

Научно-исследовательский журнал «*International Journal of Medicine and Psychology / Международный журнал медицины и психологии*»

<https://ijmp.ru>

2025, Том 8, № 7 / 2025, Vol. 8, Iss. 7 <https://ijmp.ru/archives/category/publications>

Научная статья / Original article

Шифр научной специальности: 3.3.3. Патологическая физиология (медицинские науки)

УДК 616-008.3/5

<sup>1</sup> Емельянова А.С.,

<sup>1</sup> Гурская О.Е.,

<sup>1</sup> Бехтерева И.А.,

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский медико-социальный институт

## Нарушения регуляции сосудистого тонуса у молодых людей, приверженных курению электронных сигарет

**Аннотация:** целью исследования являлось изучение функционального состояния сердечно-сосудистой системы у молодых людей, систематически курящих электронные сигареты, для выявления потенциальных рисков раннего развития сердечно-сосудистых заболеваний. В ЧОУ ВО «СПб МСИ» было проведено исследование у 12 студентов 1-3 курсов, имеющих стаж курения электронных сигарет более 1 года. Критериями исключения из исследования являлись черепно-мозговые травмы, хронические заболевания, прием лекарств и традиционное табакокурение. Состояние периферического кровотока оценивалось неинвазивным методом фотоплетизмографии с использованием комплекса "Pulse Lite Control". Дополнительно оценивали показатели вариабельности сердечного ритма: стресс-индекс, показатель вагосимпатического баланса (LF/HF), индекс централизации. Полученные данные сопоставлялись с литературными данными. Для статистической обработки применялись непараметрические методы, реализованные в программе Statistica 10.0. В исследовании выявлено статистически значимое повышение индекса отражения в основной группе (82%), по сравнению с нормативными значениями (40-70%). Также было выявлено статистически значимое повышение высоты инцизуры пульсовой волны в основной группе по сравнению с расчетными нормативными значениями ( $p < 0,01$ , критерий Вилкоксона). Выявленные изменения указывают на повышение тонуса сосудов мышечного типа. У большинства обследуемых было выявлено отсутствие выраженной активации симпатической нервной системы, что может свидетельствовать о нарушении периферических, а не центральных механизмов регуляции сосудистого тонуса, а именно с воздействием вазоактивных метаболитов и эндотелиальных факторов. По данным литературы, курение электронных сигарет связано с окислительным стрессом, воспалением и эндотелиальной дисфункцией, что может приводить к повышению тонуса резистивных сосудов и, соответственно, являться патогенетической основой ангиодистонии по гипертоническому типу. Повышение тонуса резистивных сосудов, выявленное у студентов, курящих электронные сигареты, может являться одним из факторов риска развития артериальной гипертензии в будущем.

**Ключевые слова:** сердечно-сосудистая система, электронные сигареты, фотоплетизмография, вариабельность сердечного ритма, индекс отражения, тонус сосудов, окислительный стресс, эндотелиальная дисфункция, ангиодистония

**Для цитирования:** Емельянова А.С., Гурская О.Е., Бехтерева И.А. Нарушения регуляции сосудистого тонуса у молодых людей, приверженных курению электронных сигарет // International Journal of Medicine and Psychology. 2025. Том 8. № 7. С. 80 – 86.

Поступила в редакцию: 12 июня 2025 г.; Одобрена после рецензирования: 9 августа 2025 г.; Принята к публикации: 17 октября 2025 г.

