

УДК 611:613.644
DOI: 10.26456/vtbio303

ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА И ГЕМОДИНАМИКИ СТУДЕНТОВ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ШУМА ГОРОДА

О.С. Индейкина¹, Д.Е. Елистратов²

¹Чувашский государственный педагогический университет
им. И.Я. Яковлева, Чебоксары

²Казанский государственный аграрный университет, Казань

Данная работа посвящена анализу изменений показателей кардиоинтервалографии, показателей временной и частотной области вариабельности сердечного ритма и показателей гемодинамики студентов под влиянием шума города. При этом учитывался уровень чувствительности исследуемых студентов к шуму, оцененный по адаптированной и апробированной нами ранее шкале чувствительности к шуму N.D. Weinstein, уровень эмоциональной реакции исследуемых студентов с использованием гедонической шкалы лиц, возникшей при прослушивании шума города. Запись шума города прослушивалась студентами через наушники в условиях лаборатории. Интенсивность шума города соответствовала СанПиН и равнялась 60 дБА. Запись RR интервалов и показателей гемодинамики велась в соответствии с рекомендациями, разработанными Европейской Ассоциацией Кардиологии. Показатели фиксировались дважды: до и во время прослушивания шума города. Установлено, что влияние шума города приводит к снижению активности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, о чем свидетельствует достоверное изменение показателей частоты сердечных сокращений, диастолического артериального давления, стандартного отклонения продолжительности NN интервалов (SDNN), отношения числа NN-интервалов, отличающихся от соседних более чем на 50 мс к общему числу NN-интервалов (pNN50), вариационного размаха.

Ключевые слова: шум города, вариабельность сердечного ритма, гемодинамика.

Введение. В современном мире все большую значимость для здоровья человека приобретает воздействие разнообразных по своей природе, интенсивности и специфическим параметрам сенсорных стимулов. В научной литературе большое внимание уделено изучению влияния классической, джазовой, релаксирующей/расслабляющей музыки, рок-музыки, звуков природы, шума от железнодорожного транспорта, шум от автотранспорта, шум от авиатранспорта, звуков

© Индейкина О.С., Елистратов Д.Е.,

угрожающего характера и так далее на организм человека (Индейкина, Димитриев, 2011; Индейкина, 2013; Alvarsson et al, 2010; Croy et al., 2013).

По мере развития современных средств коммуникации и переселения людей в города, большую значимость приобретает оценка и прогнозирование негативных изменений функционального состояния, нарушения процессов развития и риска заболеваний, обусловленных воздействием сенсорных стимулов различной природы. Среди наиболее значимых физических факторов городской среды важнейшее место занимают звуки разнообразной природы – транспортный шум, фоновая музыка, шум толпы и т.д.

Изучение эффектов, возникающих в результате сенсорного воздействия, в современной физиологии человека проводится с применением широкого спектра методов физиологического исследования. Одним из наиболее актуальных направлений в этой области является оценка воздействия звуков на вегетативную нервную систему. Среди методов изучения функционального состояния вегетативной нервной системы особое место занимает оценка вариабельности сердечного ритма на основе кратковременных (пяти минутных) записей интервалов RR с последующим вычислением математических показателей, отражающих различные вегетативные и гуморальные влияния на пейсмекерные клетки синусового узла, а также являющиеся индикаторами и предикторами негативных изменений, как первичного так и вторичного характера, в функционировании сердечно-сосудистой системы. К тому же эта методика сочетает в себе высокую информативность, хорошую воспроизводимость результатов и возможность осуществления фильтрации эктопических комплексов и артефактов.

В настоящее время в научной литературе недостаточно освещены изменения вариабельности сердечного ритма (BCP) и гемодинамики, возникающие при звуковом сенсорном воздействии, что делает актуальной выбранную тему данной работы.

Методика. Работа выполнена на базе лаборатории физиологии и морфологии человека и животных.

