

# ОСОБЕННОСТИ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ У ЛИЦ ПОЖИЛОГО И СТАРЧЕСКОГО ВОЗРАСТА НА ФОНЕ ХРОНИЧЕСКОГО ВЕРТЕБРОГЕННОГО БОЛЕВОГО СИНДРОМА

FEATURES OF AUTONOMIC REGULATION OF THE CIRCULATORY SYSTEM IN ELDERLY AND SENILE PATIENTS WITH CHRONIC VERTEBROGENIC PAIN SYNDROME

Иванова А.А. Иванова А.А.  
Кузьминова Е.Е. Kuzminova E.E.

ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна»  
Минздрава России,  
г. Новосибирск, Россия

Novosibirsk Research Institute  
of Traumatology and Orthopedics n.a. Ya.L. Tsivyan,  
Novosibirsk, Russia

Частота встречаемости хронического болевого синдрома у лиц пожилого и старческого возраста может достигать 83,9 %, при этом дегенеративное поражение позвоночника — одна из наиболее частых причин хронической боли. Характерной чертой людей пожилого и старческого возраста является наличие разнообразной соматической патологии. Значимое влияние на адаптацию функции миокарда и гемодинамику оказывает состояние вегетативной нервной системы, для оценки которой используют анализ вариабельности сердечного ритма (ВСР).

**Цель исследования** — оценить особенности вегетативной регуляции системы кровообращения у пациентов пожилого и старческого возраста с хроническим вертеброгенным болевым синдромом перед плановым хирургическим лечением.

**Материалы и методы.** В пилотное исследование вошли 30 пациентов пожилого и старческого возраста, поступивших для планового хирургического лечения дегенеративных заболеваний позвоночника. Был оценен уровень болевого синдрома с применением визуально-аналоговой шкалы (ВАШ), в положении лежа измерялись артериальное давление (АД) и частота сердечных сокращений (ЧСС). Производились также запись ВСР 5 минут лежа, затем 5 минут стоя и повторное измерение АД и ЧСС.

**Результаты.** Интенсивность болевого синдрома у обследованных пациентов по шкале ВАШ составила 4,0 [3,0; 5,0] балла. В состоянии покоя зарегистрирован вегетативный баланс, после проведения ортостатической пробы отмечено статистически значимое увеличение значений АД и изменение показателей ВСР, отражающих тенденцию к симпатикотонии. В показателях LF/HF и SI отмечена лишь тенденция увеличения.

**Заключение.** У пациентов с хроническим болевым синдромом пожилого и старческого возраста с дегенеративными заболеваниями позвоночника в покое зарегистрирован баланс звеньев вегетативной регуляции, при ортостатической пробе отмечена тенденция к симпатикотонии. Необходимы дальнейшие исследования на большей выборке пациентов с включением в дизайн изучения препаратов, принимаемых пациентами.

**Ключевые слова:** дегенеративные заболевания позвоночника, болевой синдром, вариабельность сердечного ритма, гемодинамика

The prevalence of chronic pain syndrome in elderly and senile patients can reach 83.9 %, with degenerative spinal disease being one of the most common causes of chronic pain. A characteristic feature of the elderly is the presence of various somatic pathologies. The state of the autonomic nervous system, assessed using heart rate variability (HRV) analysis, significantly influences myocardial function adaptation and hemodynamics.

**Objective** — to evaluate the features of autonomic regulation of the circulatory system in elderly and senile patients with chronic vertebro-genic pain syndrome before elective surgery.

**Materials and methods.** The pilot study included 30 elderly and senile patients admitted for elective surgical treatment of degenerative spinal diseases. Pain was assessed using a Visual Analogue Scale (VAS). Blood pressure (BP) and heart rate (HR) were measured in the supine position, and HRV was recorded for 5 minutes while lying, followed by 5 minutes of HRV recording while standing, and then repeated BP and HR measurements.

**Results.** The intensity of pain syndrome in the examined patients according to VAS was 4.0 [3.0; 5.0] points. At rest, the autonomic balance was recorded, and after the orthostatic test, a statistically significant increase in blood pressure and a change in HRV parameters reflecting a tendency toward sympathicotonia were noted. The LF/HF ratio and SI parameters showed only an increasing trend.

**Conclusion.** In elderly and senile patients with chronic pain syndrome and degenerative spinal diseases, a balance of autonomic regulation was observed at rest, with a tendency toward sympathicotonia observed during orthostatic testing. Further studies are needed on a larger sample of patients, including the account for medications taken by the patients.

**Keywords:** degenerative diseases of the spine, pain syndrome, heart rate variability, hemodynamics

**Для цитирования:** Иванова А.А., Кузьминова Е.Е. ОСОБЕННОСТИ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ У ЛИЦ ПОЖИЛОГО И СТАРЧЕСКОГО ВОЗРАСТА НА ФОНЕ ХРОНИЧЕСКОГО ВЕРТЕБРОГЕННОГО БОЛЕВОГО СИНДРОМА //ПОЛИТРАВМА / POLYTRAUMA. 2026. № 3. С. 24-30.

