

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 612.1/8:159.953.2:612.821.2

DOI 10.34014/2227-1848-2024-2-119-127

ВЛИЯНИЕ ТАБАЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ И ЭЛЕКТРОННЫХ КУРИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ НА РЕГУЛЯЦИЮ СЕРДЕЧНОГО РИТМА И СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТУЮ СИСТЕМУ КУРИЛЬЩИКОВ

Г.Т. Урядова, Н.Ю. Русецкая

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет
им. В.И. Разумовского» Минздрава России, г. Саратов, Россия

Проблема курения широко распространена среди молодого трудоспособного населения России. При этом большой популярностью у курильщиков пользуются электронные системы доставки никотина как «легкая» альтернатива традиционным табачным изделиям.

Целью исследования явилось установление влияния традиционных табачных изделий и современных электронных курительных устройств на физиологические особенности курильщиков – молодежи в возрасте 18–21 года.

Материалы и методы. В исследовании принимали участие юноши и девушки 18–21 года, имеющие стаж курения не менее 1 года, а также некурящие. Были сформированы три группы: контрольная (некурящие) и две опытные (курящие традиционные табачные и электронные сигареты). Методами исследования явились физикальные тесты, включающие дыхательный тест, замер давления в спокойном состоянии, при нагрузке и после курения, а также расчеты показателей, характеризующих состояние сердечно-сосудистой системы (ССС).

Результаты. В ходе эксперимента изменений АД у курящих электронные сигареты отмечено не было. У курящих традиционные сигареты после физической нагрузки отмечено повышение систолического АД при сохранении нормальных значений диастолического АД, что свидетельствует о снижении растяжимости артериальных сосудов. Отмечено увеличение частоты сердечных сокращений у курильщиков и табачных, и электронных сигарет после физической нагрузки и непосредственно после выкуривания сигареты. Определено преобладание симпатического влияния на ССС у всех участников исследования. Получены данные, свидетельствующие о нарушении регуляции деятельности ССС у всех обследуемых до и после нагрузки, а также после курения. При этом имела место тенденция к ухудшению деятельности ССС в опытных группах после курения. У участников эксперимента во всех трех группах в нормальном состоянии и после физической нагрузки отмечено напряжение механизмов адаптации, а после курения в обеих опытных группах адаптационный потенциал ССС был неудовлетворительным.

Выводы. Оценка физикальных параметров курильщиков выявила негативное влияние употребления и табачных, и электронных сигарет на ССС, а именно на ЧСС, регуляцию деятельности ССС, механизмы адаптации, которое, вероятно, будет усиливаться с увеличением стажа курения.

Ключевые слова: табакокурение, электронные системы доставки никотина, физикальные особенности, артериальное давление, частота сердечных сокращений, вегетативный индекс, индекс Робинсона, адаптационный потенциал сердечно-сосудистой системы.

Введение. Курение является одним из основных факторов риска развития атеросклероза, ишемической болезни сердца, сосудистой деменции и других заболеваний сердечно-

сосудистой системы (ССС) [1, 2]. Ишемическая болезнь сердца определена в качестве основной причины смертности людей до 45 лет в популяции курящих [3]. Сердечно-сосудис-

тая система обеспечивает адаптацию и определяет умственную и физическую работоспособность [4]. Функциональный резерв сосудов и сердца определяет как их собственный адаптационный потенциал, так и адаптационный потенциал организма в целом [4].

Проблема курения затрагивает все большее количество молодого населения России [5, 6]. При этом среди молодежи популярностью пользуются электронные системы доставки никотина (ЭСДН) [7], поскольку широко распространено представление об их меньшем вредоносном воздействии на здоровье по сравнению с традиционными табачными сигаретами. Спрос на электронные сигареты растет, что обосновывает актуальность исследования.

Цель исследования. Оценка состояния системы регуляции сердечного ритма и уровня функционирования сердечно-сосудистой системы курильщиков традиционных сигарет и современных электронных курительных устройств.