Проведена экспериментально-опытная работа с привлечением 35 практически здоровых студентов.

Исследование состояло из 3 этапов. На первом этапе мы изучили уровень чувствительности исследуемых студентов к шуму по адаптированной и апробированной нами ранее шкале чувствительности к шуму N. D. Weinstein.

На втором этапе эксперимента нами была изучена эмоциональная реакция студентов на шум города с использованием гедонической шкалы лиц (с разными эмоциями), а также испытуемым

было предложено описать словами свои эмоции, возникающие при прослушивании через наушники записанного шума города.

Третий этап исследования заключался в изучении показателей кардиоинтервалографии, показателей частотной и временной области variability сердечного ритма и показателей гемодинамики до и во время прослушивания шума города. Для записи параметров variability сердечного ритма и кардиоинтервалографии был использован аппарат фирмы «Нейрософт» «Поли-спектр-8Е». Запись RR интервалов и показателей гемодинамики велась в соответствии с рекомендациями, разработанными Европейской Ассоциацией Кардиологии (Березный и др., 2005.; Camm et al., 1996).

В ходе работы анализировались следующие показатели: показатели гемодинамики (артериальное давление – систолическое и диастолическое (САД и ДАД, соответственно), частота сердечных сокращений (ЧСС); показатели кардиоинтервалографии: мода (Mo), амплитуда моды (AMo), вариационный размах (BP), вегетативный показатель ритма (ВПР), стресс-индекс (СИ), индекс вегетативного равновесия (ИВР), показатель адекватности процессов регуляции (ПАПР); показатели временной области ВСР: отношение числа NN-интервалов, отличающихся от соседних более чем на 50 мс к общему числу NN-интервалов (pNN50), стандартное отклонение всех NN интервалов (SDNN), среднее значение квадратного корня из суммы квадратов разности величин последовательных пар NN-интервалов (RMSSD); показатели частотной области ВСР: общая мощность (TF), мощность спектра низкочастотного компонента ВСР (LF), мощность спектра высокочастотного компонента ВСР (HF), мощность очень низкочастотного компонента ВСР (VLF), индекс вегетативного баланса (LF/HF) (Индейкина, 2015).

Запись шума города подавалась через наушники фирмы «Sony» (MDR-XD200) с портативного CD-проигрывателя фирмы «Panasonic» (SL-CT820). Интенсивность шума города соответствовала СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96 и равнялась 60 дБА.

Полученные данные были подвержены статистической обработке с помощью программы «Statistica 7.0 for Windows» с использованием критерия знаков (Z) и критерия Колмогорова-Смирнова (D).

Результаты и обсуждение. Изучение уровня чувствительности к шуму по шкале N.D. Weinstein показало, что среднее значение данного показателя составило $75,06 \pm 2,33$ балла. Высокий уровень чувствительности к шуму был отмечен у 65,7% (23 человек) испытуемых, средний уровень чувствительности к шуму выявлен у 28,6% (10 человек) испытуемых и низкий уровень чувствительности к шуму выявлен у 5,7% (2 человек) испытуемых.

Изучение эмоциональной реакции испытуемых студентов на прослушивание шума города показало, среднее значение данного показателя составило $2,52 \pm 0,35$ балла. При этом у 71,4% (25 человек) студентов шум города вызвал умеренно негативные эмоции и у 28,6% (10 человек) испытуемых студентов вызвал нейтральные эмоции.

Также студентами были словами описаны их эмоции, возникающие при прослушивании шума города. Итак, у 30,3% (11 человек) студентов шум города вызвал раздражение, у 24,2% (8 человек) – беспокойство, у 12,1% (4 человек) студентов хотели спать, 18,2% (6 человек) студентов испытывали подавленность, а 15,2% (5 человек) – утомление.

