ПРЕДОПЕРАЦИОННОЕ СОСТОЯНИЕ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ У ПАЦИЕНТОВ С ИДИОПАТИЧЕСКИМ ПОДРОСТКОВЫМ СКОЛИОЗОМ

А.А. Иванова, И.А. Хорев, М.Н. Лебедева
Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна, Новосибирск, Россия

Цель исследования. Анализ состояния вегетативной регуляции ритма сердца у пациентов с идиопатическим подростковым сколиозом перед предстоящим хирургическим лечением деформации позвоночника.
Материал и методы. В исследование включены 30 пациентов с идиопатическим подростковым сколиозом, поступивших для хирургического лечения в январе–апреле 2021 г. Пациентов женского пола было 28, мужского – 2. Регистрацию вариабельности сердечного ритма проводили на аппарате «ВНС-микро», программное обеспечение «Поли-Спектр.NET, Нейрософт» (Россия). Исследование выполняли в течение 5 мин в положении пациента лежа и в течение 5 мин после проведения активной ортостатической пробы. Анализировали временные и спектральные показатели сердечного ритма.
Результаты. В состоянии покоя зарегистрировано увеличение временных показателей сердечного ритма и мощности высокочастотных волновых колебаний, что свидетельствует как о повышенной активности вегетативной регуляции в целом, так и о преобладании регулирующего влияния парасимпатического отдела вегетативной нервной системы. Снижение всех спектральных составляющих при проведении активной ортостатической пробы и увеличение значений стресс-индекса в 3,5 раза свидетельствуют о значительном напряжении регуляторных систем.
Заключение. Анализ вариабельности сердечного ритма у пациентов с идиопатическим подростковым сколиозом в состоянии покоя показал повышенную вегетативную активность с преобладанием влияния на ритм сердца парасимпатического отдела вегетативной нервной системы. Развитие состояния постнагрузочного энергодефицита после активной ортостатической пробы свидетельствует о значительном предоперационном напряжении регуляторных систем, что относит эту категорию пациентов к группе повышенного риска развития осложнений, связанных с гемодинамической нестабильностью.
Ключевые слова: идиопатический подростковый сколиоз, вегетативная нервная система, центральная регуляция, автономная регуляция, вариабельность сердечного ритма, стресс-индекс.
Для цитирования: *Иванова А.А., Хорев И.А., Лебедева М.Н. Предоперационное состояние вегетативной регуляции у пациентов с идиопатическим подростковым сколиозом // Хирургия позвоночника. 2022. Т. 19. № 3. С. 14–21.*
DOI: http://dx.doi.org/10.14531/ss2022.3.14-21.

PREOPERATIVE STATE OF AUTONOMIC REGULATION IN PATIENTS WITH ADOLESCENT IDIOPATHIC SCOLIOSIS

A.A. Ivanova, I.A. Khorev, M.N. Lebedeva
Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsivyan, Novosibirsk, Russia

Objective. To analyze the state of autonomic regulation of the heart rate in patients with adolescent idiopathic scoliosis before the upcoming surgical treatment of spinal deformity.
Material and Methods. The study included 30 patients with adolescent idiopathic scoliosis who were admitted for surgical treatment from January to April 2021. There were 28 female and 2 male patients. The heart rate variability (HRV) registration was carried out on the VNS-micro vegetotester, with Poly-Spectrum.NET software, Neurosoft (Russia). The study was conducted for 5 minutes in the supine position and for 5 minutes after the active orthostatic test. Temporal and spectral indicators of heart rate were analyzed.
Results. When analyzing HRV at rest, an increase in the temporal indicators of the heart rate and the power of high-frequency wave oscillations was recorded, which indicates both an increased activity of autonomic regulation in general and the predominance of the regulatory influence o of the parasympathetic division of the autonomic nervous system. A decrease in all spectral components during an active orthostatic test and an increase in stress index values by 3.5 times indicate a significant stress of regulatory systems.
Conclusion. Analysis of HRV in patients with adolescent idiopathic scoliosis at rest revealed increased autonomic activity with a predominant effect of the parasympathetic division of the autonomic nervous system. The state of exercise-induced energy deficit, registered after an active orthostatic test, indicates a significant preoperative stress of the regulatory systems and refers this category of patients to a group of increased risk of complications associated with hemodynamic instability.