Материалы и методы. В исследовании принимали участие юноши и девушки 18–21 года, имеющие стаж курения не менее 1 года, а также некурящие. Были сформированы три группы по 15 чел.: контрольная (некурящие) и две опытные (курящие традиционные табачные и электронные сигареты).

Основными показателями функционального состояния ССС являются частота сердечных сокращений (ЧСС), систолический (СОК) и минутный (МОК) объемы крови, систолическое (САД) и диастолическое (ДАД) артериальное давление, жизненная ёмкость лёгких (ЖЕЛ) [8]. Методами исследования явились физикальные тесты, включающие дыхательный тест, замер давления, подсчет ЧСС в спокойном состоянии, при нагрузке (20 приседаний) [9] и после курения. Для оценки состояния здоровья рассчитывали такие показатели, как вегетативный индекс Кердо (ВИК), индекс Робинсона (ИР), индекс адаптационного потенциала ССС (АП) [9–11].

Статистическую обработку результатов проводили по стандартным методикам [12], используя непараметрические U-критерий

Манна – Уитни и T-критерий Вилкоксона. Различия считали достоверными при $p \leq 0,05$.

Состав жидкости для заправки электронной сигареты был неизменным на протяжении эксперимента и, по данным маркировки, включал пищевой пропиленгликоль, пищевой глицерин, никотин (6 мг/мл), воду, ароматизатор, что соответствует ГОСТ Р 58109–2018 [7]. При этом содержание токсичных элементов (ртуть, кадмий, свинец, мышьяк) не превышало допустимых норм (ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных веществ»), о чем свидетельствовала декларация на продукцию. Содержание никотина в традиционных сигаретах, примененных в исследовании, составляло 0,6 мг/сиг.

Исследование проведено в соответствии с этическими принципами Надлежащей клинической практики (Good Clinical Practice), Хельсинкской декларации, российских нормативно-правовых актов, регламентирующих оказание медицинской помощи, и было одобрено этическим комитетом ФГБОУ ВО СГМУ им. В.И. Разумовского Минздрава России. Все участники эксперимента были ознакомлены с протоколом исследования и подтвердили согласие на участие.

Результаты и обсуждение. Определение показателей состояния здоровья: АД, ЧСС, вегетативного индекса Кердо, индекса Робинсона, индекса адаптационного потенциала – и выявление влияния на них ЭСДН может быть использовано в разработке программы борьбы с курением среди молодежи.

В ходе эксперимента у курящих традиционные сигареты после физической нагрузки было отмечено достоверное повышение САД при сохранении нормальных значений ДАД, что свидетельствует о снижении растяжимости основных артериальных сосудов, особенно аорты как главного из них (табл. 1). При физиологической норме центральные артерии за счет своей эластичности принимают и подавляют силу сердечного выброса, равномерно пропуская кровь дальше по организму. Если стенка аорты становится жесткой, для «выталкивания» крови из сердца необходимо

более высокое давление [13]. Непосредственно после курения значения САД и ДАД в этой группе были выше, что обусловлено сужением кровеносных сосудов [13]. Изменений АД в группе курящих электронные сигареты относительно контрольной группы отмечено не было.

Было определено влияние физической нагрузки и курения табачных и электронных сигарет на увеличение ЧСС в опытных группах. Расчет вегетативного индекса Кердо (табл. 1) показал преобладание симпатического влияния на ССС у участников всех трех групп. Это подтверждается литературными данными о том, что даже однократное выкуривание сигареты приводит к активации симпатической нервной системы и, как следствие, росту АД и ЧСС [14, 15].

С помощью механического спирометра (Спирометр сухой портативный ССП, Украина) была определена ЖЕЛ, на которую, как оказалось, не влияли курение и физическая нагрузка.