**Режим доступа:** <http://poly-trauma.ru/index.php/pt/article/view/700>

**DOI:** 10.24412/1819-1495-2026-3-24-30

**Ч**астота встречаемости хронического болевого синдрома у лиц пожилого и старческого возраста колеблется от 40,0 до 60,0 % [1], по некоторым сведениям достигая 81,1–83,9% [2, 3]. Хроническая боль не только снижает качество жизни, но и ассоциирована с когнитивной дисфункцией и преждевременной смертью [4–6]. Дегенеративное поражение позвоночника является одной из наиболее частых причин хронического болевого синдрома [7]. Кроме того, для людей пожилого и старческого возраста характерно наличие разнообразной соматической патологии, в первую очередь — сердечно-сосудистых заболеваний различной стадии и степени компенсации [8].

Известно, что значимое влияние на адаптацию системы кровообращения оказывает состояние вегетативной нервной системы (ВНС), для оценки которой используют вариабельность сердечного ритма (BCP) [9–11]. Согласно имеющимся данным, дисбаланс ВНС, а именно снижение активности симпатического компонента, связан с увеличением риска развития сердечной недостаточности у пожилых людей [12].

**Цель исследования** — оценить особенности вегетативной регуляции системы кровообращения у пациентов пожилого и старческого возраста с хроническим вертеброгенным болевым синдромом перед плановым хирургическим лечением.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В пилотное исследование, выполненное с февраля по март 2026 года, вошли 30 пациентов пожилого и старческого возраста, поступивших для планового хирургического лечения дегенеративных заболеваний позвоночника в ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России. Исследование одобрено локальным этическим комитетом ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России (выписка № 002/26 из протокола 001/26 от 13.04.2026). Все пациенты подписали информированное добровольное согласие.

Критерии включения: возраст 60 лет и старше, возможность вертикализироваться, согласие на участие в исследовании, наличие хронической соматической патологии в стадии компенсации. Критерии невключения: возраст менее 60 лет, отказ от участия в

исследовании, невозможность принять вертикальное положение. Критерии исключения: отказ от продолжения исследования, ухудшение самочувствия в процессе исследования.

Пациентам предлагалось оценить уровень болевого синдрома, который они испытывали на момент исследования, с применением 10-балльной визуально-аналоговой шкалы (ВАШ). У всех обследованных длительность болевого синдрома превышала 3 месяца, что позволило классифицировать испытываемую боль как хроническую. Преобладающей локализацией дегенеративного поражения позвоночника был поясничный отдел (28 пациентов, 93 %), 2 пациентам (7 %) было запланировано хирургическое лечение остеохондроза шейного отдела позвоночника.

В положении лежа неинвазивным способом измерялись артериальное давление (АД) и частота сердечных сокращений (ЧСС). Кроме того, также в положении лежа осуществлялась запись BCP в течение 5 минут с использованием аппарата «ВНС-микро» (программное обеспечение «Поли-Спектр. NET», Нейрософт, Россия). Затем пациенты принимали вертикальное положение, и запись BCP продолжалась еще в течение 5 минут.

Оценивались следующие параметры: HR (частота сердечных сокращений, уд. в мин.), RRNN (средняя длительность интервалов R–R, мс), SDNN (стандартное отклонение величин нормальных интервалов R–R, мс), pNN50 (процент последовательных пар интервалов, различающихся более чем на 50 мс в течение всей записи, %), TP (общая мощность спектра, мс<sup>2</sup>), VLF (волны очень низкой частоты, мс<sup>2</sup>), LF (волны низкой частоты, мс<sup>2</sup>), HF (волны высокой частоты, мс<sup>2</sup>), LF/HF (соотношение симпатического и парасимпатического компонентов), Mo (мода, отражающая доминирующее состояние синусового узла, с), SI (стресс-индекс), IBP (индекс вегетативного равновесия).

По окончании обследования пациенты присаживались на кровать, после чего выполнялось повторное измерение АД и ЧСС. Отклонение от стандартной процедуры оценки гемодинамики в положении стоя было обусловлено необходимостью минимизации помех при 5-минутной регистрации BCP. Ввиду преклонного возраста исследуемых и наличия сопутствующего

болевого синдрома, пациенты нередко испытывали напряжение и утомление во время второго этапа исследования. Для предотвращения дискомфорта методика была модифицирована: регистрацию АД и ЧСС проводили немедленно после присаживания пациентов на кровать, что позволило зафиксировать показатели, максимально приближенные к ортостатическим, и избежать искажения данных.

Наиболее часто встречающимися препаратами, применяемыми для лечения сопутствующей терапевтической патологии у исследуемых пациентов, были нестероидные противовоспалительные средства, пероральные гипогликемические препараты, бета-адреноблокаторы, антагонисты рецепторов ангиотензина II, комбинированные антигипертензивные средства, блокаторы кальциевых каналов, антиагреганты, ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента и статины. Отмечены также более редкие назначения тиазидных диуретиков, антикоагулянтов, агонистов имидазолиновых рецепторов, бронхолитических препаратов, ингибиторов протеинкиназы, гормонов щитовидной железы и бета-адреномиметиков.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием базовых пакетов языка R (версия 4.4.2). Согласно критерию Шапиро — Уилка, нормальному закону распределения соответствовали только 15 (33 %) из 46 изученных переменных, а также 6 (27 %) из 22 пар показателей одновременно в фоновом состоянии и при ортостатической пробе. В связи с этим количественные данные описывали с помощью медианы (Me) и интерквартильного интервала [Q1; Q3]. Сравнение показателей в различных состояниях (положение стоя/лежа) выполняли с помощью двустороннего парного непараметрического критерия Вилкоксона. Для оценки абсолютной средней разницы между режимами рассчитывали псевдомедиану парных разностей с 95% доверительным интервалом (95% ДИ). Для выявления взаимосвязей между парами количественных признаков рассчитывали ранговый коэффициент корреляции Спирмена (r) и строили диаграммы рассеяния.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Медиана возраста пациентов составила 68,0 [66,0; 70,0] лет, интенсивность