Key Words: adolescent idiopathic scoliosis, autonomic nervous system, central regulation, autonomic regulation, heart rate variability, stress inde.

Please cite this paper as: *Ivanova AA, Khorev IA, Lebedeva MN. Preoperative state of autonomic regulation in patients with adolescent idiopathic scoliosis. Hir. Pozvonoc. 2022;19(3):14–21. In Russian.*

DOI: http://dx.doi.org/10.14531/ss2022.3.14-21.

Вегетативная нервная система, представленная в организме надсегментарным и сегментарным уровнями управления, регулирует все внутренние процессы, обеспечивает гомеостаз, осуществляет энергетическое обеспечение всех видов жизнедеятельности и адаптационно-трофическую функцию [1–2]. Для исследования и оценки вегетативной регуляции используется анализ вариабельности сердечного ритма (ВСР), поскольку она отражает не только работу сердца, но и степень, с которой интегративная система мозга с целью адаптивного регулирования при различных изменяющихся обстоятельствах может эффективно работать, обеспечивая контроль над периферией [3–5].

В настоящее время анализ ВСР применяется в анестезиологической практике, а также у пациентов отделений реанимации, так как позволяет выявлять напряженность регуляторных систем и угрозу срыва адаптации с риском развития критических состояний [6–8]. Показана связь типа вегетативной регуляции с развитием заболеваний и с переносимостью различных нагрузок. У подростков выявлена тесная взаимосвязь типа вегетативной регуляции с процессами адаптации к различным видам деятельности и реакцией на факторы стресса [2, 9, 10]. Так, измененная реактивность цепи «гипоталамус – гипофиз – надпочечники» у подростков может усиливать индуцированные стрессом гормональные реакции, что увеличивает вероятность появления различных психологических дисфункций [11, 12].

В ряде случаев подростковый возраст сочетается с наличием ортопедической патологии, в частности, деформации позвоночника. Подростки с идиопатическим сколиозом (ИС), нуждающиеся в хирургическом лечении, – это особенная категория пациентов, что обусловлено длительным воздействием множественных стрессорных факторов, а также ускоренным прогрессированием деформации именно в этом возрастном периоде. Физические ограничения, связанные с болевым синдромом, нарушение функции жизнеобеспечивающих органов (одышка, тахикардия) при тяжелых деформациях позвоночника, ощущение физической неполноценности, состояние тревожности и напряжения на фоне стресса перед сложной операцией и другие психотравмирующие факторы приводят к снижению качества жизни и психологической дезадаптации [11, 13, 14]. В частности, оценка психологического статуса пациентов с ИС выявила различные патологические состояния у 16 % обследованных, наиболее частыми были обсессивно-фобические нарушения и невротическая депрессия [15]. Кроме того, прогрессирование деформации позвоночника приводит к изменению проприорецептивной импульсации с мышц туловища, рефлекторно связанных с сердечно-сосудистой системой. Есть сведения, что деформация позвоночника увеличивает активность симпатического отдела нервной системы и может вызывать дисфункции в системе кровообращения [16]. Недавно опубликованные данные систематического обзора литературы и метаанализа об исследовании ВСР у детей и подростков сообщают, что посттравматический стресс и стресс при депрессии сопровождаются дисфункцией вегетативной нервной системы – гиперактивацией симпатической нервной системы и снижением активности парасимпатической нервной системы, вызывая низкую ВСР, что может являться причиной ухудшения состояния сердечно-сосудистой системы [17, 18]. Как отмечает в обзорной статье Anderson [19], снижение ВСР при травмах коррелирует с риском развития гипотензии после индукции общей анестезии и интратекальной местной анестезии. Вместе с тем автор отмечает, что до настоящего времени ни одно исследование не оценивало прогностическую ценность изучения ВСР у пациентов, поступивших на операцию.

Нам встретились лишь единичные публикации отечественных авторов, посвященные изучению ВСР при сколиозе на ранних стадиях заболевания, когда хирургическое лечение еще не требуется [20, 21]. Сведения об аналогичных зарубежных исследованиях не найдены.

В качестве гипотезы исследования выступило предположение, что деформация позвоночника и множественные стрессорные факторы, которые испытывают подростки с ИС, определяют клинически значимые особенности ВСР.