<sup>1</sup> *Yemelyanova A.S.,*  
<sup>1</sup> *Gurskaya O.E.,*  
<sup>1</sup> *Bekhtereva I.A.,*  
<sup>1</sup> *St. Petersburg Medical and Social Institute*

## Dysregulation of vascular tone in young people who smoke electronic cigarettes

**Abstract:** the aim of the study was to study the functional state of the cardiovascular system in young people who systematically use electronic cigarettes to identify potential risks of early development of cardiovascular diseases. A study was conducted in 12 students of 1-3 courses with more than 1 year of experience in smoking electronic cigarettes at St. Petersburg Medical University. The exclusion criteria from the study were traumatic brain injuries, chronic diseases, medication use, and traditional tobacco smoking. The state of peripheral blood flow was assessed by noninvasive photoplethysmography using the Pulse Lite Control complex. Additionally, the indicators of heart rate variability were evaluated: stress index, vagosympathetic balance index (LF/HF), centralization index. The data obtained were compared with the literature data. Nonparametric methods implemented in the Statistica 10.0 program were used for statistical processing. The study revealed a statistically significant increase in the reflection index in the main group (82%), compared with the standard values (40-70%). There was also a statistically significant increase in the height of pulse wave incision in the main group compared with the calculated standard values ( $p < 0.01$ , Wilcoxon criterion). The revealed changes indicate an increase in the tone of muscle-type vessels. The majority of the subjects showed a lack of pronounced activation of the sympathetic nervous system, which may indicate a violation of peripheral rather than central mechanisms of vascular tone regulation, namely, the effects of vasoactive metabolites and endothelial factors. According to the literature, smoking electronic cigarettes is associated with oxidative stress, inflammation and endothelial dysfunction, which can lead to an increase in the tone of resistive vessels and, accordingly, be the pathogenetic basis of hypertensive angiostenosis. The increased tone of resistive vessels found in students who smoke electronic cigarettes may be one of the risk factors for developing hypertension in the future.

**Keywords:** cardiovascular system, electronic cigarettes, photoplethysmography, heart rate variability, reflection index, vascular tone, oxidative stress, endothelial dysfunction, angiostenosis

**For citation:** Yemelyanova A.S., Gurskaya O.E., Bekhtereva I.A. Dysregulation of vascular tone in young people who smoke electronic cigarettes. International Journal of Medicine and Psychology. 2025. 8 (7). P. 80 – 86.

The article was submitted: June 12, 2025; Approved after reviewing: August 9, 2025; Accepted for publication: October 17, 2025

### Введение

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), около 38 миллионов подростков в возрасте от 13 до 15 лет, что составляет приблизительно 10% от их общего числа, употребляют различные табачные изделия (WHO, 2023). В Европейском регионе ВОЗ эта доля достигает 4 миллионов человек, или 12,7% от подростковой популяции (WHO, 2023). Распространенность потребления табака среди юношей 13-15 лет оценивается в 13,8% (2,3 миллиона), а среди девушек – в 11,5% (1,8 миллиона).

Статистические данные и прогнозы указывают на тревожную ситуацию с потреблением электронных сигарет в России. По данным ВОЗ за 2022 год, вейпы и аналогичные устройства используют от 4% до 6% взрослого населения страны. Особую обеспокоенность вызывает распространенность электронного курения среди под-

ростков 15-17 лет, где показатели достигают 7-10%.

Электронная сигарета – это устройство для дозирования никотина, в котором смесь химических веществ («электронная жидкость») в камере периодически нагревается и распыляется, когда нагревательный элемент, работающий от батареи, активируется вдыханием («затяжкой»).

Электронная жидкость (ЭЖ) обычно содержит вспомогательное вещество, например, пропиленгликоль и/или глицерин, никотин и/или различные ароматизаторы. Степень воздействия никотина на организм зависит от содержания никотина в электронной жидкости, количества затяжек, частоты использования. Мало изученной областью остается выявление потенциально опасных эффектов ароматизаторов на организм.

Отсутствие должного регулирования состава электронной жидкости, наличие никотина в самых разных дозировках, особенно в комплексе с аро-

матизаторами, а также обнаруживаемые уровни токсичных веществ и металлических «примесей» (потенциально из самого устройства) [12], практически полное совпадение размера и концентрации ТЧ<sub>2,5</sub> (твёрдые частицы, имеющие диаметр 2,5мкм) с табачным дымом в сочетании с сообщениями о том, что даже низкое воздействие ТЧ<sub>2,5</sub> создаёт значительный сердечный риск, требуют дальнейшего изучения физиологических эффектов этих воздействий на сердечно-сосудистую систему.