В процессе исследования у участников всех трех групп определены значения СОК, характерные для нетренированных людей (90–130 мл/уд.) [16]. Также было зафиксировано снижение значений МОК в спокойном состоянии у участников обеих опытных групп относительно контроля и их увеличение после нагрузки, а также курения и табачных, и электронных сигарет по сравнению с значениями в спокойном состоянии (табл. 1). Следует отметить, что полученные данные у всех участников эксперимента в нормальном состоянии соответствуют значениям МОК при легкой работе (10–15 л/мин) [16], поскольку исследование проводилось параллельно с учебной деятельностью участников.

Полученные значения индекса Робинсона, или двойного произведения, характеризующего резервы и адаптационные возможности ССС, функциональные способности миокарда и систолическую работу сердца [17], свидетельствуют о нарушении регуляции дея-

тельности сердечно-сосудистой системы в обеих опытных группах и после нагрузки, и после курения. При этом имела место тенденция к ухудшению деятельности ССС в опытных группах после курения.

При определении адаптационного потенциала ССС у участников эксперимента после физической нагрузки наблюдалось напряжение механизмов адаптации во всех трех группах, включая контрольную, а после курения в обеих опытных группах адаптационный потенциал ССС был и вовсе неудовлетворительным, что показывает негативную роль курения. При этом еще в нормальном состоянии у участников всех трех групп отмечено напряжение механизмов адаптации, характерное для лиц старше 21 года [4, 18].

Заключение. По результатам исследования определено, что употребление и табачных, и электронных сигарет влияет на физическое состояние курильщиков. Так, у курящих табачные изделия САД повышалось после нагрузки и курения. При этом после курения у участников этой группы также повышалось ДАД. Все это свидетельствует о тенденции к снижению растяжимости артериальных сосудов в этой опытной группе, что подтверждается литературными данными об увеличении вследствие употребления табака жесткости артериальной стенки, которая сохраняется даже после прекращения курения в течение нескольких лет [14]. В то же время небольшая нагрузка в виде 20 приседаний не влияла на АД в контрольной группе. Что касается курящих ЭСДН, то у них изменений АД отмечено не было. Курение и табачных, и электронных сигарет увеличивало ЧСС по сравнению с нормой. Результаты исследования дополняют данные об увеличении скорости пульсовой волны и нарастании сосудистой жесткости от регулярного курения сигарет и ЭСДН [19–21]. Полученные значения СОК и МОК свидетельствуют о недостаточности физической активности в жизни участвовавшей в эксперименте молодежи.

Таблица 1

Table 1

Результаты исследования физиологических параметров курильщиков (M±m)

Physical parameters of smokers (M±m)

Показатель Parameter	Группы Group							
	Контроль Control		Опытная 1 – курящие традиционные сигареты Experimant 1 – cigarette smokers			Опытная 2 – курящие электронные сигареты Experimant 2 – e-cigarette smokers		
	в спо- койном состоянии at rest	после нагрузки at load	в спо- койном состоянии at rest	после нагрузки at load	после курения after smoking	в спо- койном состоянии at rest	после нагрузки at load	после курения after smoking
САД, мм рт. ст. SBP, mm Hg	116,0±2,8	117,0±2,6	119,0±2,7	131,0±2,7 *■	128,0±3,7 ■	116,0±2,3	119,0±3,3	118,0±3,5
ДАД, мм рт. ст. DBP, mm Hg	75,0±2,2	75,0±2,7	78,0±3,1	82,0±2,3	87,0±2,3 ■	77±1,7	75,0±2,7	76,0±2,3
ЧСС, уд./мин HR, bpm/min	94,0±3,0	102,0±2,3 *	82,0±3,0 *	103,0±2,7 ■	107,0±4,0 ■	84,0±2,0 *	102,0±2,6 ■	96,0±3,2 ■
ЖЕЛ, л VC, l	3,3±0,2	3,4±0,2	3,4±0,2	3,4±0,1	3,3±0,2	3,2±0,1	3,1±0,2	3,1±0,2
ВИК, % Kerdo Vegetative index, %	19,0±2,7	24,0±3,3	3,0±0,8 *	18,0±3,5 ■	16,0±2,4 ■	7,0±0,8 *	23,0±2,8 ■	18,0±3,2 ■
СОК, мл/удар Systolic discharge, ml/bmp	101,5±1,5	102,0±1,9	101,3±0,8	104,8±1,8	100,4±0,8	100,0±1,3	102,5±1,5	101,3±1,7
МОК, л Cardiac output, l	9,5±0,4	10,4±0,5	8,3±0,4 *	10,7±0,3 ■	10,7±0,4 ■	8,4±0,4 *	10,5±0,4 ■	9,7±0,4 ■
ИР Robinson index	109,6±6,8	119,3±6,2	98,1±4,8	134,3±3,3 ■	135,9±3,1 ■	96,8±4,1	121,4±5,6 ■	113,1±5,5 ■
АП Adaptive capacity index	2,3±0,1	3,4±0,1 ■	2,2±0,1	3,6±0,1 ■	3,7±0,1 ■	2,2±0,03	3,4±0,1 ■	3,3±0,1 ■

