.1>

FEATURES OF HEMODYNAMIC PARAMETERS DURING CHRONIC AND ACUTE EPISODIC INTRODUCTION OF ETHANOL TO ANIMALS IN MODEL EXPERIMENTS

S.I. Pavlenko^{1,2}, D.S. Gromova², O.A. Vedyasova¹, A.I. Budaev^{1,2}, A.A. Inyushkin¹

¹Samara National Research University, Samara, Russia

²Samara State Medical University, Samara, Russia

Abstract. Diseases of the cardiovascular system continue to occupy the first place in the world among all causes of death in the population. One of the leading medical and social factors in the growth of the number of cardiovascular pathologies is alcohol consumption. The purpose of this work: to study the effect of chronic and acute episodic administration of ethanol on the features of hemodynamic parameters in rats. Materials and methods. The study was carried out on non-linear mature male rats. The group that underwent acute administration of ethanol every five days (days 1, 6, 11, 16, 21) was intraperitoneally injected with a 20 % ethanol solution (5 g/kg). The group subjected to chronic alcoholization was offered 10 % ethanol solution as the only source of liquid for 21 days. Every five days in both groups, hemodynamic parameters such as systolic (SBP) and diastolic (DBP) blood pressure, heart rate (HR) were recorded. Results. With acute use of ethanol, already 30 minutes after administration, changes in hemodynamic parameters were found in the form of a decrease in SBP and DBP by an average of 43 %. 60 minutes after the administration of ethanol, there was an increase in SBP and DBP by an average of 11 % relative to the initial data, which at the initial stage of alcohol consumption may be associated with a compensatory reaction of the cardiosystem in response to alcohol poisoning. Under conditions of chronic ethanol use, there was a decrease in the level of SBP, DBP and heart rate by an average of 16 % on the first day of the study, followed by their recovery to the initial values on the 21st day of the study, which may be a sign of the development of a compensatory reaction of the body and indicate the beginning of the formation of alcoholic dependencies. Conclusions. Acute and chronic administration of ethanol has a significant, but at the same time multidirectional effect on hemodynamic parameters, which can serve as a trigger for the development of various cardiopathologies.

Key words: hemodynamics, acute administration of ethanol, chronic alcoholization, heart rate, blood pressure.

Competing interests. The authors declare no competing interests.

Funding. The work was supported by a grant from the President of the Russian Federation for state support of young Russian scientists – Candidates of sciences MK-4515.2022.2.

Compliance with ethical principles. The authors confirm that the rules for the treatment of animals are observed when they are used in biomedical research.

Cite as: Pavlenko S.I., Gromova D.S., Vedyasova O.A., Budaev A.I., Inyushkin A.A. Features of hemodynamic parameters during chronic and acute episodic introduction of ethanol to animals in model experiments. *Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ". Rehabilitation, Doctor and Health*. 2023;13(4):21–26. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2023.4.PHYS.1>

Введение

Сердечно-сосудистые заболевания уже много лет стоят на первом месте в мире среди всех причин смертности населения. В России на их долю приходится около 55 % от всех смертей. Эксперты Всемирной организации здравоохранения выделяют модифицируемые и немодифицируемые факторы риска развития сердечно-сосудистых заболеваний (пол, возраст, отягощенная наследственность). К основным модифицируемым факторам риска, способствующим повышению смертности населения в странах Европы, относят гипертоническую болезнь, повышение уровня холестерина, ожирение, курение и, конечно, употребление алкоголя [1–3].

Употребление алкоголя всегда значительно повышает риск возникновения сердечной аритмии и кардиомиопатии [4]. Однако этиловый спирт может оказывать не однотипные влияния на сердечно-сосудистую систему и, в частности, на показатели гемодинамики. Ключевым фактором нарушения кровообращения в случае острого алкогольного отравления является расстройство тонуса сосудов, реже – абсолютное снижение объемов циркуляции крови, изменение микроциркуляции как результат ацидоза, гиперкоагуляция и гипотермия. Помимо этого, становится возможным формирование неспецифического кардиотоксического явления из-за чрезмерного адренергического стимулирования, а также дистрофических изменений в миокарде в соматогенной стадии отравления, касающейся нарушений сердечных сокращений, включая фатальные. Самыми распространенными выраженными

расстройствами гемодинамики являются предшествующие патологические изменения сердечно-сосудистой системы (ишемическая болезнь сердца, алкогольная кардиомиопатия и т.д.) [5–7].