Цель исследования – анализ состояния вегетативной регуляции ритма сердца у пациентов с идиопатическим подростковым сколиозом перед предстоящим хирургическим лечением деформации позвоночника.

Материал и методы

Пациенты

В проспективное когортное одноцентровое исследование включены 30 пациентов 13–16 лет с ИС, поступивших в январе–апреле 2021 г. в Новосибирский НИИТО им. Я.Л. Цивьяна для хирургического лечения деформации позвоночника. Пациентов женского пола – 28, мужского – 2.

Критерии включения в исследование: наличие ИС, подростковый возраст, планируемая первичная коррекция деформации позвоночника.

Критерии исключения: наличие аритмии, требующей приема лекар-

ственных препаратов, влияющих на ритм сердца.

Большинство пациентов госпитализированы с результатами необходимых предоперационных обследований. Длительность предоперационного периода была минимальной и составляла 1–2 сут. Пациентам в индивидуальной беседе была объяснена суть предстоящего дополнительного обследования. Все подростки воспринимали информацию с интересом, отказов от участия в исследовании не было.

Методики

Регистрацию ВСР проводили на аппарате «ВНС-микро», программное обеспечение «Поли-Спектр.NET, Нейрософт» (Россия). Перед началом исследования в палате создавали максимально спокойную обстановку, исключали посторонние раздражители. Регистрацию ВСР проводили в течение 5 мин в положении пациента лежа, затем выполняли нагрузочную пробу (вертикализацию пациентов) и запись осуществляли еще в течение 5 мин. Анализировали HR – частоту сердечных сокращений, а также основные временные и спектральные показатели ВСР. Временные показатели включали в себя RRmin (мс) – минимальную продолжительность интервала; RRmax (мс) – максимальную продолжительность интервала; SDNN (мс) – стандартное отклонение RR; RMSSD (мс) – корень квадратный из средней суммы квадратов разницы между соседними нормальными RR-интервалами; pNN50 (%) – последовательные интервалы, различающиеся более чем на 50 мс. Спектральные показатели ВСР включали в себя TP (мс^2/Гц) – общую мощность спектра; VLF (мс^2/Гц) – мощность спектра очень низкочастотного компонента ВСР; LF (мс^2/Гц) – мощность спектра низкочастотного компонента; HF (мс^2/Гц) – мощность спектра высокочастотного компонента; LF/HF – соотношение симпатических и парасимпатических влияний ВСР; SI (1/с2) – стресс-индекс (степень напряжения регуляторных систем и централизации управления сердечным ритмом). Анализ полученных данных проводили в сравнении со значениями физиологического оптимума, установленного для данной возрастной категории пациентов [10].

Исследование одобрено комитетом по биомедицинской этике Новосибирского НИИТО им. Я.Л. Цивьяна (018/22 из протокола 005/22 от 06.07.2022 г.) и соответствует международным и отечественным законодательным документам – этическим стандартам Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» и Приказу Минздрава РФ от 01.04.2016 г. № 200н «Об утверждении правил надлежащей клинической практики». Все участники дали добровольное согласие на исследование.

Статистический анализ

Статистические расчеты произведены в программе RStudio (version 1.4.1106 © 2009–2021 RStudio, PBC), на языке R (version 4.0.5). Проверку нормальности распределения данных проводили критерием Шапиро – Уилка. Однородность дисперсий для данных, зарегистрированных в состоянии покоя и при проведении ортостатической пробы, исследовали F-критерием Фишера. Из-за невыполнения необходимых условий нормальности и однородности дисперсий для параметрических критериев сравнение значений между состоянием покоя и ортостатической пробой проводили непараметрическим парным U-критерием Манна – Уитни с расчетом смещения (разницы) распределений как псевдомедианы разностей значений и построением 95 % ДИ для оценки смещения. Попарные зависимости для разности показателей между состоянием покоя и ортостатической пробой исследовали вычислением коэффициентов корреляции Спирмена и визуальной оценкой диаграмм рассеяния. Различия считали статистически значимыми при достигнутом уровне значимости $p < 0,05$.