Примечание. Статистически значимое отличие относительно: * – контроля в спокойном состоянии; ■ – исходного значения в своей группе ($p \leq 0,05$).

Note. * – the difference is statistically significant compared with the control at rest ($p \leq 0.05$). ■ – the difference is statistically significant compared with the baseline in the same group ($p \leq 0.05$).

Проведенная работа по оцениванию вегетативного статуса и адаптационных резервов организма курящих юношей и девушек показала значительное снижение адаптационных возможностей ССС и нарушение регуляции ее деятельности, симпатикотонию, проявляющуюся повышением тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы с появлением тахикардии в нашем случае. Поскольку симпатикотония является проявлением вегетативной дисфункции, или вегетососудистой дистонии [22], то курение усугубит прояв-

ления данного синдрома. Эти данные свидетельствуют о выраженном негативном воздействии традиционных сигарет и современных электронных устройств на организм человека, поэтому говорить о ЭСДН как о «легкой» альтернативе табачным сигаретам невозможно. Результаты исследования имеют большое прогностическое клиническое значение и могут быть использованы для профилактики курения среди молодого трудоспособного населения России.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов

Концепция и дизайн исследования: Урядова Г.Т., Русецкая Н.Ю.

Литературный поиск, участие в исследовании, обработка материала:

Урядова Г.Т., Русецкая Н.Ю.

Статистическая обработка данных: Урядова Г.Т., Русецкая Н.Ю.

Анализ и интерпретация данных: Урядова Г.Т., Русецкая Н.Ю.

Написание и редактирование текста: Урядова Г.Т., Русецкая Н.Ю.

Литература

1. *Ruitenbergh A., Skoog I., Ott A., Aevansson O., Wittman J.C., Lernfelt B., van Harskamp F., Hofman A., Breteler M.M.* Blood pressure and risk of dementia: results from the Rotterdam study and the Gothenburg H-70 Study. *Dement Geriatr Cogn Disord.* 2001; 12 (1): 33–41.
2. *Patterson C.J., Clarfield A.M.* Diagnostic procedure for demencia. In: Emery V.O.B., Oxman T.E., Baltimore M.D., Johns Hopkins, eds. *Dementia. Prevention, differential diagnosis and nosology.* University Press; 2003: 61–85.
3. *Арутюнов Г.П.* Курение как фактор риска у пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями. Что делать практикующему врачу сегодня и как формировать стандарт на завтра. *Сердце.* 2003; 4 (4): 176–186.
4. *Баевский Р.М., Берсенева А.П.* Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний. М.: Медицина; 1997. 236.
5. *Скворцова Е.С.* Распространенность и основные мотивы курения среди городских старшеклассников в Российской Федерации в 2010–2011 гг. *Профилактическая медицина.* 2016; 19 (1): 44–50.
6. *Суханов А.В., Денисова Д.В., Пилипенко П.И., Гафаров В.В.* Табакокурение и состояние когнитивных функций у подростков: популяционное исследование. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний.* 2022; 11 (1): 49–55.
7. ГОСТ Р 58109–2018. Жидкости для электронных систем доставки никотина. М.: Стандартинформ; 2018. 11.
8. *Казанский А.А., Ларионова А.Н., Медведева В.В., Садовикова Е.С., Бикбаева М.В., Фефелова Е.В.* Изучение возможностей инструментальных методов обследования сердечно-сосудистой системы в диагностике состояния системы гемостаза. *Медицина завтрашнего дня: 15 межрегиональная научно-практическая конференция студентов и молодых ученых.* Чита; 2016: 198–200.
9. *Апанасенко Г.Л., Попова Л.А.* Медицинская валеология. Ростов-на-Дону: Феникс; 2000. 243.
10. *Минвалеева Р.С.* Вегетативный Индекс Кердо: индекс для оценки вегетативного тонуса, вычисляемый из данных кровообращения. *Спортивная медицина.* 2009; 1 (2): 33–44.
11. *Воронцова М.В., Левченко Т.А.* Социально-бытовая адаптация детей и подростков с множественными нарушениями в условиях детского дома-интерната. Таганрог: Издатель А.Н. Ступин; 2014. 360.