Таким образом, во втором и третьем этапах эксперимента принимали участие студенты, имеющие высокий уровень чувствительности к шуму и умеренно негативную эмоциональную реакцию на воздействие шума городской среды. Таким образом, 23 студента продолжили дальнейшее исследование.

Изучение систолического артериального давления у студентов до прослушивания шума города (в покое) свидетельствует о том, что среднее значение составило $105,12 \pm 1,03$ мм. рт. ст. Проверка значений систолического артериального давления на нормальность показала нормальное распределение ($d=0,12$; $p>0,20$) значений данного показателя. При прослушивании шума городской среды среднее значение систолического артериального давления составило $108,62 \pm 1,99$ мм. рт. ст. Проверка значений систолического артериального давления на нормальность показала нормальное ($d=0,17$; $p>0,20$) распределение данного показателя после прослушивания шума города. Однако изменение средних значений САД до и во время воздействия шума города было статистически не достоверным ($z=0,31$; $p>0,05$).

Среднее значение диастолического артериального давления до прослушивания шума города равнялось $67,84 \pm 1,74$ мм. рт. ст. Проверка значений диастолического артериального давления на нормальность показала нормальное ($d=0,07$; $p>0,20$) распределение данного показателя до прослушивания шума города. Прослушивание шума города вызвало достоверное повышение ДАД ($z=2,24$; $p<0,05$) до $72,17 \pm 1,04$ мм. рт. ст. (рис. 1). Проверка значений диастолического артериального давления на нормальность показала нормальное ($d=0,07$; $p>0,20$) распределение данного показателя после прослушивания шума города. Данное повышение диастолического артериального давления свидетельствует о повышении симпатического тонуса указывает вегетативной нервной системы (ВНС) и об повышении относительного тонуса гладких мышц артериальных сосудов.