Результаты

Средний возраст пациентов – 14 [13; 16] лет. Средняя частота пульса в покое соответствовала возрастной норме. При этом отмечался нерегулярный ритм сердца, о чем свидетельствует разница между максимальной и минимальной продолжительностью интервалов RR, которая превышает 350 мс. Проведение вертикализации пациента сопровождалось увеличением HR на 41 %, что несколько превышает физиологическую норму, а ритм приблизился к регулярному. Данные о динамике HR и основных значений временных параметров ВСР в состоянии покоя и при проведении активной ортостатической пробы представлены в табл. 1.

Данные о динамике спектральных параметров ВСР в состоянии покоя и при проведении активной ортостатической пробы представлены в табл. 2.

Расчет коэффициента корреляции Спирмена (r) выявил сильную корреляционную зависимость изменений TP при активной ортостатической пробе, как с изменением мощности низкочастотных волн ($r = 0,95$), так и высокочастотных волн ($r = 0,90$).

На рис. приведены результаты обследования пациентки Н., 14 лет. Представлены показатели ВСР в состоянии покоя (фоновая запись) и при проведении активной ортостатической пробы.

Обсуждение

Известно, что ВСР в любом возрасте является наглядным отображением влияния на сердечный ритм сложных взаимозависимых нейрогормональных механизмов [1, 3]. Временной ряд частоты сердечных сокращений характеризуется широким диапазоном изменчивости. С учетом того, что симпатическое влияние на сердечный ритм проистекает слишком медленно, чтобы произвести изменения в сердцебиении, парасимпатические влияния – единственные, которые способны вызвать быстрые

Таблица 1

Динамика частоты сердечных сокращений и основных значений временных показателей вариабельности сердечного ритма

Показатель	Состояние покоя МЕД [ИКИ]	Ортостатическая проба МЕД [ИКИ]	Сравнение парным U-критерием Манна — Уитни	
			различие [95% ДИ]	p-уровень
HR	78,00 [70,05; 86,15]	110,40 [96,95; 119,15]	30,80 [25,80; 36,10]	<0,001*
RRmin, мс	594,00 [552,25; 656,75]	441,00 [361,00; 487,00]	-175,75 [-223,50; -116,00]	<0,001*
RRmax, мс	1110,50 [913,75; 1577,75]	756,50 [685,00; 978,50]	-363,50 [-516,50; -247,00]	<0,001*
SDNN, мс	65,50 [55,00; 83,75]	40,50 [32,25; 63,00]	-28,00 [-38,00; -17,00]	<0,001*
RMSSD, мс	65,50 [46,50; 86,50]	22,00 [13,75; 55,00]	-43,00 [-59,00; -26,50]	<0,001*
pNN50, %	32,50 [12,25; 46,75]	1,60 [0,58; 5,70]	-27,10 [-35,55; -18,40]	<0,001*
SI, 1/c2	63,23 [22,42; 98,11]	206,22 [129,10; 385,39]	162,16 [103,62; 247,05]	<0,001*

МЕД — медиана; ИКИ — интерквартильный интервал от первого до третьего квартиля; ДИ — доверительный интервал;

* статистически значимые различия.

Таблица 2

Динамика основных значений спектральных показателей вариабельности сердечного ритма

Показатель	Состояние покоя МЕД [ИКИ]	Ортостатическая проба МЕД [ИКИ]	Сравнение парным U-критерием Манна — Уитни	
			различие [95 % ДИ]	p-уровень
TP, мс^2/Гц	4415,00 [3096,25; 6846,75]	1706,50 [1124,00; 3527,25]	-2315,75 [-4464,50; 787,50]	0,008*
VLF, мс^2/Гц	1179,50 [841,00; 2470,50]	680,00 [432,25; 1098,00]	-533,26 [432,25; 1098,00]	0,004*
LF, мс^2/Гц	1301,50 [666,50; 2318,25]	717,00 [523,25; 1319,25]	-394,75 [-1134,50; 243,00]	0,210
HF, мс^2/Гц	1907,00 [1267,25; 2918,00]	229,50 [109,50; 872,75]	-1378,00 [-2470,50; -836,00]	<0,001*
LF/HF	0,90 [0,46; 1,12]	2,77 [1,42; 4,62]	2,47 [1,42; 4,62]	<0,001*

МЕД — медиана; ИКИ — интерквартильный интервал от первого до третьего квартиля; ДИ — доверительный интервал;

* статистически значимые различия.