При хроническом потреблении этанола снижается плотность β -1-адренорецепторов миокарда и повышается плотность β -3-адренорецепторов, локализующихся, в норме, на адипоцитах и миоцитах, что регулирует липолиз и процессы термогенеза. Патологическое повышение представленности β -3-адренорецепторов в сердце ведет к возникновению чрезмерного реагирования на катехоламины, связанного с ухудшением релаксации кардиомиоцитов в левом желудочке, снижению сократимости и изменению обмена кальция [8–10].

Цель данной работы состояла в анализе особенностей параметров гемодинамики у крыс при моделировании хронического и острого эпизодического введения этанола.

Материалы и методы

Исследование проводили на нелинейных половозрелых лабораторных крысах-самцах, массой тела 240–290 грамм ($n = 12$). На протяжении всего эксперимента животные содержались на стандартном сбалансированном питании. Все эксперименты выполняли с учётом правил лабораторной практики в РФ (РФ ГОСТ Р 53434-2009, принципы надлежащей лабораторной практики,

2010) и директив Европейской Конвенции по защите позвоночных животных (Strasbourg, 1986). Длительность эксперимента составила 21 день.

Для создания моделей алкоголизации всех животных поделили на две группы. Животных первой группы подвергли острой эпизодической алкоголизации путём внутрибрюшинного введения 20 % раствора этанола в дозе 5 г/кг [11]. Раствор готовили в чистых условиях непосредственно перед использованием. Инъекции вводились каждый 5-й день эксперимента, то есть, в 1, 6, 11, 16 и 21 сутки, после чего осуществлялась регистрация гемодинамических параметров. Запись изменений показателей гемодинамики проводили дважды – через 30 минут после инъекции и через 60 минут.

Для создания модели хронической алкогольной зависимости вторая экспериментальная группа животных ежедневно в течение 21 дня получала в качестве единственного источника жидкости 10 %-й раствор этанола [12]. Доступ к поилке был неограничен. Регистрацию параметров гемодинамики проводили на каждый 5 день опыта, то есть, в 1, 6, 11, 16 и 21 сутки исследования.

Параметры гемодинамики регистрации с помощью автоматизированного неинвазивного монитора кровяного давления для мышей и крыс «CODA Monitor». На начальном этапе проведения исследования всех животных в течение трёх месяцев обучали находиться в ёмкости для измерения давления с целью исключения стрессового влияния.

Перед началом опыта животное оставляли в цилиндре на 5–10 минут для исключения стрессовых показателей, нормализации температуры тела и кровяного давления. Для исключения ошибки в работе прибора и сокращения времени нахождения крысы в цилиндре под хвостом животного располагали инфракрасный коврик, реализующий небольшой его обогрев до 32–35 °С. Далее регистрировали такие показатели гемодинамики, как систолическое артериальное давление (САД, мм. рт. ст.), диастолическое артериальное давление (ДАД, мм рт. ст.), частота сердечных сокращений (ЧСС, уд./мин).

Данными контроля выступали показатели гемодинамики, полученные в каждой экспериментальной группе животных до начала введения этанола.

Полученные в ходе проведения исследования результаты обрабатывали с помощью статистических методов. Предварительно оценивали распределение изучаемых показателей с помощью Normality Test (Shapiro-Wilk). Для сравнения значений исследуемых показателей гемодинамики у крыс внутри одной группы использовали парный t-test. Значения считались статистически значимыми при $p < 0,05$. Все полученные численные данные приведены как средние арифметические значения \pm стандартные ошибки среднего, а также изменения средних значений в процентах относительно исходных данных.