болевого синдрома по шкале ВАШ — 4,0 [3,0; 5,0] балла. Индекс коморбидности Чарлсона был равен 1,5 [1,0; 2,0]. Динамика исследуемых показателей в покое и при проведении активной ортостатической пробы представлена в таблице.

При оценке показателей в покое и после вертикализации отмечено статистически значимое увеличение систолического и диастолического АД, а также изменение временных параметров ВСП: увеличение ЧСС и снижение RRNN, SDNN и Mo. Кроме того, зарегистрирована статистически значимая динамика ИВР, отражающая усиление симпатического влияния. При анализе корреляционных связей интенсивности болевого синдрома по шкале ВАШ выявлена умеренная обратная корреляционная зависимость с диастолическим АД в покое ( $r = -0,37$ ,  $p = 0,047$ ) и после вертикализации ( $r = -0,48$ ,  $p = 0,007$ ), а также со средним АД после вертикализации ( $r = -0,39$ ,  $p = 0,034$ ). Кроме того,

обнаружена умеренная прямая корреляционная связь интенсивности боли по ВАШ с показателем VLF в состоянии покоя ( $r = 0,41$ ,  $p = 0,023$ ) и с SDNN в покое ( $r = 0,48$ ,  $p = 0,007$ ).

### ОБСУЖДЕНИЕ

Вегетативная регуляция играет значимую роль не только в контроле системы кровообращения, но и в ноцицепции [13]. Ранее метод ВСП уже успешно применялся исследователями для объективной оценки интенсивности болевого синдрома [14].

Известно, что хроническая боль, являющаяся частым спутником дегенеративных заболеваний позвоночника, приводит к чрезмерной активации симпатической нервной системы и тем самым повышает риск развития сердечно-сосудистой патологии и преждевременной смерти [15]. Однако в нашем исследовании у гериатрических пациентов зарегистрирован относительный баланс симпатического

и парасимпатического звеньев ВНС (LF/HF = 1,025).

Полученные результаты можно объяснить тем, что все больные получали медикаментозную терапию для купирования болевого синдрома, а также препараты по поводу сопутствующей соматической патологии. Это, вероятно, нивелировало изолированное влияние боли на вегетативный статус. Сходными причинами можно обосновать и отсутствие корреляционной зависимости между значениями ВАШ и показателями, отражающими значимый вклад надсегментарного уровня и симпатической нервной системы в регуляторную функцию ВНС, хотя подобные взаимосвязи были ранее зарегистрированы другими авторами [16].

Тем не менее нами получена статистически значимая обратная корреляционная зависимость интенсивности боли по ВАШ с диастолическим АД в покое, а также с диастолическим и средним АД после вертикализации.