изменения в ритме сердца [1, 3, 4, 22]. Данные литературы указывают на то, что анализ показателей ВСР временной области и частотных составляющих спектральной мощности позволяет оценить активность звеньев вегетативной нервной системы в условиях различных патологических состояний и заболеваний [5, 17, 23–26]. Уже установлены особенности, связанные с половой принадлежностью и возрастом обследуемых [2, 20, 26]. Так, Abhishekh et al. [27], изучив 189 здоровых участников различных возрастных групп, пришли к выводу, что тонус симпатической нервной системы повышается с увеличением возраста обследуемых. Опубликованы результаты исследования, свидетельствующие о том, что оценка парасимпатической активности в состоянии покоя

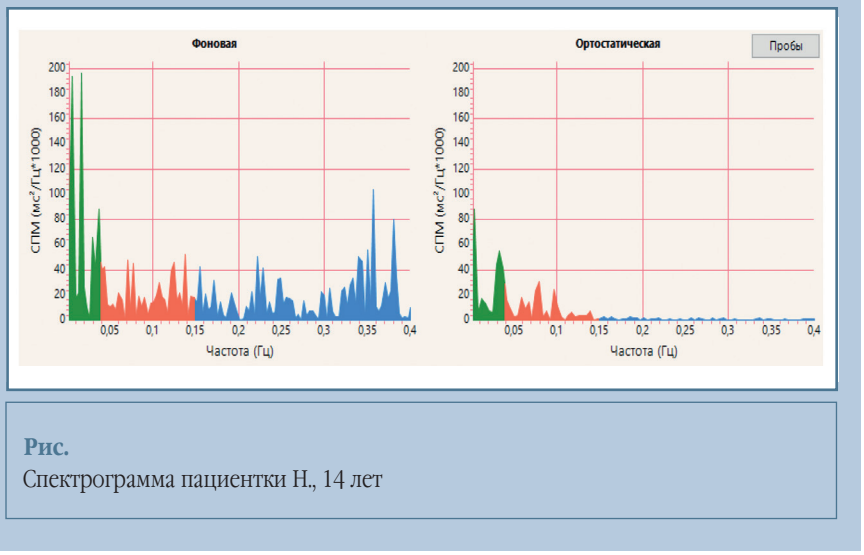

Рис.
Спектрограмма пациентки Н., 14 лет

позволяет выявлять подростков с повышенным риском развития сердечно-сосудистых заболеваний и метаболического синдрома [28]. В настоящее время уже установлены границы условных возрастных норм

для временных и спектральных показателей ВСР, которые рассматриваются как функциональный оптимум для условно здоровых подростков [2].

Известно, что увеличение показателей временной области ВСР, а также высокочастотные волны, которые занимают 15–25 % от суммарной мощности спектра, показывают влияние на сердечный ритм парасимпатического отдела вегетативной нервной системы. Низкочастотные волны, на долю которых приходится 15–40 %, являются отражением влияния симпатического отдела вегетативной нервной системы. Вклад гуморальных влияний на ритм сердца отображается в очень низкочастотных волновых колебаниях и в норме составляет 15–35 % от суммарной мощности спектра [1, 4, 29].

Зарегистрированое в состоянии покоя увеличение временных показателей ВСР и высокочастотных волновых колебаний, в сравнении с установленным физиологическим диапазоном для изучаемой возрастной категории, свидетельствует как о повышенной активности вегетативной нервной системы в целом, так и о преобладании регулирующего влияния на ритм сердца ее парасимпатического отдела. При этом показатели стресс-индекса, который характеризует степень напряжения регуляторных систем (степень преобладания центральных механизмов регуляции над автономными), находились в пределах границ нормативных показателей для изучаемой возрастной категории. Полученные результаты вполне созвучны с данными, представленными другими исследователями, которые свидетельствуют, что у подростков, имеющих сколиотические деформации, обнаруживаются признаки мобилизации функциональных резервов для противостояния имеющейся патологии со смещением процессов регуляции сердечного ритма в сторону преобладания парасимпатического отдела вегетативной нервной системы [21].