Результаты исследований и их обсуждение

В ходе проведения исследования было установлено, что острое эпизодическое введение этанола вызывает разнонаправленные изменения параметров гемодинамики

у крыс. Так, исходные значения САД у животных первой экспериментальной группы составляли $159,0 \pm 6,69$ мм рт. ст., что соответствует норме. В 1-й день эксперимента через 30 минут после введения этанола САД у крыс снизилось на 40 % ($p < 0,001$). В то время как при последующих введениях раствора этанола разница с исходными значениями сокращалась и составила 29 % ($p < 0,01$), 24 % ($p < 0,01$), 26 % ($p < 0,01$) соответственно. На 21-й день исследования статистически значимой разницы с исходными значениями не наблюдалось, и можно сказать, что показатели практически вернулись к исходным значениям (рис. 1).

Через 60 минут после введения этанола статистически значимые изменения показателей САД отмечены у животных только в 1-е и 6-е сутки эксперимента. Уровень САД снизился на 36 % и 34 % от исходной величины соответственно. Начиная с 6-х суток отмечено постепенное увеличение параметров систолического артериального давления с тенденцией к возвращению к исходным показателям (рис. 2).

Значения диастолического артериального давления под влиянием острого эпизодического введения этанола резко уменьшились (на 46 % ($p < 0,001$) по сравнению с исходной величиной) через 30 минут после введения раствора. Далее также отмечено достоверное снижение показателей ДАД по сравнению с исходными данными (на 32 % ($p < 0,05$), 28 % ($p < 0,01$), 33 % ($p < 0,01$) и 15 % ($p < 0,05$) соответственно) (рис. 3). Полученные результаты являются интересными и могут свидетельствовать о том, что данный показатель является менее адаптивным и, вероятно, определяет начало развитие патологических процессов, запуская дезадаптацию на системном уровне.

Изменение показателей ДАД через 60 минут после введения этанола носит волнообразный характер. В 1-й день эксперимента уровень ДАД уменьшился на 38 % ($p < 0,01$), а начиная с 6-го дня отмечена динамика повышения данного параметра таким образом, что к 21-му дню статистически значимых изменений по сравнению с исходной величиной не наблюдалось (рис. 4).

При регистрации показателей частоты сердечных сокращений статистически значимых изменений выявлено не было ни на одной из точек замера.

Анализ гемодинамики у животных под влиянием хронического введения этанола показал менее заметные изменения параметров по сравнению с предыдущей группой. Значимое снижение САД наблюдалось только в первые пять суток эксперимента, а далее отмечена стойкая тенденция к возвращению показателей к исходным значениям (рис. 5).

Интересно, что в группе с хронической алкоголизацией динамика уровня диастолического артериального давления повторяла закономерность, описанную в отношении САД. Значимое снижение на 22 % ($p < 0,01$) по сравнению с исходным наблюдалось на первом этапе регистрации данных, а далее разница между регистрируемыми параметрами и исходной величиной не была статистически значимой (рис. 6).

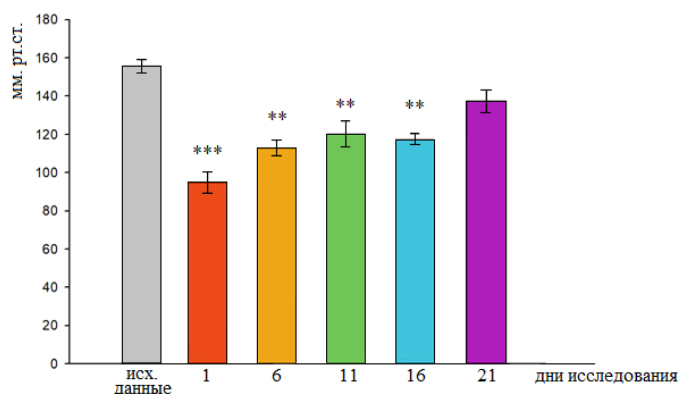


Рисунок 1. Изменения значений систолического артериального давления у крыс через 30 минут после острого введения этанола. **($p < 0,01$), ***($p < 0,001$) – статистически значимые различия с исходными данными

Figure 1. Changes in systolic blood pressure values in rats 30 minutes after acute ethanol administration. **($p < 0.01$), ***($p < 0.001$) – statistically significant differences from the original data