12. *Вершинин В.И., Перцев Н.В.* Планирование и математическая обработка результатов химического эксперимента: учебное пособие. Омск: Изд-во ОмГУ; 2005. 216.
13. *Конради Г.П.* Регуляция сосудистого тонуса. Л.: Наука; 1973. 328.
14. *Kondo T., Nakano Y., Adachi S., Murohara T.* Effects of Tobacco Smoking on Cardiovascular Disease. *Circ J.* 2019; 83 (10): 1980–1985.
15. *Richard J.C. Williams.* Хроническое влияние никотина на частоты сердечных сокращений. *Международный журнал сердца и сосудистых заболеваний.* 2013; 1 (1): 20–28.
16. *Брин В.Б., Захаров Ю.М., Мазинг Ю.А., Недоспасов В.О., Пятин В.Ф., Ткаченко Б.И.* Нормальная физиология: учебник. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2016. 688.
17. *Лебедев А.В., Рубанович В.Б., Айзман Н.И., Айзман Р.И.* Морфофункциональные особенности студентов первого курса педагогического вуза. *Вестник Новосибирского государственного педагогического университета.* 2014; 1 (17): 128–141.
18. *Казин Э.М.* Основы индивидуального здоровья человека: введение в общую и прикладную валеологию. М.: Владос; 2000. 188.
19. *Moheimani R.S., Bhetraratana M., Peters K.M., Yang B.K., Yin F., Gornbein J., Araujo J.A., Middlekauff H.R.* Sympathomimetic effects of acute e-cigarette use: role of nicotine and non-nicotine constituents. *Journal of the American Heart Association.* 2017; 6 (9): e006579.
20. *Middlekauff H.R.* Cardiovascular impact of electronic-cigarette use *Trends. Cardiovascular Medicine.* 2020; 30 (3): 133–140.
21. *Подзолков В.И., Брагина А.Е., Дружинина Н.А., Мохаммади Л.Н.* Курение электронных сигарет (вейпинг) и маркеры поражения сосудистой стенки у лиц молодого возраста без сердечно-сосудистых заболеваний. *Рациональная фармакотерапия в кардиологии.* 2021; 17 (4): 521–527.
22. *Повереннова И.Е., Захаров А.В.* Вегетативная дисфункция – актуальная проблема современности. Современная терапия и профилактика вегето-сосудистой дистонии. Ремедиум Приволжье. 2014; 8 (128): 17–21.

Поступила в редакцию 25.09.2023; принята 06.03.2024.

Авторский коллектив

Урядова Галина Тимофеевна – ассистент кафедры биохимии и клинической лабораторной диагностики, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России. 410012, Россия, г. Саратов, ул. Большая Казачья, 112; e-mail: eni_galina@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3684-9028>.