В связи с этим **целью** данного исследования является исследовать функциональное состояние сердечно-сосудистой системы молодых людей, приверженных курению электронных сигарет (вейпингу).

#### Материалы и методы исследований

Было проведено авторское анкетирование среди студентов 1-3 курсов ЧОУ ВО «СПб МСИ». Посредством анкетирования были выявлены студенты, приверженные курению электронных сигарет (ЭС). Критериями исключения являлись: наличие в анамнезе черепно-мозговых травм, хронических заболеваний, систематическое употребление лекарственных средств, а также активное табакокурение традиционных сигарет. Включение в исследование осуществлялось при соблюдении следующих условий: наличие информированного добровольного согласия студента на участие и стаж употребления ЭС более одного года. В исследовании приняли участие 12 человек, среди которых 22,2% составили лица мужского пола, а 77,8% – женского. Средний возраст участников составил  $21,2 \pm 1,6$  года.

В группе студентов проведена оценка функционального состояния сосудистой системы посредством фотоплетизмографии с использованием аппаратно-программного комплекса "Pulse Lite Control". Фотоплетизмография позволяет неинвазивно оценить параметры периферического кровотока и выявить возможные отклонения, связанные с риском развития сердечно-сосудистых заболеваний. Также с помощью программного обеспечения

комплекса "Pulse Lite Control" оценивали вариабельность сердечного ритма.

В рамках данного исследования нами было выполнено исследование характеристик компьютеризированной фотоплетизмограммы (ФПГ) в состоянии покоя. Согласно данным анамнеза, все участники исследования (n=12) являлись практически здоровыми лицами, не предъявлявшими жалоб на самочувствие. Каждому участнику было проведено физикальное обследование, включающее измерение антропометрических параметров, артериального давления (АД), частоты сердечных сокращений (ЧСС), расчет индекса массы тела.

В процессе выполнения фотоплетизмографии, оптический инфракрасный (ИК) датчик размещался на дистальной фаланге указательного пальца правой руки. Перед началом процедуры проводился предварительный прогрев указанной фаланги и кисти руки для обеспечения адекватной перфузии. Регистрация пульсовой волны осуществлялась в условиях акустического комфорта, исключающих влияние внешних шумовых помех. Минимальная продолжительность записи составляла пять минут, что соответствует рекомендациям для получения стабильных и репрезентативных данных ФПГ [10]. По результатам контурного анализа пульсовой волны (ПВ) в анализ включали следующие показатели фотоплетизмографии: ЧСС (уд. в мин.), индекс отражения (ИО, %), индекс жесткости (ИЖ, м/с), амплитуду пульсовой волны (АПВ), амплитуду дикротической волны (АДВ), высоту инцизуры. Индекс жесткости – расчетный показатель, отражающий среднюю скорость распространения ПВ по крупным эластическим сосудам; они в меньшей степени подвержены колебаниям, связанным с изменением мышечного тонуса. Индекс отражения  $(B4-B5)/(B2-B1)*100\%$  (рис. 1) – расчетный параметр, использующийся для оценки вклада отраженного компонента в ПВ и характеризующий тонус гладкомышечных клеток мелких мышечных артерий и артериол.