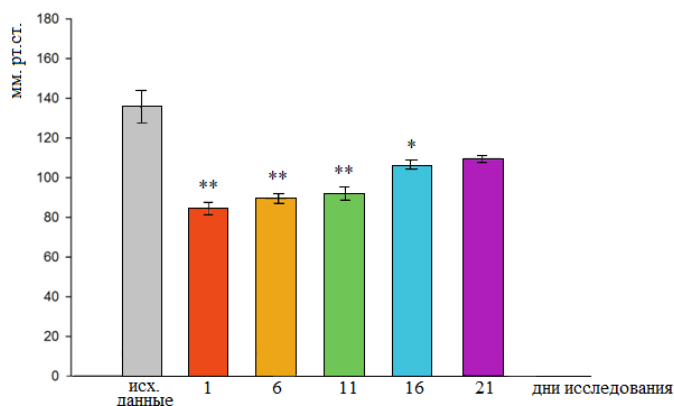


Рисунок 4. Изменения значений диастолического артериального давления у крыс через 60 минут после острого введения этанола. *($p < 0,05$), **($p < 0,01$) – статистически значимые различия с исходными данными

Figure 4. Changes in diastolic blood pressure values in rats 60 minutes after acute ethanol administration. *($p < 0.05$), **($p < 0.01$) – statistically significant differences from the original data

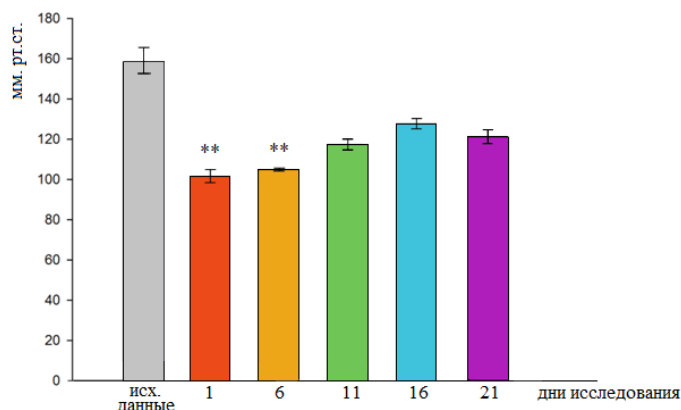


Рисунок 2. Изменения значений систолического артериального давления у крыс через 60 минут после острого введения этанола. **($p < 0,01$) – статистически значимые различия с исходными данными

Figure 2. Changes in systolic blood pressure values in rats 60 minutes after acute ethanol administration. **($p < 0.01$) – statistically significant differences from the original data

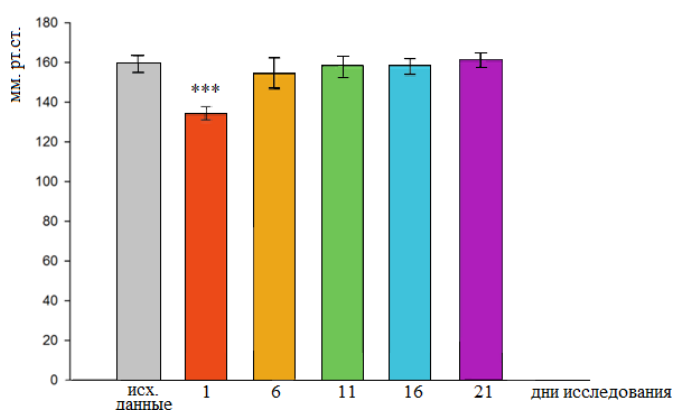


Рисунок 5. Изменения значений систолического артериального давления у крыс при хроническом введении этанола. ***($p < 0,001$) – статистически значимые различия с исходными данными

Figure 5. Changes in systolic blood pressure values in rats after chronic administration of ethanol. ***($p < 0.001$) – statistically significant differences from the original data