**Таблица**  
**Динамика исследуемых показателей**  
**Table**  
**Dynamics of the studied indicators**

| Показатель<br>Indicator                                                                    | Фон<br>Baseline,<br>Me [Q1; Q3] | Ортостатическая<br>проба<br>Orthostatic test,<br>Me [Q1; Q3] | Оценка различий<br>Assessment of<br>differences, PM<br>[95% ДИ / CI] | Критерий<br>Вилкоксона, p<br>Wilcoxon test, p |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Систолическое артериальное давление (АД), мм рт. ст.<br>Systolic blood pressure (BP), mmHg | 138.0 [126.5; 144.0]            | 140.0 [131.0; 148.3]                                         | -4.0 [-4.5; -3.5]                                                    | 0.005*                                        |
| Диастолическое АД, мм рт. ст.<br>Diastolic BP, mmHg                                        | 79.0 [74.0; 83.8]               | 83.5 [75.5; 86.0]                                            | -3.0 [-3.5; -2.5]                                                    | 0.022*                                        |
| АД среднее, мм рт. ст.<br>Mean AP, mmHg                                                    | 97.6 [91.2; 103.6]              | 100.3 [98.2; 106.0]                                          | -3.3 [-3.7; -3.2]                                                    | 0.004*                                        |
| Частота сердечных сокращений,<br>уд. в мин<br>Heart rate, b.p.m.                           | 66.5 [63.3; 70.0]               | 65.5 [63.0; 71.8]                                            | 0.1 [0.0; 0.5]                                                       | 0.879                                         |
| HR, уд. в мин / HR, b.p.m.                                                                 | 69.4 [63.7; 73.4]               | 80.1 [72.2; 87.8]                                            | -10.5 [-11.1; -10.2]                                                 | < 0.001*                                      |
| RRNN, мс / RRNN, ms                                                                        | 864.5 [817.0; 942.8]            | 748.5 [683.8; 830.8]                                         | 115.0 [111.0; 118.5]                                                 | < 0.001*                                      |
| SDNN, мс / SDNN, ms                                                                        | 81.0 [49.5; 116.0]              | 41.0 [27.5; 89.0]                                            | 21.5 [19.0; 23.0]                                                    | 0.018*                                        |
| pNN50, %                                                                                   | 6.6 [2.9; 16.1]                 | 3.7 [1.2; 28.1]                                              | 0.8 [0.3; 1.5]                                                       | 0.491                                         |
| TP, мс <sup>2</sup> / TP, ms <sup>2</sup>                                                  | 7053.0 [1633.3; 20390.5]        | 2645.0 [849.5; 13920.3]                                      | -204.2 [-966.5; 276.0]                                               | 0.903                                         |
| VLF, мс <sup>2</sup> / VLF, ms <sup>2</sup>                                                | 1162.5 [473.8; 3395.0]          | 911.0 [350; 3592.3]                                          | -530.2 [-762.5; -239.5]                                              | 0.349                                         |
| LF, мс <sup>2</sup> / LF, ms <sup>2</sup>                                                  | 2417.5 [563.0; 7856.3]          | 479.5 [184.0; 5092.0]                                        | 40.0 [-139.5; 202.5]                                                 | 0.968                                         |
| HF, мс <sup>2</sup> / HF, ms <sup>2</sup>                                                  | 2835.0 [507.8; 11931.8]         | 959.5 [96.0; 6440.0]                                         | -39.0 [-444.5; 140.5]                                                | > 0.999                                       |
| LF/HF                                                                                      | 1.0 [0.6; 1.6]                  | 1.8 [0.4; 4.2]                                               | -1.1 [-1.2; -0.9]                                                    | 0.086                                         |
| Mo, с / Mo, s                                                                              | 0.9 [0.8; 0.9]                  | 0.7 [0.6; 0.9]                                               | 0.12 [0.1; 0.1]                                                      | < 0.001*                                      |
| SI                                                                                         | 60.6 [22.2; 132.9]              | 135.5 [46.4; 243.1]                                          | -46.5 [-56.4; -37.7]                                                 | 0.070                                         |
| Индекс вегетативного равновесия<br>Vegetative balance index                                | 66.7 [37.3; 105.7]              | 117.3 [69.3; 260.9]                                          | -82.9 [-90.5; -74.1]                                                 | 0.002*                                        |

**Примечание.** \* Различия статистически значимы ( $p < 0,05$ ), PM — псевдомедиана парных разностей.

**Note.** \* Differences are statistically significant ( $p < 0.05$ ), PM — the pseudomedian of paired differences.

Кроме того, отмечена прямая корреляционная связь значений ВАШ с мощностью спектра VLF, что косвенно свидетельствует о вкладе симпатического компонента в вегетативную регуляцию. По-видимому, это обусловлено тем, что у ряда пациентов интенсивность боли на момент осмотра была высокой, что позволяет сопоставить ее с острой болью.

Многогранная природа болевого синдрома в зависимости от его продолжительности подчеркивается исследователями, изучавшими ВСР при острой боли [17]. В этих работах была обнаружена значимая положительная связь между интенсивностью болевых ощущений и параметрами ВСР. Данный факт позволяет предположить, что взаимосвязь между болью и ВСР динамична и принципиально различается при остром и хроническом процессах, поскольку выраженность хронической боли ассоциирована либо со снижением мощности HF, либо с увеличением соотношения LF/HF [18].

Согласно имеющимся данным, стимуляция барорецепторов при повышении АД не только угнетает активность спинальных нейронов, но и запускает нисходящие антиноцицептивные механизмы. Это способствует формированию обратной зависимости между уровнем АД в покое и интенсивностью острой боли [15]. В нашем исследовании эта взаимосвязь нашла свое отражение в корреляции не только с уровнями диастолического АД в покое, но и с его показателями после вертикализации.

Одним из ключевых методов тестирования функционального состояния системы кровообращения является ортостатическая проба. При смене положения тела из горизонтального в вертикальное главным триггером, воздействующим на гемодинамику, выступает гравитация. При нарушении работы сердца и сосудов, а также при дефиците адаптационных резервов вертикализация становится для организма выраженным стрессогенным событием [19].

Хорошо известно, что при переходе в вертикальное положение происходит кратковременное снижение АД, запускающее рефлекторное увеличение ЧСС и периферическую вазоконстрикцию. После этой острой фазы систолическое и диастолическое АД обычно немного повышается по сравнению с

исходными значениями в положении лежа на спине.

Реакция вегетативной нервной системы на ортостаз начинается с мгновенного снижения тонуса блуждающего нерва, за которым следуют активация симпатического звена и последующая реактивация блуждающего нерва в течение первых 25–30 сердечных сокращений. Таким образом, ЧСС увеличивается сразу после подъема пациента, достигая пика к 15–20-му удару. В положении стоя также закономерно снижаются показатели ВСР, отражающие активность парасимпатического отдела ВНС, по сравнению с положением лежа [20].