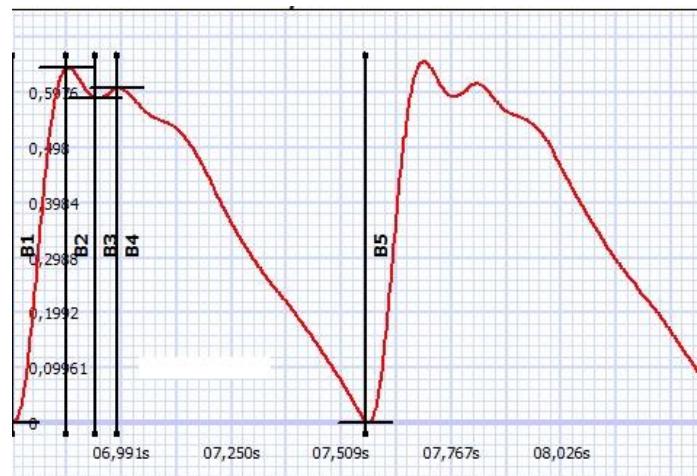


Рис. 1. ФПГ студента О., 20 лет. Стаж вейпинга более 2-х лет. ИО составил 94%, ИЖ – 12 м/с. Примечание: Маркер B1 соответствует началу периода изгнания в систолу, маркер B2 – максимальная вазодилатация в фазу форсированного изгнания, маркер B3 – соответствует протодиастолическому периоду, маркер B4 – соответствует началу диастолы, маркер B5 – обозначает конец диастолы и завершение сердечного цикла [7].

Fig. 1. PPG of student O., 20 years old. Vaping experience more than 2 years. IO was 94%, IF – 12 m/s. Note: Marker B1 corresponds to the beginning of the ejection period in systole, marker B2 – maximum vasodilation in the forced ejection phase, marker B3 – corresponds to the protodiastolic period, marker B4 – corresponds to the beginning of diastole, marker B5 – indicates the end of diastole and the end of the cardiac cycle [7].

Также оценивали следующие показатели вариабельности сердечного ритма, такие как: стресс-индекс, индекс вагосимпатического баланса LF/HF, индекс централизации – VLF+LF/HF (HF, % – отражает активность парасимпатического кардиоингибиторного центра продолговатого мозга; LF, % – отражает активность симпатических центров продолговатого мозга; VLF, % – отражает действие центральных эрготропных и гуморально-метаболических механизмов регуляции [4]. Полученные значения ИЖ, ИО, высоты инцизуры, показателей вариабельности сердечного ритма сравнивали с нормативными данными из литературы [3, 7]. Большинство антропометрических данных и

основные показатели ФПГ не соответствовали нормальному распределению, за исключением ЧСС и систолического АД. В литературе рекомендовано при объеме выборки  $n < 30$  всегда считать распределение, как отличающееся от нормального [8]. Поэтому для описательной части и анализа всех показателей были применены непараметрические статистические методы (медиана, квартили, критерий Вилкоксона для сравнения зависимых переменных) в программе Statistica 10,0.

### Результаты и обсуждения

В группе студентов физикальное обследование не выявило отклонений от нормы АД, ЧСС, индекса массы тела (табл. 1).

Таблица 1

Показатели физикального обследования в группе студентов.

Table 1

Physical examination indicators in a group of students.

| Показатели                                   | Медиана, квартили |
|--|-------------------|
| Средний индекс массы тела, кг/м <sup>2</sup> | 21,6 [19,4-23,7]  |
| Средняя ЧСС, уд/мин                          | 75,1 [68,6-82,6]  |
| Среднее систолическое АД, мм рт. ст.         | 111,1 [110-120]   |
| Среднее диастолическое АД, мм рт.ст.         | 70,6 [61,3-78,8]  |
| Стаж курения ЭС, лет                         | 2,6 [2,1-3]       |

При визуальной оценке контура ПВ практически у всех студентов наблюдали подъем высоты инцизуры более, чем на 2/3 АПВ (рис. 1). При сравнении с рассчитанными нормативными значениями, было выявлено статистически значимое

повышение высоты инцизуры в группе студентов (критерий Вилкоксона,  $p < 0,01$ ). Медиана ИЖ в обследуемой группе находилась на уровне верхней границы нормативных значений, а индекс от-

ражения – превышал нормативные значения (табл. 2).

Групповые показатели вариабельности сердечного ритма не выходили за пределы от нормативных значений (табл. 2). Было выявлено выраженное повышение медианы ИО до 86% по сравнению

с нормативными значениями (40-70%), а также высоты инцизур по сравнению с расчетными нормативными значениями (критерий Вилкоксона,  $p<0,01$ ). Индекс отражения показывает состояние тонуса сосудов мышечного типа и не зависит от возраста или пола [3].