Русецкая Наталья Юрьевна – доктор биологических наук, доцент, заведующий кафедрой биохимии и клинической лабораторной диагностики, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России. 410012, Россия, г. Саратов, ул. Большая Казачья, 112; e-mail: rusetskayanu@yandex.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-0121-1112>.

Образец цитирования

Урядова Г.Т., Русецкая Н.Ю. Влияние табачных изделий и электронных курительных устройств на регуляцию сердечного ритма и сердечно-сосудистую систему курильщиков. *Ульяновский медико-биологический журнал.* 2024; 2: 119–127. DOI: 10.34014/2227-1848-2024-2-119-127.

EFFECT OF TOBACCO AND ELECTRONIC CIGARETTES ON HEART RATE AND CARDIOVASCULAR SYSTEM IN SMOKERS

G.T. Uryadova, N.Yu. Rusetskaya

Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky,
Ministry of Health of the Russian Federation, Russia

Smoking is widespread among the young working population in Russia. Moreover, e-cigarettes are very popular among smokers as an alternative to traditional ones.

The purpose of the study was to establish the effect of traditional cigarettes and modern e-cigarettes on the physiological characteristics of smokers, namely young people aged 18–21.

Materials and Methods. The study involved young people aged 18–21 with at least 1 year of smoking experience and non-smokers. The trial participants were organized into three groups: a control group (non-smokers) and two experimental groups (traditional cigarette smokers and e-cigarette smokers). The research methods included physical tests, such as a breathing test, pressure measurements at rest, at load and after smoking, and calculation of cardiovascular state parameters.

Results. During the experiment, no changes in blood pressure were observed in e-cigarette smokers. In traditional cigarette smokers, an increase in systolic blood pressure was observed at load. However, diastolic blood pressure was normal. It indicated a decrease in the distensibility of arterial vessels. An increase in heart rate was noted in both cigarette and e-cigarette smokers at load and immediately after smoking. The predominance of the sympathetic influence on the cardiovascular system was determined in all trial subjects. The obtained data indicated a violation in cardiovascular system activity in all subjects before and after exercise, and after smoking. At the same time, cardiovascular system activity deteriorated in the experimental groups after smoking. Under normal conditions and after exercise, all trial subjects showed tension in their adaptation mechanisms. After smoking in both experimental groups cardiovascular system adaptation potential was unsatisfactory.

Conclusion. An assessment of physical parameters in smokers revealed a negative impact of tobacco and e-cigarettes on the cardiovascular system, namely on heart rate, regulation of cardiovascular system activity, adaptation mechanisms, which was likely to increase with smoking history.

Key words: tobacco smoking, e-cigarettes, physical characteristics, blood pressure, heart rate, vegetative index, Robinson index, cardiovascular system adaptive potential.

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

Author contributions

Research concept and design: Uryadova G.T., Rusetskaya N.Yu.

Literature search, participation in the study, data processing:

Uryadova G.T., Rusetskaya N.Yu.

Statistical data processing: Uryadova G.T., Rusetskaya N.Yu.

Data analysis and interpretation: Uryadova G.T., Rusetskaya N.Yu.

Text writing and editing: Uryadova G.T., Rusetskaya N.Yu.