В нашем исследовании при вертикализации пациентов зарегистрированы статистически значимые изменения, свидетельствующие об активации симпатического отдела ВНС: увеличение показателей АД, ИВР, интегрального параметра HR, а также снижение RRNN и Мо. При этом отсутствие значимых изменений мануально измеряемой ЧСС свидетельствует о стабилизации пульса к концу пробы. Это объясняется тем, что регистрация данного параметра производилась по истечении 5 минут нахождения пациентов в положении стоя (непосредственно после присаживания на кровать), тогда как показатель HR отражает среднюю частоту сокращений на протяжении всего периода ортостаза. Динамика показателей LF/HF и SI, также косвенно передающая информацию о напряжении симпатического отдела (рис. 1 и 2), указывает на тенденцию к активизации симпатической нервной системы при переходе в положение стоя, которая в данном исследовании не достигла статистической значимости.

Немногочисленные установленные корреляционные связи параметров гемодинамики и ВСР также подтверждают вклад симпатического звена в вегетативную регуляцию кровообращения у исследуемых пациентов. В частности, выявлены умеренные прямые связи между систолическим АД в покое и мощностью LF в ортостазе ( $r = 0,44$ ;  $p = 0,014$ ), а также между исходным соотношением LF/HF и ортостатическими показателями диастолического АД ( $r = 0,40$ ;  $p = 0,029$ ) и среднего АД ( $r = 0,37$ ;  $p = 0,045$ ).

Имеются данные о том, что снижение показателей SDNN < 50 мс и pNN50 < 4 % у пациентов с инфарктом

миокарда служит маркером неблагоприятного исхода заболевания [21]. У больных, включенных в наше исследование, после вертикализации медиана SDNN составила 41,0 мс, а pNN50 — 3,75 %. Статистически значимое снижение в сравнении с фоновым состоянием отмечено только для показателя SDNN. Данный факт позволяет предположить, что выраженное падение этого параметра в ортостазе может выступать предиктором неблагоприятных кардиоваскулярных событий в периперационном периоде.

Несомненными ограничениями нашей работы являются относительно малый объем выборки, а также отсутствие жесткого контроля принимаемых пациентами медикаментов (в том числе влияющих на сердечный ритм и сосудистый тонус) [22]. Большой межквартильный размах показателей TP, VLF, LF и HF подтверждает гетерогенность исследуемой группы, что может быть обусловлено различиями как в характере терапии сопутствующей соматической патологии, так и в длительности вертеброгенного болевого синдрома.

Пациенты пожилого и старческого возраста исходно входят в группу высокого риска по развитию интраоперационных гемодинамических расстройств (в частности, артериальной гипотензии и брадикардии) как на этапе индукции анестезии, так и в ходе самого хирургического вмешательства. Предоперационный мониторинг ВСР может способствовать своевременному выявлению лиц, имеющих риск возникновения подобных осложнений в периперационном периоде.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

У пациентов пожилого и старческого возраста с хроническим вертеброгенным болевым синдромом в состоянии покоя зарегистрирован относительный баланс отделов ВНС. При проведении активной ортостатической пробы у данной категории больных отмечается выраженная тенденция к симпатикотонии.

Для верификации полученных данных необходимы дальнейшие исследования на большем объеме выборки с обязательным включением в протокол анализа детального учета медикаментозной терапии, получаемой пациентами по поводу сопутствующей соматической патологии.

Рисунок 1  
Динамика LF/HF при вертикализации пациентов  
Figure 1  
LF/HF dynamics during patient verticalization