Таблица 2

Показатели фотоплетизмографии и вариабельности сердечного ритма в группе студентов.

Table 2

Photoplethysmography and heart rate variability indices in a group of students.

| Методы | Показатели           | Фоновая запись    | Норма**          |
|--------|----------------------|-------------------|------------------|
| ФПГ    | ИО, %                | 86 [76-90]        | 40 – 70          |
|        | ИЖ, м/с              | 7 [7-11]          | 7 - 9            |
|        | АПВ                  | 0,59 [0,57-0,69]  | -                |
|        | АДВ                  | *0,50 [0,47-0,53] | 0,29 [0,28-0,34] |
|        | Высота инцизур       | *0,49 [0,46-0,53] | 0,39 [0,38-0,46] |
| ВРС    | LF/HF                | 0,8 [0,6-1,3]     | 0,5 – 2,0        |
|        | Стресс-индекс        | 115 [73-146]      | 50 - 200         |
|        | Индекс централизации | 2,2 [1,7-2,7]     | 1,3 – 2,5        |

Примечание: \* – показатели, превышающие нормативные значения (расчетная индивидуальная формула: АДВ в норме составляет 1/2 АПВ; высота инцизур в норме составляет 2/3 АПВ; \*\* – нормативные показатели по данным литературы ФПГ [3, 7], вариабельности сердечного ритма [1, 2, 4, 5, 6].

Note: \* – indicators exceeding the standard values (calculated individual formula: APV is normally 1/2 APV; incisura height is normally 2/3 APV; \*\* – standard indicators according to literature data on PPG [3, 7], heart rate variability [1, 2, 4, 5, 6].

Сосудистый тонус резистивных артерий обеспечивает адекватное изменение диаметра просвета сосудов потребностям организма посредством сокращения гладкомышечных клеток, он лежит в основе периферического сосудистого сопротивления. Известны два основных механизма регуляции сосудистого тонуса: центральный (нейрогенный) и периферический. Центральную регуляцию обеспечивает вегетативная нервная система. По данным нашего исследования в группе обследованных студентов не было выявлено преобладающей активации симпатической нервной системы (Табл. 2). Таким образом, можно предполагать, что повышение ИО было преимущественно связано с периферическим механизмом повышения сосудистого тонуса. Известно, что базальный тонус регулируется за счет воздействия вазоактивных тканевых метаболитов, эндотелиальных факторов, биологически активных веществ и гормонов. Выделяют метаболическую регуляцию сосудистого тонуса, связанную с накоплением вазоактивных метаболитов (таких как ионы  $H^+$ ,  $CO_2$ , молочная кислота и др.) и эндотелиальную. Эндотелиальная регуляция сосудистого тонуса осуществляется посредством поддержания определенного баланса между биологически активными веществами с вазоконстрикторными и вазодилатирующими свойствами. Из литературы известно, что ЭС повышают активность симпатической нервной системы, создают более высокий уровень окислительного

стресса и воспаления, повышают жесткость стенок сосудов и нарушают вазодилатацию [9, 11], что противоречит представлению о безопасности ЭС. Преобладали изменения тонуса резистивных артерий мышечного типа, что можно связать с другими механизмами, такими как повышение системного окислительного стресса, развитие воспаления и эндотелиальной дисфункции, вследствие чего была выявлена ангиодистония по гипертоническому типу у подавляющего большинства обследованных. Тем не менее, в 30% случаев наблюдали повышение ИЖ выше 9 м/с (у лиц, куривших ЭС более 3-х лет), что свидетельствовало о поражении артерий эластического типа. Выявленные изменения могут свидетельствовать о ранних проявлениях ангиодистонии у молодых людей, приверженных курению ЭС, что является одним из факторов риска развития артериальной гипертензии. Предположительно, механизм выявленных изменений связан с нарушением периферической регуляции сосудистого тонуса.