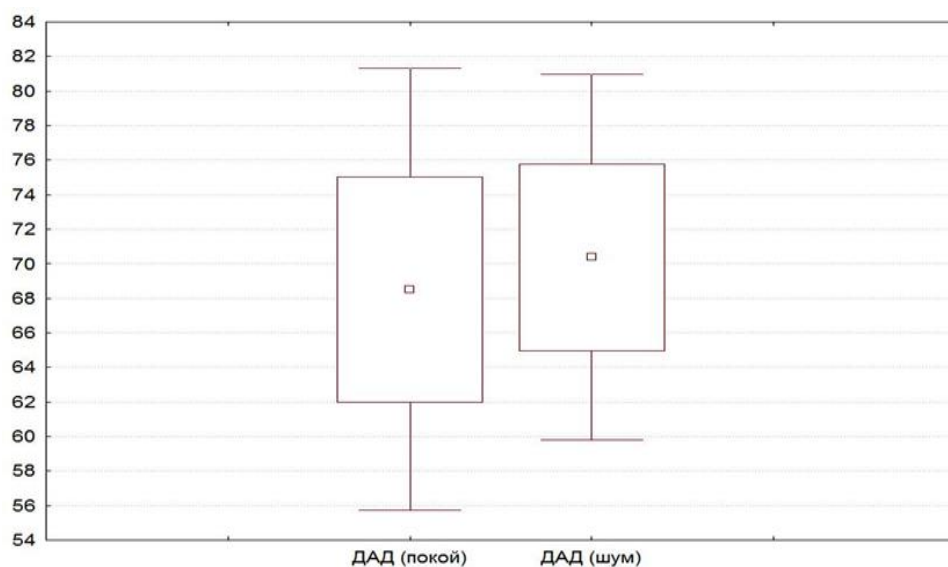


Рис. 1. Средние значения ДАД в покое и при прослушивании шума города

До прослушивания данного стимула среднее значение ЧСС у испытуемых студентов равнялось $71,07 \pm 1,85$ уд./мин. При этом распределение значений ЧСС на нормальность показало, что данное распределение соответствует нормальному ($d=0,11$; $p>0,20$). При прослушивании шума города среднее значение ЧСС повысилось до $75,47 \pm 1,05$ уд./мин. (95% Д.И.: 70,58–80,63; минимальное значение – 57 уд./мин.; максимальное значение – 96 уд./мин.). При этом распределение значений ЧСС на нормальность по Колмогорову-Смирнову соответствует нормальному ($d=0,11$; $p>0,20$). Сравнив средние значения ЧСС до и во время прослушивания шума города выявлено достоверное увеличение ЧСС ($z=3,29$; $p<0,01$) во время прослушивания шума города. Увеличение частоты сердечных сокращений указывает на преобладание активности симпатического отдела вегетативной нервной системы.

В ходе анализа данных SDNN до прослушивания шума города было выявлено, что среднее значение данного показателя составило $67,01 \pm 4,28$ мс. Прослушивание шума города привело к снижению среднего значения SDNN до $61,57 \pm 5,21$ мс. Однако данное снижение значений SDNN было статистически значимым: $z=0,86$, $p<0,05$. Проверка полученных данных на нормальность свидетельствует о нормальном распределении как до, так и во время прослушивания шума города ($d=0,10$; $p>0,20$; $d=0,11$; $p>0,20$, соответственно). Снижение SDNN приводит к усилению активности симпатической

части вегетативной нервной системы.

Изучение данных RMSSD до прослушивания шума города свидетельствует о том, что его среднее значение равнялось $56,14 \pm 4,33$ мс. При прослушивании шума города среднее значение данного показателя снизилось до $54,04 \pm 4,37$ мс. Однако снижение значений RMSSD в период воздействия шума было статистически недостоверным ($z=0,94$; $p>0,05$). Проверка полученных данных на нормальность свидетельствует о нормальном распределении как до, так и во время прослушивания шума города ($d=0,11$; $p>0,20$; $d=0,13$; $p>0,20$, соответственно).

При изучении значения параметра pNN50 в период покоя было получено: среднее значение изучаемого показателя равнялось $32,15 \pm 3,54$ %. В период прослушивания шума города нами было отмечено статистически достоверное снижение среднего значения pNN50 до $27,67 \pm 3,14$ % ($z=2,04$; $p<0,05$) (рис. 2). Проверка полученных данных на нормальность соответствует нормальному и до, и во время прослушивания шума города ($d=0,13$; $p>0,20$; $d=0,17$; $p>0,20$, соответственно). Снижение значений pNN50 свидетельствует о снижении активности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы.