References

1. Ruitenbergh A., Skoog I., Ott A., Aevansson O., Wittman J.C., Lernfelt B., van Harskamp F., Hofman A., Breteler M.M. Blood pressure and risk of dementia: results from the Rotterdam study and the Gothenburg H-70 Study. *Dement Geriatr Cogn Disord.* 2001; 12 (1): 33–41.
2. Patterson C.J., Clarfield A.M. Diagnostic procedure for dementia. In: Emery V.O.B., Oxman T.E., Baltimore M.D., Johns Hopkins, eds. *Dementia. Prevention, differential diagnosis and nosology.* University Press; 2003: 61–85.
3. Arutyunov G.P. Kurenje kak faktor riska u patsientov s serdechno-sosudistymi zabolevaniyami. Chto delat' praktikuyushchemu vrachu segodnya i kak formirovat' standart na zavtra [Smoking as a risk factor in patients with cardiovascular diseases. What should a practitioner do today and how to create a future standard]. *Serditse.* 2003; 4 (4): 176–186 (in Russian).
4. Baevskiy R.M., Berseneva A.P. *Otsenka adaptatsionnykh vozmozhnostey organizma i risk razvitiya zabolevaniy* [Assessment of the body's adaptive capabilities and disease risks]. Moscow: Meditsina; 1997. 236 (in Russian).
5. Skvortsova E.S. Rasprostranennost' i osnovnye motivy kurenija sredi gorodskikh starsheklassnikov v Rossiyskoy Federatsii v 2010–2011 gg [Prevalence and main motives for smoking among urban senior pupils in the Russian Federation in 2010–2011]. *Profilakticheskaya meditsina.* 2016; 19 (1): 44–50 (in Russian).
6. Sukhanov A.V., Denisova D.V., Pilipenko P.I., Gafarov V.V. Tabakokurenje i sostoyanie kognitivnykh funktsiy u podrostkov: populyatsionnoe issledovanie [Tobacco smoking and cognitive functioning in adolescents: A population study]. *Kompleksnye problemy serdechno-sosudistyykh zabolevaniy.* 2022; 11 (1): 49–55 (in Russian).