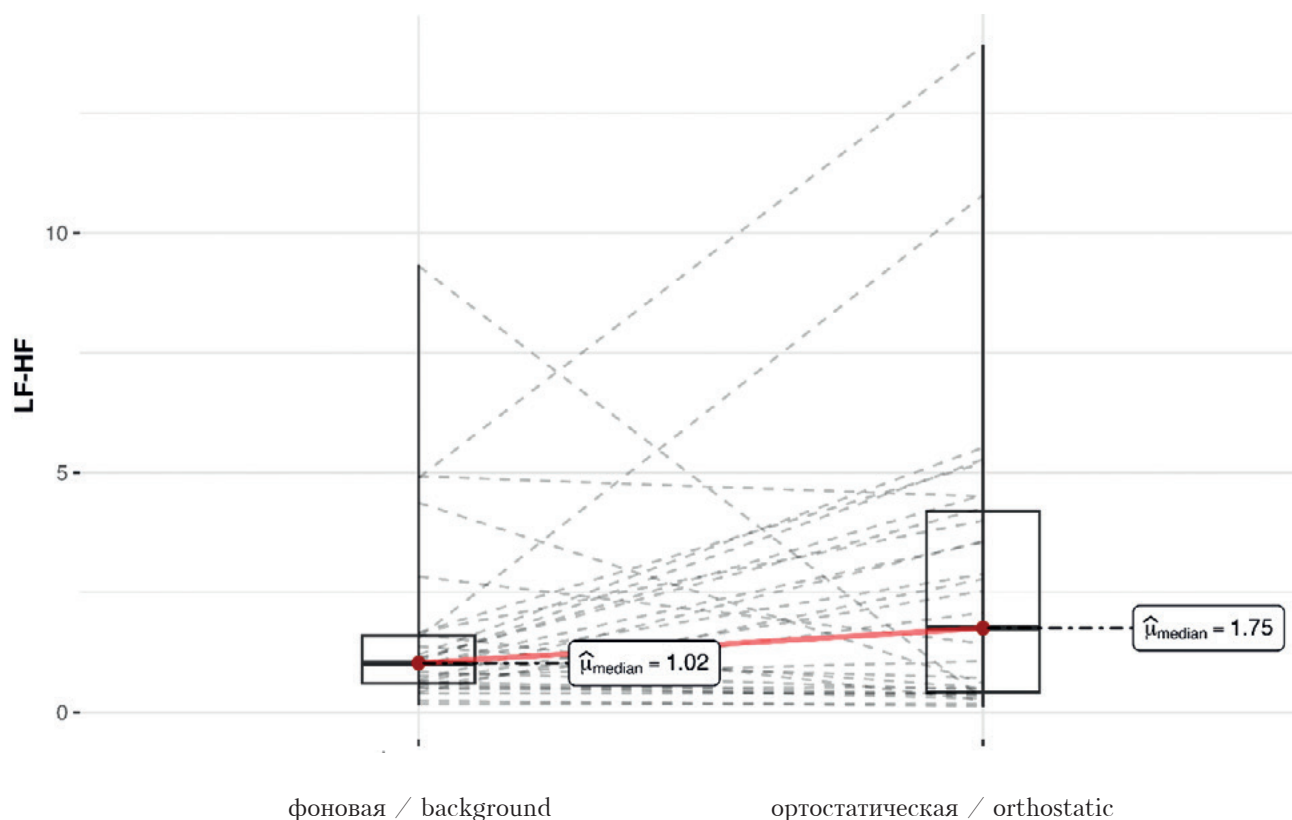
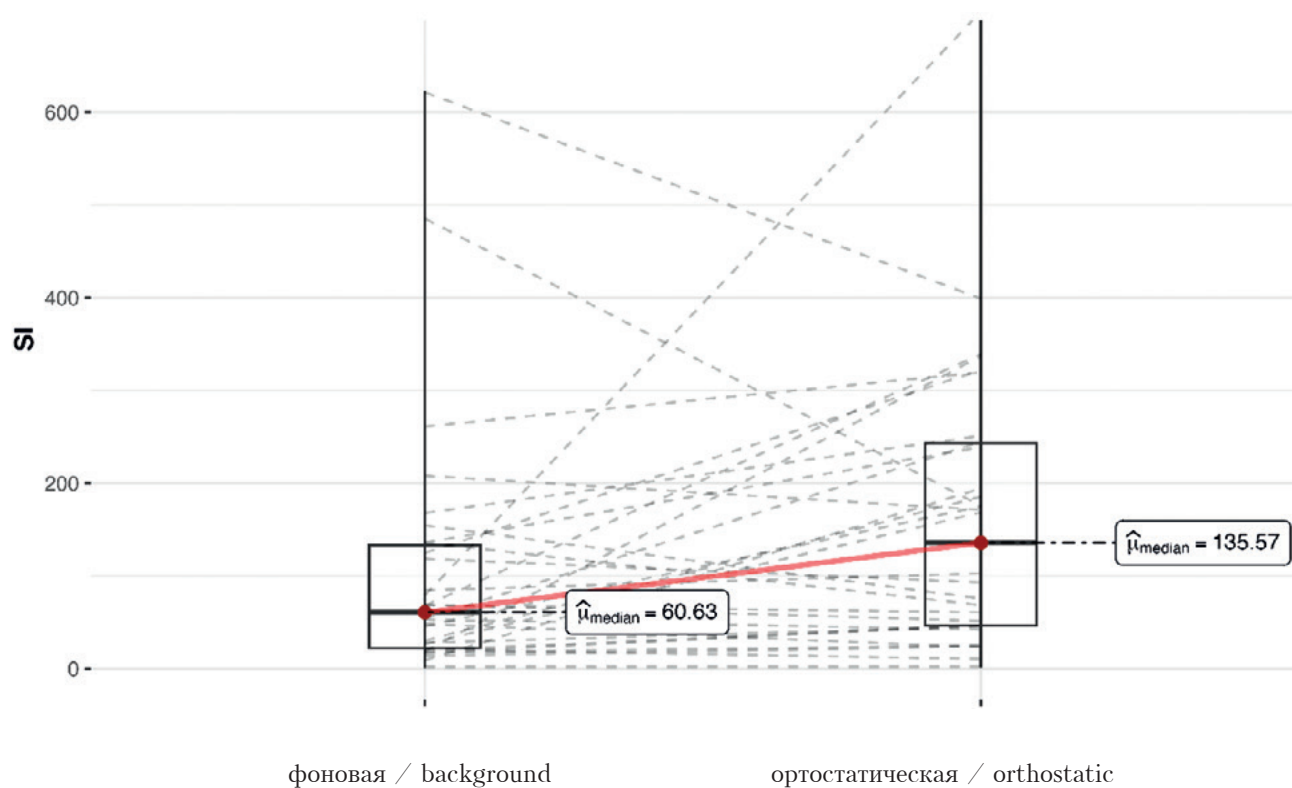


Рисунок 2  
Динамика SI при вертикализации пациентов  
Figure 2  
SI dynamics during patient verticalization



## Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Domenichiello AF, Ramsden CE. The silent epidemic of chronic pain in older adults. *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry*. 2019;93:284-90. DOI: 10.1016/j.pnpb.2019.04.006.
2. Naumov AV, Manevich TM, Khovasova NO, Moroz VI, Meshkov AD, Demenok DV, et al. Evaluation of the effect of chronic pain on the functional and physical status of patients in older age groups. *Modern Rheumatology Journal*. 2021;15(6):26-32. Russian (Наумов А. В., Маневич Т. М., Ховасова Н. О., Мороз В. И., Мешков А. Д., Деменок Д. В. др. Оценка влияния хронической боли на функциональный и физический статус пациентов старших возрастных групп // Современная ревматология. 2021. Т.15, №6. С. 26-32. DOI: 10.14412/1996-7012-2021-6-26-32.)
3. Vorobyeva NM, Khovasova NO, Tkacheva ON, Kotovskaya YuV, Selezneva EV, Ovcharova LN. Falls and fractures in subjects over 65 years old and their associations with geriatric syndromes: Russian epidemiological study EVKALIPT. *Russian Journal of Geriatric Medicine*. 2021;2(6):209-219. Russian (Воробьева Н. М., Ховасова Н. О., Ткачева О. Н., Котовская Ю. В., Селезнева Е. В., Овчарова Л. Н. Падения и переломы у лиц старше 65 лет и их ассоциации с гериатрическими синдромами: данные российского эпидемиологического исследования ЭВКАЛИПТ // Российский журнал гериатрической медицины. 2021. Т. 2, №6. С. 209-219. DOI: 10.37586/2686-8636-2-2021-209-219.)
4. Macfarlane GJ, Barnish MS, Jones GT. Persons with chronic widespread pain experience excess mortality: longitudinal results from UK Biobank and meta-analysis. *Ann Rheum Dis*. 2017;76(11):1815-1822. DOI: 10.1136/annrheumdis-2017-211476.
5. Whitlock EL, Diaz-Ramirez LG, Glymour MM, Boscardin WJ, Covinsky KE, Smith AK. Association between persistent pain and memory decline and dementia in a longitudinal cohort of elders. *JAMA Intern Med*. 2017; 177(8):1146-1153. DOI: 10.1001/jamainternmed.2017.1622.
6. Rajkumar AP, Ballard C, Fossey J, Orrell M, Moniz-Cook E, Woods RT, et al. Epidemiology of pain in people with dementia living in care homes: longitudinal course, prevalence, and treatment implications. *J Am Med Dir Assoc*. 2017;18(5):453.e1- 453.e6. DOI: 10.1016/j.jamda.2017.01.024.
7. Liberman O, Freud T, Peleg R, Keren A, Press Y. Chronic pain and geriatric syndromes in community-dwelling patients aged ≥65 years. *J Pain Res*. 2018;11:1171-1180. DOI: 10.2147/JPR.S160847.
8. Myakotnykh VS, Ostapchuk ES, Postovalova VL. The main diseases and syndromes identified in patients of elderly and senile age, hospitalized in the hospitals of a different profile. *The successes of gerontology*. 2018;31(2):250-259. Russian (Мякотных В. С., Остапчук Е. С., Постовалова В. Л. Основные заболевания и синдромы, выявленные у пациентов пожилого и старческого возраста, госпитализированных в стационары разного профиля // Успехи геронтологии. 2018. Т.31, № 2. С. 250-259.)
9. Olenko ES, Fomina EV, Kirichuk VF, Kodochigova AI, Yupatov VD, Konovalova AA. Assessment of system's adaptive reserves by indicators of heart rate variability in young men at the initial stages of university education. *Saratov Journal of Medical Scientific Research*. 2019;15 (3): 796-800. Russian (Оленко Е. С., Фомина Е. В., Киричук В. Ф., Кодочигова А. И., Юпатов В. Д., Коновалова А. А. Оценка адаптационных резервов организма по показателям вариабельности сердечного ритма у молодых мужчин на начальных этапах обучения в вузе // Саратовский научно-медицинский журнал. 2019. Т.15, №3. С. 796-800.)
10. Baig M, Moafi Madani M, Qureshi R, Roberts MB, Allison M, Manson JAE, et al. Heart rate variability and the risk of heart failure and its subtypes in post menopausal women: the women's health initiative study. *PLoS One*. 2022;17(10):e0276585. DOI: 10.1371/journal.pone.0276585.
11. de Andrade PE, Zangirolami-Raimundo J, Morais TC, De Abreu LC, Siqueira CE, Sorpreso ICE, et al. Cardiac behavior and heart rate variability in elderly hypertensive individuals during aerobic exercise: a non-randomized controlled study. *Int J Environ Res Public Health*. 2023;20(2):1292. DOI: 10.3390/ijerph20021292.
12. Ostrowska B, Lind L, Blomström, Lundqvist C. An association between heart rate variability and incident heart failure in an elderly cohort. *Clin Cardiol*. 2024;47:e24241. DOI:10.1002/clc.24241.
13. Hohenschurz-Schmidt DJ, Calcagnini G, Dipasquale O, Jackson JB, Medina S, O'Daly O, et al. Linking pain sensation to the autonomic nervous system: the role of the anterior cingulate and periaqueductal gray resting-state networks. *Frontiers in Neuroscience*. 2020; 14:147. DOI: 10.3389/fnins.2020.00147.
14. Chernyaev SA, Novikov EM, Nagovitsyn AV, Kazantseva IV, Ardashov VN, Zhuravlev SV, et al. Analysis of heart rate variability in the assessment of pain syndrome. *Kremlin Medicine. Clinical Bulletin*. 2025;1:56-59. Russian (Черняев С. А., Новиков Е. М., Наговицын А. В., Казанцева И. В., Ардашев В. Н., Журавлев С. В. и др. Анализ вариабельности сердечного ритма в оценке болевого синдрома // Кремлевская медицина. Клинический вестник. 2025. №1. С. 56-59. DOI: 10.48612/cgma/h594-denv-7tu5.)
15. Reynolds CA, Minic Z. Chronic pain-Associated cardiovascular disease: the role of sympathetic nerve activity. *Int. J. Mol. Sci*. 2023;24(6): 5378. DOI: 10.3390/ijms24065378.
16. Barinova IA, Zorin RA, Kharlamov IV, Zhadnov VA. Clinical and neurophysiological characteristics of patients with compressive radiculopathies. *Science of the Young (Eruditio Juvenium)*. 2024;12(3):355-364. Russian (Баринова И. А., Зорин Р. А., Харламов И. В., Жаднов В. А. Клинико-нейрофизиологические характеристики пациентов с компрессионными радикулопатиями // Наука молодых (Eruditio Juvenium). 2024. Т. 12, № 3. С. 355-364. DOI: 10.23888/HMJ2024123355-364.)
17. Steere KB, Langford DJ, Collins SM, Litwin B. The relationship of pain intensity, perceived injustice, and pain catastrophizing to heart rate variability in naturally occurring acute pain. *Clin J Pain*. 2024;40(12):716-725. DOI: 10.1097/AJP.0000000000001250.
18. Tracy LM, Ioannou L, Baker KS, Gibson SJ, Georgiou-Karistianis N, Giummarra MJ. Meta-analytic evidence for decreased heart rate variability in chronic pain implicating parasympathetic nervous system dysregulation. *Pain*. 2016;157(1):7-29. DOI: 10.1097/j.pain.0000000000000360.
19. Belyaeva VA. Heart rate variability in young adults during orthostatic test. *Journal of New Medical Technologies*. 2024;18(5):91-97. Russian (Беляева В. А. Вариабельность сердечного ритма у молодых лиц при проведении ортостатической пробы // Вестник новых медицинских технологий. 2024. Т.18, №5. С. 91-97. DOI: 10.24412/2075-4094-2024-5-3-2.)