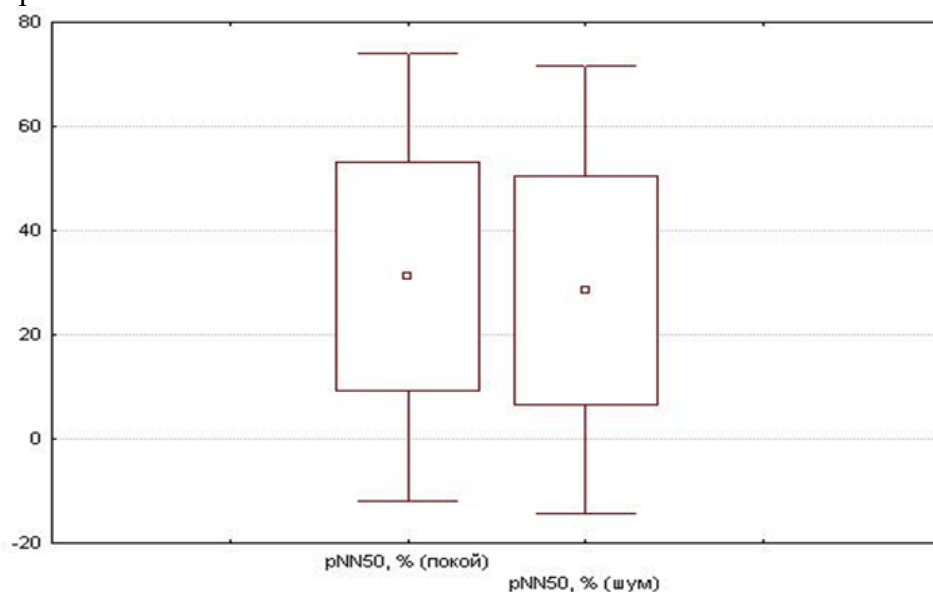


Рис. 2. Средние значения pNN50 в покое и при прослушивании шума города

До прослушивания шума города среднее значение VLF составило $1897,59 \pm 543,24$ мс². Анализ результатов VLF во время

прослушивания шума свидетельствует о недостоверном снижении данного показателя ($z=0,49$; $p>0,05$) до $1627,19\pm 519,44$ мс². Проверка полученных данных на нормальность соответствует нормальному и до, и во время прослушивания шума города ($d=0,12$; $p>0,20$; $d=0,14$; $p>0,20$, соответственно).

Проанализировав данные показателя LF до прослушивания шума города, получили следующие результаты: среднее значение LF составило $1583,17\pm 353,59$ мс². При прослушивании шума города снижение среднего значения LF до $1496,18\pm 375,19$ мс². Причем снижение среднего значения LF от исходного уровня было статистически недостоверным ($z=-0,00$; $p>0,05$). Проверка полученных данных на нормальность соответствует нормальному и до, и во время прослушивания шума города ($d=0,10$; $p>0,20$; $d=0,13$; $p>0,20$, соответственно).

Воздействие шума городской среды привело к статистически недостоверному ($z=0,54$; $p>0,05$) снижению среднего значения HF с $2098,16\pm 453,27$ мс² до $1778,49\pm 321,09$ мс². При этом проверка полученных средних значений HF на нормальность по Колмогорову-Смирнову показала, что до прослушивания шума города распределение значений HF не соответствовало нормальному ($d=0,22$; $p<0,20$), в то время как при прослушивании шума города распределение значений данного показателя соответствует нормальному ($d=0,18$; $p>0,20$).

Было показано, что среднее значение индекса вегетативного баланса (LF/HF) в состоянии покоя составляло $0,85\pm 0,20$. Прослушивание записи с шумом города вызвало статистически недостоверное ($z=0,91$; $p>0,05$) повышение среднего значения LF/HF до $0,93\pm 0,84$. При этом распределение значений отношения LF/HF на нормальность показала, что данное распределение соответствует нормальному и до прослушивания шума ($d=0,10$; $p>0,20$) и при прослушивании шума города ($d=0,11$; $p>0,20$).

В ходе анализа полученных данных нами были вычислены данные показателя Mo (его среднее значение у испытуемых студентов до прослушивания шума города составило $0,84\pm 0,13$ с). Во время прослушивания записи шума города произошло статистически недостоверное снижение ($z=0,22$; $p>0,05$) среднего значения Mo до $0,79\pm 0,14$ с. Проверка значений Mo на нормальность свидетельствует о нормальном распределении значений этого показателя в период покоя ($d=0,17$; $p>0,20$) и во время прослушивания шума города ($d=0,20$; $p>0,20$).

Анализ данных показателя AMo до прослушивания шума города свидетельствует о том, что среднее значение AMo составило $30,29\pm 2,34$ %. Во время прослушивания шума города среднее значение

АМо составило $33,82 \pm 2,03$ %. Изменение данного показателя было статистически недостоверным ($z=0,25$; $p>0,05$). Проверка полученных данных на нормальность показала, что данное распределение данных соответствует нормальному как в состоянии покоя ($d=0,09$; $p>0,20$), так и в период воздействия шума ($d=0,1$ $p>0,20$).