Ранее выполненное Н.И. Шлык [2] исследование ВСР у детей, подростков и спортсменов, с учетом представления о двухконтурной модели управления сердечным ритмом, позволило автору выделить 4 типа вегетативной регуляции сердечного ритма: 2 – с преобладанием центрального контура управления, 2 – с преобладанием автономного контура управления. В качестве критериев, позволяющих отнести обследуемых к определенному типу регуляции, предлагается использовать значения индекса стресса и мощность очень низкочастотной составляющей волнового спектра. Оптимальным, по мнению автора, является тип с умеренным преобладанием автономной регуляции. Значения указанных показателей, полученные нами при регистрации ВСР в состоянии покоя, позволяют отнести пациентов с ИС именно к этому типу вегетативной регуляции.

Известно, что нормальной физиологической реакцией при проведении активной ортостатической пробы, позволяющей оценить барорефлексорный контроль, который обеспечивает поддержание уровня артериального давления, считается падение общей мощности спектра в 1,5–3 раза с таким же ростом мощности волн низкочастотной составляющей [1]. При проведении активной ортостатической пробы у пациентов с ИС зарегистрировали парадоксальную реакцию: снижение мощности всех спектральных составляющих в сравнении со значениями, полученными в покое (TP – на 38 %, LF – на 55 % HF – на 12 %, VLF – на 57 %). Снижение HF, VLF, TP, LF/HF было статистически значимым. При этом значения всех составляющих спектрограммы были более низкими, чем установленные средние физиологические значения для подросткового возраста. Одновременно наблюдали увеличение значений стресс-индекса, характеризующего степень напряжения регуляторных систем (преобладания активности центральных механизмов регуляции над автономными), более чем в 3,5 раза. Зарегистрированное снижение всех спектральных составляющих и динамика стресс-индекса при выполнении активной ортостатической пробы свидетельствуют о значительном напряжении регуляторных систем. Поэтому утверждение, что пациенты с ИС имеют оптимальный тип регуляции, справедливо только для состояния покоя, тогда как даже небольшая физическая нагрузка приводила к подавлению автономного уровня регуляции сердечного ритма с подключением центральных механизмов, что свидетельствует об истощении резервов организма и переходе оптимального уровня регуляции на дизрегуляторный [2].

Известно, что мощность VLF-волн тесно связана с психологическим и эмоциональным статусом обследуемых. Также мощность VLF-волн связана с терморегуляцией, может характеризовать процессы метаболизма и отражать наличие энергодефицитных состояний. Считается, что высокий уровень VLF является индикатором гиперадаптивного состояния, а сниженный – энергодефицитного [1, 2, 4]. Зарегистрированые увеличенные значения VLF в состоянии покоя, то есть исходный фон вегетативной регуляции, свидетельствуют о наличии у пациентов с ИС гиперадаптивного состояния. Интересным является факт значимого снижения показателя VLF при проведении активной ортостатической пробы в сравнении со значениями в состоянии покоя. Это, на наш взгляд, явилось ярким проявлением постнагрузочного энергодефицита.

Установленные особенности ВСР у пациентов с ИС позволили сделать вывод, что пациенты с ИС относятся к группе повышенного риска по развитию интраоперационных и послеоперационных осложнений, связанных с гемодинамической нестабильностью, а также могут влиять на эффективность послеоперационной реабилитации. Полученные результаты свидетельствуют в пользу подтверждения гипотезы исследования.

Владение информацией о предоперационных особенностях ВСР у изучаемой категории пациентов перед предстоящим сложным корригирующим вмешательством, которое в силу специфических особенностей (дли-

тельное нефизиологичное положение на животе, значительная кровопотеря) само по себе сопряжено с риском развития гемодинамических нарушений, а также необходимость обеспечения адекватной фармакологической защиты в условиях хирургической агрессии с максимальным сохранением вегетативного баланса позволят осуществлять оптимальный выбор фармакологических компонентов анестезии с учетом их различного влияния на систему кровообращения. Регистрация ВСР в совокупности с показателями центральной гемодинамики может явиться эффективным методом интраоперационного гемодинамического мониторинга, позволяющего минимизировать осложнения анестезии, связанные с гемодинамической нестабильностью.