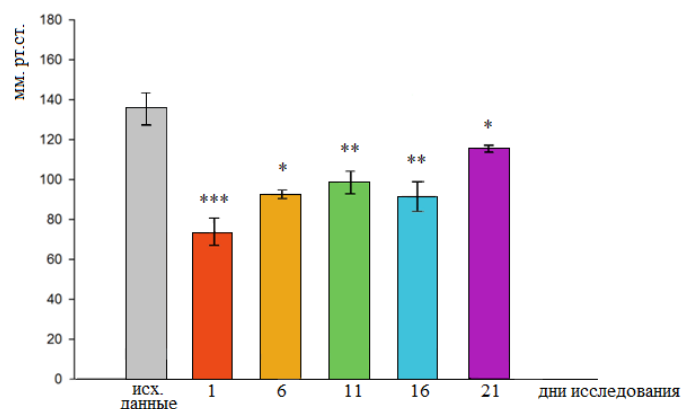


Рисунок 3. Изменения значений диастолического артериального давления у крыс через 30 минут после острого введения этанола. *($p < 0,05$), **($p < 0,01$), ***($p < 0,001$) – статистически значимые различия с исходными данными

Figure 3. Changes in diastolic blood pressure values in rats 30 minutes after acute ethanol administration. *($p < 0.05$), **($p < 0.01$), ***($p < 0.001$) – statistically significant differences from the original data

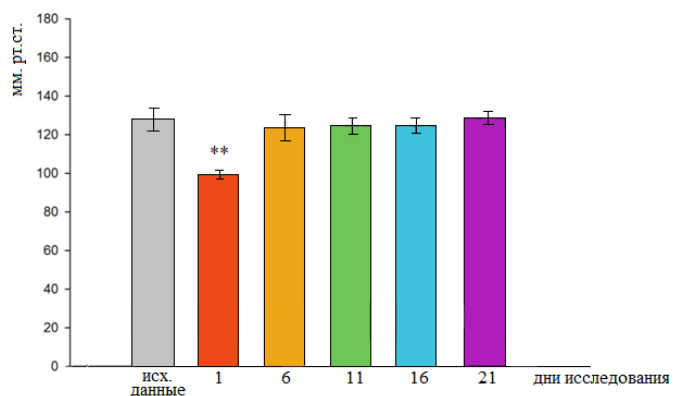


Рисунок 6. Изменения значений диастолического артериального давления у крыс при хроническом введении этанола. **($p < 0,01$) – статистически значимые различия с исходными данными

Figure 6. Changes in diastolic blood pressure values in rats after chronic administration of ethanol. **($p < 0.01$) – statistically significant differences from the original data

Анализ ЧСС показал, что хроническое введение этанола приводит к статистически значимому снижению данного показателя в первые пять суток эксперимента от $352,50 \pm 10,78$ уд./мин в исходной группе до $316,82 \pm 4,34$ уд./мин ($p < 0,01$) в эксперименте, что составило 10 %. Однако в последующем отмечается положительный хронотропный эффект, и к 21-м суткам практически восстанавливается исходная частота сердечных сокращений у модельных животных.

Полученные нами результаты отчасти согласуются с данными других авторов, которые отмечали снижение средней линейной скорости кровотока при изучении гемодинамики в сонной артерии и микроциркуляторном русле в результате хронической алкогольной интоксикации. Также в литературе приводятся данные о снижении средней объёмной скорости кровотока в течение первых суток после употребления этанола. Кроме этого, при хронической алкогольной интоксикации выявлено усиление артериальной гемодинамики, снижение кровенаполнения тканей на уровне микроциркуляторного русла и признаки дисфункции эндотелия сосудов [13]. Кроме того, согласно исследованиям Долго-Сабурова В.Б., при формировании привыкания организма к этанолу увеличивается синтез

молекул калия и кальция. Ионы калия снижают ритм и силу сокращения сердца, а кальций, в свою очередь, учащает ритм и усиливает сердечные сокращения.

Этанол может оказывать влияния на работу организма и через активацию дофаминовой системы. При поступлении этилового спирта в организм, происходит выброс дофамина, который быстро разрушается с образованием норадреналина. Как и адреналин, он оказывает сосудосуживающее свойство, в связи с чем давление относительно нормализуется, тем не менее остаётся на пониженном уровне [14, 15].