20. Gronwald T, Schaffarczyk M, Hoos O. Orthostatic testing for heart rate and heart rate variability monitoring in exercise science and practice. *Eur J Appl Physiol*. 2024;124(12):3495-3510. DOI: 10.1007/s00421-024-05601-4.
21. Khaydarova ZE. Heart rate Rigidity in patients with myocardial infarction. *Science and Education*. 2023;4(5):627-635. Russian (Хайда-

- рова З. Э. Ригидность сердечного ритма у больных с инфарктом миокарда. *Science and Education*. 2023. Т.4 №5. С. 627-635.
22. Damoun N, Amekran Y, Taiek N, El Hangouche AJ. Heart rate variability measurement and influencing factors: towards the standardization of methodology. *Global Cardiology Science and Practice*. 2024; (4):e202435. DOI: 10.21542/gcsp.2024.35.

#### Сведения об авторах:

**Иванова Анастасия Александровна (автор для переписки)** — к.м.н., ученый секретарь, врач — анестезиолог-реаниматолог ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России; 630091, Россия, Новосибирск, ул. Фрунзе, 17. <https://orcid.org/0000-0002-7815-8487>. E-mail: aivanova.nsk@yandex.ru

**Кузьмина Елена Евгеньевна** — клинический ординатор ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России; 630091, Россия, Новосибирск, ул. Фрунзе, 17. <https://orcid.org/0009-0008-9711-6582>. E-mail: [www.liza523@gmail.com](mailto:www.liza523@gmail.com)

**Статья поступила в редакцию** 24.04.2026

**Рецензирование пройдено** 02.07.2026

**Подписано в печать** 31.08.2026

#### Information about authors:

**Ivanova Anastasia Aleksandrovna (author for correspondence)** — candidate of medical sciences, scientific secretary, anesthesiologist-resuscitator, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics n.a. Ya.L. Tsivyan; 630091, Russia, Novosibirsk, Frunze str, 17. <https://orcid.org/0000-0002-7815-8487>. E-mail: aivanova.nsk@yandex.ru

**Kuzminova Elizaveta Evgenievna** — clinical resident, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics n.a. Ya.L. Tsivyan; 630091, Russia, Novosibirsk, Frunze str, 17. <https://orcid.org/0009-0008-9711-6582>. E-mail: [www.liza523@gmail.com](mailto:www.liza523@gmail.com)

**Received** 24.04.2026

**Review completed** 02.07.2026

**Passed for printing** 31.08.2026