В ходе эксперимента были рассчитаны индивидуальные значения показателя ВР (вариационного размаха). До прослушивания шума города среднее ВР равнялось $0,37 \pm 0,59$ с (95% Д.И.: $0,32-0,45$; минимальное значение – $0,20$ с; максимальное значение – $0,71$ с). Прослушивание шума города студентами повышению данного показателя вызвало небольшое снижение среднего значения показателя ВР до $0,35 \pm 0,14$ с (95% Д.И.: $0,33-0,45$; минимальное значение – $0,18$ с; максимальное значение – $0,68$ с). Данное повышение было статистически достоверным ($z=2,19$; $p<0,05$), что свидетельствует о снижении парасимпатического влияния на ритм сердца. Проверка значений ВР на нормальность свидетельствует о нормальном распределении значений этого показателя до периода воздействия ($d=0,10$; $p>0,20$) и в период воздействия шумом ($d=0,08$; $p>0,20$).

Анализ распределения значений ИВР до прослушивания шума города свидетельствует о том, что среднее значение индекса вегетативного равновесия в данный период равнялось $102,01 \pm 15,14$ усл. ед. Прослушивание шума города вызвало статистически недостоверное ($z=0,70$ $p>0,05$) увеличение среднего значения ИВР до $104,08 \pm 12,71$ усл. ед. Проверка значений ИВР на нормальность по Колмогорову-Смирнову свидетельствует о нормальном распределении и до ($d=0,19$; $p>0,20$) и во время прослушивания шума города ($d=0,19$; $p>0,20$).

До прослушивания шума города среднее значение показателя адекватности процессов регуляции равнялось (ПАПР) составило $41,18 \pm 2,99$ усл. ед. Шум города вызвал увеличение среднего значения данного показателя до $44,45 \pm 3,42$ усл. ед. Однако данное увеличение было статистически незначимым ($z=0,54$; $p>0,05$). Проверка значений ПАПР на нормальность свидетельствует о нормальном распределении его значений до ($d=0,11$; $p>0,20$) во время прослушивания шума города ($d=0,11$; $p>0,20$).

Вычисленные в ходе экспериментально исследования данные значений ВПР свидетельствуют о недостоверном ($z=0,62$; $p>0,05$) уменьшении среднее значение данного показателя с $4,72 \pm 0,51$ усл. ед. до прослушивания шума города до $3,85 \pm 0,67$ усл. ед. во время прослушивания шума города. Вычисление значения критерия Колмогорова-Смирнова свидетельствует о нормальном распределении данного показателя как до ($d=0,17$; $p>0,20$), так и во время

прослушивания шума города ($d=0,16$; $p>0,20$).

Среднее значение СИ (стресс-индекса), вычисленное до прослушивания шума города, составило $65,62\pm 8,14$ усл. ед. При прослушивании шума города среднее значение СИ составило $65,02\pm 4,37$ усл. ед. Снижение среднего значения стресс-индекса оказалось статистически недостоверным ($z=2,26$; $p>0,05$). Проверка полученных данных на нормальность показывает, что до прослушивания шума города распределение значений стресс-индекса не соответствует нормальному ($d=0,22$; $p<0,10$), но в тоже время соответствует нормальному при прослушивании шума города ($d=0,18$; $p>0,20$).

Заключение. Прослушивание шума города привело к снижению активности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, о чем свидетельствует достоверное изменение показателей частоты сердечных сокращений, диастолического артериального давления, а также к снижению общей вариабельности сердечного ритма, о чем свидетельствует достоверное изменение показателей вариабельности сердечного ритма – стандартного отклонения продолжительности NN интервалов (SDNN), отношения числа NN-интервалов, отличающихся от соседних более чем на 50 мс к общему числу NN-интервалов (pNN50), вариационного размаха.