Выводы

Таким образом, изменения значений систолического и диастолического артериального давления, а также частоты сердечных сокращений, описанные в нашем исследовании, свидетельствуют о наличии функциональных перемен в работе организма в условиях как острого эпизодического, так и хронического употребления этанола. По характеру воздействия на различные системы организма этанол является эффективным стимулятором, и даже разовое, а тем более хроническое употребление вызывает в организме различные изменения.

Литература [References]

- Ефремова Ю.Е., Ощепкова Е.В., Жернакова Ю.В., Чазова И.Е., Яровая Е.Б., Шальнова С.А. и др. Факторы риска сердечно-сосудистых заболеваний у лиц с высоким нормальным артериальным давлением в Российской Федерации (по данным эпидемиологического исследования ЭССЕ-РФ). *Системные гипертензии*. 2017;14(1):6–11. [Yefremova YU.E., Oshchepkova YE.V., Zhernakova YU.V., Chazova I.E., Yarovaya YE.B., Shal'nova S.A. et al. Risk factors of cardiovascular diseases in persons with high normal blood pressure in the Russian Federation (according to the epidemiological study of ESSE-RF). *Systemic hypertension*. 2017;14 (1):6–11. (In Russ)].
- Кузьмина О.А., Миронова О.Ю., Фомин В.В. Сердечно-сосудистые заболевания у пациентов с псориазом в клинической практике: клинический случай. *Евразийский Кардиологический Журнал*. 2022;(1):94–99. <https://doi.org/10.38109/2225-1685-2022-1-94-99>. [Kuz'mina O.A., Mironova O.YU., Fomin V.V. Cardiovascular diseases in patients with psoriasis in clinical practice: a clinical case. *Eurasian Journal of Cardiology*. 2022;(1):94–99. <https://doi.org/10.38109/2225-1685-2022-1-94-99> (In Russ)].
- Суховская О.А., Куликов Н.В. Лечение никотиновой зависимости при сердечно-сосудистых заболеваниях, с позиции доказательной медицины. *Российский кардиологический журнал*. 2019;(2):86–91. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2019-2-86-91> [Sukhovskaya O.A., Kulikov N.V. Treatment of nicotine addiction in cardiovascular diseases, from the standpoint of evidence-based medicine. *Russian Journal of Cardiology*. 2019;(2):86–91. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2019-2-86-91> (In Russ)].
- Васильев А.П., Стрельцова Н.Н. Алкоголь и сердце. *Российский медицинский журнал*. 2018;1(2):82–85. [Vasil'yev A.P., Strel'tsova N.N. Alcohol and the heart. *Russian Medical Journal*. 2018;1(2):82–85. (In Russ)].
- Полунина Т.Е. Алкогольная болезнь печени. Клинический пример. *Медицинский совет*. 2020;(5):50–60. <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2020-5-50-60> [Polunina T.E. Alcoholic liver disease. A clinical example. *Medical advice*. 2020;(5):50–60. <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2020-5-50-60> (In Russ)].
- Singal A.K., Bataller R., Ahn J., Kamath P.S., Shah V.H. ACG Clinical Guideline: Alcoholic Liver Disease. *Am J Gastroenterol*. 2018;113(2):175–194. <https://doi.org/10.1038/ajg.2017.469> Epub 2018 Jan 16. PMID: 29336434. PMCID: PMC6524956.
- Leggio L., Lee M.R. Treatment of alcohol use disorder in patients with alcoholic liver disease. *Am J Med*. 2017;130(2):124–134. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2016.10.004> PMID: 27984008. PMCID: PMC5263063.
- Лубнин А.Ю., Заболотских И.Б., Лебединский К.М., Овечкин А.М., Овезов А.М., Белкин А.А. и др. Периоперационное ведение пациентов с зависимостью от алкоголя. Методические рекомендации. *Анестезиология и реаниматология*. 2022;(4):5–25. [Lubnin A.YU., Zabolotskikh I.B., Lebedinskiy K.M., Ovechkin A.M., Ovezov A.M., Belkin A.A. et al. Perioperative management of patients with alcohol dependence. Methodological recommendations. *Anesthesiology and resuscitation*. 2022;(4):5–25. (In Russ)].
- Гольгина С. Е., Сахаров А. В. Взаимосвязь когнитивных функций с показателями эндотелиальной дисфункции и нейромаркерами у больных алкоголизмом. *Вопросы наркологии*. 2018;6(166):48–49. [Golygina S. YE., Sakharov A. V. The relationship of cognitive functions with indicators of endothelial dysfunction and neuromarkers in patients with alcoholism. *Issues of narcology*. 2018;6(166):48–49. (In Russ)].
- Ledesma, J. C., Balino, P., Aragon, C. M. Reduction in central h2o2 levels prevents voluntary ethanol intake in mice: a role for the brain catalase-h2o2 system in alcohol binge drinking. *Alcohol Clin. Exp. Res*. 2014; 38 (1):60–67. PMID: 24033657.
- Бочкарёва А.В., Зимин Ю.В. Изменение активности алкогольдегидрогеназы клеток печени крыс при действии этанола и гепарина. *Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского*. 2010;2(2):490–493. [Bochkarëva A.V., Zimin YU.V. Changes in the activity of alcohol dehydrogenase of rat liver cells under the action of ethanol and heparin. *Bulletin of the Nizhny Novgorod University named after N.I. Lobachevsky*. 2010;2 (2):490–493. (In Russ)].
- Багметова В.В., Ганзикова Н.С., Малюженко И.В. Динамика потребления и формирования предпочтения алкоголя у самцов и самок крыс, подвергшихся хронической интоксикации 5%-м и 10%-м растворами этанола. *Вестник ВолГМУ*. 2019;2(7):17–22. [Bagmetova