7. GOST R 58109–2018. *Zhidkosti dlya elektronnykh sistem dostavki nikotina* [Liquids for e-cigarettes]. Moscow: Standartinform; 2018. 11 (in Russian).
8. Kazanskiy A.A., Larionova A.N., Medvedeva V.V., Sadovikova E.S., Bikbaeva M.V., Fefelova E.V. Izuchenie vozmozhnostey instrumental'nykh metodov obsledovaniya serdechno-sosudistoy sistemy v diagnostike sostoyaniya sistemy gemostaza [Studying the capabilities of instrumental methods for cardiovascular system examining in diagnosing the hemostatic system state]. *Meditsina zavtrashnego dnya: 15 mezhregional'naya nauchno-prakticheskaya konferentsiya studentov i molodykh uchenykh* [Medicine of tomorrow: Proceedings of the 15th interregional science-to-practice conference of students and young scientists]. Chita; 2016: 198–200 (in Russian).
9. Apanasenko G.L., Popova L.A. *Meditsinskaya valeologiya* [Medical valeology]. Rostov-on-Don: Feniks; 2000. 243 (in Russian).
10. Minvaleeva R.S. Vegetativnyy Indeks Kerdo: indeks dlya otsenki vegetativnogo tonusa, vychislyaemyy iz dannykh krovoobrashcheniya [Vegetative Kerdo Index: Assessing vegetative tonus, calculated from blood circulation data]. *Sportivnaya meditsina*. 2009; 1 (2): 33–44 (in Russian).
11. Vorontsova M.V., Levchenko T.A. *Sotsial'no-bytovaya adaptatsiya detey i podrostkov s mnozhestvennymi narusheniyami v usloviyakh detskogo doma-internata* [Social and everyday adaptation of children and adolescents with multiple disabilities in a nursing home]. Taganrog: Izdatel' A.N. Stupin; 2014. 360 (in Russian).
12. Vershinin V.I., Pertsev N.V. *Planirovanie i matematicheskaya obrabotka rezul'tatov khimicheskogo eksperimenta: uchebnoe posobie* [Planning and mathematical processing of chemical experiments: Textbook]. Omsk: Izd-vo OmGU; 2005. 216 (in Russian).
13. Konradi G.P. *Regulyatsiya sosudistogo tonusa* [Regulation of vascular tone]. Leningrad: Nauka; 1973. 328 (in Russian).
14. Kondo T., Nakano Y., Adachi S., Murohara T. Effects of Tobacco Smoking on Cardiovascular Disease. *Circ J*. 2019; 83 (10): 1980–1985.
15. Richard J.C. Williams. Khronicheskoe vliyanie nikotina na chastoty serdechnykh sokrashcheniy [Chronic effects of nicotine on heart rate]. *Mezhdunarodnyy zhurnal serdtsa i sosudistykh zabolevaniy*. 2013; 1 (1): 20–28 (in Russian).
16. Brin V.B., Zakharov Yu.M., Mazing Yu.A., Nedospasov V.O., Pyatin V.F., Tkachenko B.I. *Normal'naya fiziologiya: uchebnyk* [Normal physiology: Textbook]. Moscow: GEOTAR-Media; 2016. 688 (in Russian).
17. Lebedev A.V., Rubanovich V.B., Ayzman N.I., Ayzman R.I. Morfofunktsional'nye osobennosti studentov pervogo kursa pedagogicheskogo vuza [Morphofunctional characteristics of first-year students at a pedagogical university]. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta*. 2014; 1 (17): 128–141 (in Russian).
18. Kazin E.M. *Osnovy individual'nogo zdorov'ya cheloveka: vvedenie v obshchuyu i prikladnuyu valeologiyu* [Fundamentals of individual human health: Introduction to general and applied valeology]. Moscow: Vldos; 2000. 188 (in Russian).
19. Moheimani R.S., Bhetraratana M., Peters K.M., Yang B.K., Yin F., Gornbein J., Araujo J.A., Middlekauff H.R. Sympathomimetic effects of acute e-cigarette use: role of nicotine and non-nicotine constituents. *Journal of the American Heart Association*. 2017; 6 (9): e006579.
20. Middlekauff H.R. Cardiovascular impact of electronic-cigarette use Trends. *Cardiovascular Medicine*. 2020; 30 (3): 133–140.
21. Podzolkov V.I., Bragina A.E., Druzhinina N.A., Mokhammad L.N. Kurenje elektronnykh sigaret (veyping) i markery porazheniya sosudistoy stenki u lits mladogo vozrasta bez serdechno-sosudistykh zabolevaniy [E-cigarette smoking (vaping) and markers of vascular wall damage in young subjects without cardiovascular disease]. *Ratsional'naya farmakoterapiya v kardiologii*. 2021; 17 (4): 521–527 (in Russian).
22. Poverennova I.E., Zakharov A.V. Vegetativnaya disfunktsiya – aktual'naya problema sovremennosti [Autonomic dysfunction as a current problem]. *Sovremennaya terapiya i profilaktika vegeto-sosudistoy distonii. Remedium Privolzh'ye*. 2014; 8 (128): 17–21 (in Russian).

Received September 25, 2023; accepted March 06, 2024.

Information about the authors

Uryadova Galina Timofeevna, Teaching Assistant, Chair of Biochemistry and Clinical Laboratory Diagnostics, Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky, Ministry of Health of the Russian Federation. 410012, Russia, Saratov, Bol'shaya Kazach'ya St., 112; e-mail: eni_galina@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3684-9028>.

Rusetskaya Natal'ya Yur'evna, Doctor of Sciences (Biology), Associate Professor, Head of the Chair of Biochemistry and Clinical Laboratory Diagnostics, Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky, Ministry of Health of the Russian Federation. 410012, Russia, Saratov, Bol'shaya Kazach'ya St., 112; e-mail: rusetskayanu@yandex.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-0121-1112>.

For citation

Uryadova G.T., Rusetskaya N.Yu. Vliyanie tabachnykh izdeliy i elektronnykh kuritel'nykh ustroystv na regulyatsiyu serdechnogo ritma i serdechno-sosudistuyu sistemu kuril'shchikov [Effect of tobacco and electronic cigarettes on heart rate and cardiovascular system in smokers]. *Ul'yanovskiy mediko-biologicheskij zhurnal*. 2024; 2: 119–127. DOI: 10.34014/2227-1848-2024-2-119-127 (in Russian).