Несмотря на то, что групповые показатели вариабельности сердечного ритма не выходили за пределы нормы в нашем исследовании, в 30% случаев было выявлено повышение стресс-индекса выше нормы, и в 20% случаев – индекса централизации. В литературе была выдвинута гипотеза о хронической симпатической активации при курении ЭС аналогично курению табака [12]. Симпатикотонию также может вызывать вдыхание мел-

кодисперсных твердых частиц размером до 2,5 мкм (ТЧ2,5), которые в большом количестве были выявлены в паре ЭС [10]. Полученные нами данные свидетельствует о вовлечении центрального регуляторного контура в регуляцию сердечного ритма в небольшом проценте случаев, что, возможно связано с небольшим стажем курения в целом в группе обследованных и требует дальнейшего изучения воздействия ЭС на сердечно-сосудистую систему.

## Выводы

У студентов с небольшим стажем курения электронных сигарет (1-3 года) в подавляющем большинстве были выявлены признаки повышения тонуса мелких резистивных сосудов. Выявленные изменения в основном обусловлены периферическим, а не центральным механизмом регуляции, то есть нарушением метаболической и эндотелиальной регуляции тонуса сосудов. Полученные результаты требуют дальнейшего изучения нарушений периферического и центрального механизмов регуляции тонуса сосудов при регулярном употреблении вейпов.

## Список источников

1. Баевский Р.М., Иванов Г.Г. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем: методические рекомендации // Вестник аритмологии. 2001. № 24. С. 65 – 86.
2. Брынцева Е.В., Зимова К.П. Определение индекса централизации как донозологический показатель нарушения работы вегетативной системы юных спортсменов // Профилактическая медицина – 2017: сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Санкт-Петербург, 06-07 декабря 2017 года. Том Часть 1. 2017. С. 117 – 121.
3. Власова С.П., Ильченко М.Ю., Казакова Е.Б., Дисфункция эндотелия и артериальная гипертензия. Самара: ООО «Офорт», 2010. 192 с.
4. Михайлов В.М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения метода. Иваново: Иван. гос. мед. Академия, 2002. 290с.
5. Корягина Ю.В., Нопин С.В., Тер-Акопов Г.Н. Применение современных систем экспресс-диагностики для выявления факторов, лимитирующих функциональное состояние высококвалифицированных спортсменов // Современные вопросы биомедицины. 2019. № 3 (2). С. 53 – 74.
6. Сарыг С.К. Вариабельность ритма сердца у студентов Тувинского государственного университета: монография. Кызыл: Издательство Тувинский государственный университет, 2020. 140 с.
7. Семенистая Е.С. Диагностические показатели контура пульсовой кривой // Известия ЮФУ. Технические науки. 2008. № 2 (79). С. 111 – 116.
8. Субботина А.В., Гржибовский А.М. Описательная статистика и проверка нормальности распределения количественных данных // Экология человека. 2014. № 2. С. 51 – 57.
9. Arastoo S, Haptonstall K.P, Choroomi Y. и др., Acute and chronic sympathomimetic effects of e-cigarette and tobacco cigarette smoking: role of nicotine and non-nicotine constituents // The American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology. 2020. № 319 (2). P. 262 – 270. doi: 10.1152/ajpheart.00192.2020
10. Charlton P.H., Bonnici T., Tarassenko L. и др. An assessment of algorithms to estimate respiratory rate from the electrocardiogram and photoplethysmogram // Physiological Measurement. 2016. № 37 (4). P. 610 – 626. doi: 10.1088/0967-3334/37/4/610
11. Moheimani R.S., Bhetraratana M., Yin F. Increased Cardiac Sympathetic Activity and Oxidative Stress in Habitual Electronic Cigarette Users: Implications for Cardiovascular Risk // JAMA Cardiology. 2017. № 2 (3). P. 278 – 284. doi: 10.1001/jamacardio.2016.5303
12. Zhao D., Aravindakshan A., Hilpert M. Metal/Metalloid Levels in Electronic Cigarette Liquids, Aerosols, and Human Biosamples // A Systematic Review. Environ Health Perspect. 2020. № 128 (3). P. 036001. doi: 10.1289/EHP5686