- V.V., Ganzikova N.S., Malyuzhenko I.V. Dynamics of alcohol consumption and preference formation in male and female rats exposed to chronic intoxication with 5% and 10% ethanol solutions. *Bulletin of VolGMU*. 2019;2(7):17-22. (In Russ)].
- 13 Кузнецов А.А., Цветкова Е.Е., Кузнецова А.А., Максимов В.Н., Денисова Д.В., Воевода М.И. Ассоциация индикаторов артериальной жесткости и аритмогенеза в мужской популяции Новосибирска. *Атеросклероз*. 2020;16(1):9-13. [Kuznetsov A.A., Tsvetkova YE.E., Kuznetsova A.A., Maksimov V.N., Denisova D.V., Voyevoda M.I. Association of indicators of arterial stiffness and arrhythmogenesis in the male population of Novosibirsk. *Atherosclerosis*. 2020;16(1):9-13. (In Russ)].
 - 14 Шабанов П.Д., Лебедев А.А., Мещеров Ш.К., Павленко В.П., Стрельцов В.Ф. Роль дофамина в формировании эмоционального поведения. *Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии*. 2003;2(1):23-45. [Shabanov P.D., Lebedev A.A., Meshcherov SH.K., Pavlenko V.P., Strel'tsov V.F. The role of dopamine in the formation of emotional behavior. *Reviews of clinical pharmacology and drug therapy*. 2003;2(1):23-45. (In Russ)].
 - 15 Гриневич В.П., Немец В.В., Крупицкий Е.М., Гайнетдинов Р.Р., Будыгин Е.А. Роль дофамина и норадреналина в алкоголь-зависимом поведении: от корреляций к механизмам. *Обозрение психиатрии и медицинской психологии им. В.М. Бехтерева*. 2022;56(3):13-29. <http://doi.org/10.31363/2313-7053-2022-56-3-13-29> [Grinevich V.P., Nemets V.V., Krupitskiy YE.M., Gaynetdinov R.R., Budygin YE.A. The role of dopamine and norepinephrine in alcohol-dependent behavior: from correlations to mechanisms. *Review of Psychiatry and Medical Psychology named after V.M. Bekhterev*. 2022;56(3):13-29. <http://doi.org/10.31363/2313-7053-2022-56-3-13-29> (In Russ)].

Авторская справка**Павленко Снежанна Ивановна**

Канд. биол. наук, доцент, доцент кафедры физиологии человека и животных, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва, ул. Московское шоссе, д. 34, Самара, Россия, 443086.