Список литературы

- Березный Е.А., Рубин А.М., Утехина Г.А.* 2005. Практическая кардиоритмография. СПб. 140 с.
- Индейкина О.С., Димитриев Д.А.* 2011. Изучение влияния релаксирующих звуковых стимулов на показатели вариабельности сердечного ритма // Вариабельность сердечного ритма: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Чебоксары: Чуваш. гос. пед. ун-т С. 67-70.
- Индейкина О.С.* 2013. Вегетативные изменения в ответ на музыкальный стимул угрожающего характера // Вестник ЧГПУ им. И. Я. Яковлева. № 2 (78). С. 59-63.
- Индейкина, О. С.* 2015. Воздействие транспортного шума на функционирование кардиореспираторной системы студентов // Приоритеты мировой науки: эксперимент и научная дискуссия: Материалы 8 международной научной конференции, Северный Чарльстон, Южная Каролина, США, 17–18 июня 2015 года / Научно-издательский центр «Открытие». Северный Чарльстон, Южная Каролина, США: CreateSpace, С. 22-27.
- Alvarsson J.J., Wiens S., Nilsson M.E.* 2010. Stress recovery during exposure to nature sound and environmental noise // Int. J. Environ. Res. Public Health. V. 7. № 3. P. 1036-1046.

- Camm A.J., Malik M., Bigger J.T.* 1996. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use // *Circulation*. V. 93. P. 1043-1065.
- Croy I., Smith M.G., Waye K.P.* 2013. Effects of train noise and vibration on human heart rate during sleep: an experimental study // *BMJ Open*. V. 3. № 5. doi: pii:e002655. 10.1136/bmjopen-2013-002655.

CHANGES IN HEART RATE VARIABILITY AND HEMODYNAMICS OF STUDENTS EXPOSED TO URBAN NOISE

O.S. Indeykina¹, D.E. Elistratov²

¹Chuvash I. Yakovlev State Pedagogical University, Cheboksary

²Kazan state agricultural university, Kazan

Here we analyze changes in cardiointervalography parameters, indicators of the time and frequency domain of heart rate variability and hemodynamic parameters of students exposed to urban noise. We took into account both: the level of sensitivity of students to noise assessed by the N. D. Weinstein noise sensitivity scale adapted and tested earlier, the level of emotional reaction of the studied students using the hedonic scale of faces that arose when listening to the noise of the city. Students with a high level of sensitivity to noise and a moderately negative emotional reaction to the impact of urban noise took part in the experimental work. The recording of the noise of the city was listened to by students through headphones in a laboratory. The noise intensity of the city corresponded to SanPiN and was equal to 60 dBA. Recording of RR intervals and hemodynamic parameters was carried out in accordance with the recommendations developed by the European Association of Cardiology. The indicators were recorded twice: before and during listening to the noise of the city. It has been established that the influence of city noise leads to a decrease in the activity of the parasympathetic division of the autonomic nervous system, as evidenced by a significant change in heart rate, diastolic blood pressure, standard deviation of the duration of NN intervals (SDNN), the ratio of the number of NN intervals that differ from neighboring ones by more than by 50 ms to the total number of NN-intervals (pNN50), variation range.

Keywords: *urban noise, hemodynamics, heart rate variability.*

Об авторах:

ИНДЕЙКИНА Ольга Сергеевна – кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры биологии и основ медицинских знаний, ФГБОУ ВО «Чувашский государственный педагогический университет им И.Я. Яковлева», 428000, Чувашская Республика, Чебоксары, ул. К. Маркса, д. 38, e-mail: rektorat@chgpu.edu.ru.

ЕЛИСТРАТОВ Дмитрий Евгеньевич – кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры физического воспитания, ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», 420015, Казань, ул. К. Маркса, д. 65, e-mail: info@kazgau.com.

Индейкина О.С. Изменения показателей variability сердечного ритма и гемодинамики при воздействии шума города / О.С. Индейкина, Д.Е. Елистратов // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2023. № 2(70). С. 15-25.

Дата поступления рукописи в редакцию: 19.08.22
Дата подписания рукописи в печать: 03.06.23