## References

1. Baevsky R.M., Ivanov G.G. Analysis of heart rate variability using various electrocardiographic systems: guidelines. Bulletin of Arrhythmology. 2001. No. 24. P. 65 – 86.
2. Bryntseva E.V., Zimova K.P. Definition of the centralization index as a pre-clinical indicator of autonomic dysfunction in young athletes. Preventive Medicine – 2017: collection of scientific papers of the All-Russian scientific and practical conference with international participation, St. Petersburg, December 6-7, 2017. Volume Part 1. 2017. P. 117 – 121.

3. Vlasova S.P., Ilchenko M.Yu., Kazakova E.B., Endothelial dysfunction and arterial hypertension. Samara: OOO "Ofort", 2010. 192 p.
4. Mikhailov V.M. Heart rate variability: experience of practical application of the method. Ivanovo: Ivan. state medical Academy, 2002. 290 p.
5. Koryagina Yu.V., Nopin S.V., Ter-Akopov G.N. Application of modern express diagnostic systems to identify factors limiting the functional state of highly qualified athletes. Modern issues of biomedicine. 2019. No. 3 (2). P. 53 – 74.
6. Saryg S.K. Heart rate variability in students of Tuva State University: monograph. Kyzyl: Tuva State University Publishing House, 2020. 140 p.
7. Semenistaya E.S. Diagnostic indicators of the pulse curve contour. Bulletin of SFedU. Technical sciences. 2008. No. 2 (79). P. 111 – 116.
8. Subbotina A.V., Grzhibovsky A.M. Descriptive statistics and testing the normality of distribution of quantitative data. Human ecology. 2014. No. 2. P. 51 – 57.
9. Arastoo S, Haptonstall K.P, Choroomi Y. et al., Acute and chronic sympathomimetic effects of e-cigarette and tobacco cigarette smoking: role of nicotine and non-nicotine constituents. The American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology. 2020. No. 319 (2). P. 262 – 270. doi: 10.1152/ajpheart.00192.2020
10. Charlton P.H., Bonnici T., Tarassenko L. et al. An assessment of algorithms to estimate respiratory rate from the electrocardiogram and photoplethysmogram. Physiological Measurement. 2016. No. 37 (4). P. 610 – 626. doi: 10.1088/0967-3334/37/4/610
11. Moheimani R.S., Bhetraratana M., Yin F. Increased Cardiac Sympathetic Activity and Oxidative Stress in Habitual Electronic Cigarette Users: Implications for Cardiovascular Risk. JAMA Cardiology. 2017. No. 2 (3). P. 278 – 284. doi: 10.1001/jamacardio.2016.5303
12. Zhao D., Aravindakshan A., Hilpert M. Metal/Metalloid Levels in Electronic Cigarette Liquids, Aerosols, and Human Biosamples. A Systematic Review. Environ Health Perspective. 2020. No. 128 (3). P. 036001. doi: 10.1289/EHP5686

### Информация об авторах

**Емельянова А.С.**, ассистент кафедры патологии и судебной медицины, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6069-5922>, Санкт-Петербургский медико-социальный институт, 195271, г. Санкт-Петербург, Кондратьевский проспект, д. 72, лит. А, muse152@mail.ru

**Гурская О.Е.**, доктор медицинских наук, профессор, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6804-4670>, Санкт-Петербургский медико-социальный институт, 195271, г. Санкт-Петербург, Кондратьевский проспект, д. 72, лит. А, Gurskaya\_olesya@mail.ru

**Бехтерева И.А.**, доктор медицинских наук, доцент, заведующая кафедрой Патологии и судебной медицины, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5206-3367>, Санкт-Петербургский медико-социальный институт, 195271, г. Санкт-Петербург, Кондратьевский проспект, д. 72, лит. А, biapatan@yahoo.com

© Емельянова А.С., Гурская О.Е., Бехтерева И.А., 2025