Доцент кафедры физиологии с курсом безопасности жизнедеятельности и медицины катастроф, Самарский государственный медицинский университет, ул. Чапаевская, д. 89, Самара, Россия, 443099.

ORCID0000-0001-5506-5328; pavlenko.snezhanna@mail.ru

Вклад автора: определение концепции исследования, формулирование выводов.

Горомова Дарья Сергеевна

Старший преподаватель кафедры общей и молекулярной биологии, Самарский государственный медицинский университет, ул. Чапаевская, д. 89, Самара, Россия, 443099.

ORCID 0000-0003-0650-0252; d.s.gromova@samsmu.ru

Вклад автора: анализ литературных источников, подготовка текста статьи.

Ведясова Ольга Александровна

Д-р биол. наук, профессор, профессор кафедры физиологии человека и животных, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва, ул. Московское шоссе, д. 34, Самара, Россия, 443086.

ORCID 0000-0002-3392-6112; o.a.vedyasova@gmail.com

Вклад автора: окончательное утверждение рукописи для публикации.

Будаев Александр Иванович

Аспирант кафедры физиологии человека и животных, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва, ул. Московское шоссе, д. 34, Самара, Россия, 443086.

ассистент кафедры физиологии с курсом безопасности жизнедеятельности и медицины катастроф, Самарский государственный медицинский университет, ул. Чапаевская, д. 89, Самара, Россия, 443099.

ORCID 0000-0002-3729-0430; budaev.sasha@mail.ru

Вклад автора: подготовка рисунков статьи.

Инюшкин Андрей Алексеевич

Канд. юрид. наук, доцент кафедры гражданского и предпринимательского права, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва, ул. Московское шоссе, д. 34, Самара, Россия, 443086.

ORCID 0000-0001-8564-4275; inyushkin_a@mail.ru

Вклад автора: оформление текста статьи.

Author's reference**Snezhanna I. Pavlenko**

Cand. Sci. (Biol.), Docent, Associate Professor of the Department of Human and Animal Physiology, Samara National Research University named after Academician S.P. Korolev, 34 Moskovskoe Shosse str., Samara, 443086, Russia.

Associate Professor of the Department of Physiology with the course of life safety and disaster Medicine, Samara State Medical University, 89 Chapaevskaya str., Samara, 443099, Russia.

ORCID0000-0001-5506-5328; pavlenko.snezhanna@mail.ru

Author's contribution: definition of the research concept, formulation of conclusions.

Darja S. Gromova

Senior Lecturer of the Department of General and Molecular Biology, Samara State Medical University, 89 Chapaevskaya str., Samara, 443099, Russia.

ORCID 0000-0003-0650-0252; d.s.gromova@samsmu.ru

Author's contribution: analysis of literary sources, preparation of the text of the article.

Olga A. Vedyasova

Dr. Sci. (Biol.), Professor, Professor of the Department of Human and Animal Physiology, Samara National Research University named after Academician S.P. Korolev, 34 Moskovskoe Shosse str., Samara, 443086, Russia.

ORCID 0000-0002-3392-6112; o.a.vedyasova@gmail.com

Author's contribution: final approval of the manuscript for publication.

Aleksandr I. Budaev

Postgraduate student of the Department of Human and Animal Physiology, Samara National Research University named after Academician S.P. Korolev, 34 Moskovskoe Shosse str., Samara, 443086, Russia.

Assistant of the Department of Physiology with the course of life safety and Disaster Medicine, Samara State Medical University, 89 Chapaevskaya str., Samara, 443099, Russia.

ORCID 0000-0002-3729-0430; budaev.sasha@mail.ru

Author's contribution: preparation of drawings of the article.

Andrey A. Inyushkin

Cand. Sci. (Jurid.), Associate Professor of the Department of Civil and Business Law, Samara National Research University named after Academician S.P. Korolev, 34 Moskovskoe Shosse str., Samara, 443086, Russia.

ORCID 0000-0001-8564-4275; inyushkin_a@mail.ru

Author's contribution: the design of the text of the article.