Представленные результаты являются лишь первыми сведениями о предоперационном состоянии вегетативной нервной системы у пациентов с ИС, нуждающихся в хирургическом лечении. Основными ограничениями исследования являются количество его участников и дизайн – селективная когорта с отсутствием собственных групп сравнения. Кроме того, мы не ставили задачу выявления возможной взаимосвязи предоперационного состояния вегетативной нервной системы у изучаемой категории пациентов с давностью заболевания, тяжестью деформации позвоночника, интенсивностью болевого синдрома и индивидуально-психологическими характеристиками. Решение этих задач в ходе дальнейшего проспективного исследования, возможно, внесет свои уточнения в полученные результаты.

Заключение

Анализ ВСР у пациентов с идиопатическим подростковым сколиозом в состоянии покоя позволил выявить повышенную вегетативную регуляцию с преобладанием влияния на ритм сердца парасимпатического отдела вегетативной нервной системы. Развитие состояния постнагрузочного энергодефицита, зарегистрированного после проведения активной ортостатической пробы, свидетельствует о значительном напряжении регуляторных систем и относит эту категорию пациентов к группе повышенного риска развития интраоперационных и послеоперационных осложнений, связанных с гемодинамической нестабильностью.

Предоперационная оценка регуляторных процессов позволит своевременно, с позиций индивидуализированного подхода выявлять снижение адаптационных возможностей и осуществлять правильный выбор метода анестезиологического обеспечения планируемого хирургического вмешательства с целью минимизации возможных осложнений, связанных с гемодинамической нестабильностью.

Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература/References

1. **Яблучанский Н.И., Мартыненко А.В.** Вариабельность сердечного ритма в помощь практическому врачу. Харьков, 2010. [Yabluchansky NI, Martynenko AV. Heart Rate Variability to Help the Practitioner. Kharkiv, 2010].
2. **Шлык Н.И.** Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов. Ижевск, 2009. [Shlyk NI. Heart Rate and Type of Regulation in Children, Adolescents and Athletes. Izhevsk, 2009].
3. **Баевский Р.М.** Физиологическая норма и концепция здоровья // Российский физиологический журнал. 2003. Т. 89. № 4. С. 473–489. [Baevskii RM. Concept of physiological norm and criteria of health. Russian Journal of Physiology. 2003;89(4):473–489].
4. **Баевский Р.М., Иванов Г.Г.** Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2001. № 3. С. 108–127. [Bayevsky RM, Ivanov GG. Cardiac rhythm variability: the theoretical aspects and the opportunities of clinical application (lecture). Ultrasonic and functional diagnostics. 2001;3:108–127].
5. **Taylor MR, Garrison MM, Rosenberg AR.** Heart rate variability and psychosocial symptoms in adolescents and young adults with cancer. PLoS One. 2021;16:e0259385. DOI: 10.1371/journal.pone.0259385.
6. **Бударова К.В., Шмаков А.Н.** Вариабельность ритма сердца при сердечно-легочной недостаточности у новорожденных // Анестезиология и реаниматология. 2021. № 1. С. 25–31. [Budarova KV, Shmakov AN. Heart rate variability in newborns with cardiorespiratory failure. Russian Journal of Anaesthesiology and Reanimatology. 2021;(1):25–31]. DOI: 10.17116/anaesthesiology202101125.
7. **Ho CN, Fu PH, Chen JY, Hung KC, Chang JH, Peng CK, Yang AC.** Heart rate variability and surgical pleth index under anesthesia in poor and normal sleepers. J Clin Monit Comput. 2020;34:1311–1319. DOI: 10.1007/s10877-019-00450-5.
8. **Ardissino M, Nicolaou N, Vizcaychipi M.** Non-invasive real-time autonomic function characterization during surgery via continuous Poincare quantification of heart rate variability. J Clin Monit Comput. 2019;33:627–635. DOI: 10.1007/s10877-018-0206-4.
9. **Иванов С.Н.** Нарушения вегетативного гомеостаза и периферическое кровообращение у подростков с нейроциркуляторной дистонией гипертензивного типа // Российский кардиологический журнал. 2005. Т. 10. № 2. С. 47–50. [Ivanov SN. Autonomous homeostasis disturbances and peripheral circulation in adolescents with hypertensive neurocirculatory dystonia. Russian Journal of Cardiology. 2005;2:47–50].
10. **Михайлов В.М.** Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения метода. Иваново, 2002. [Mikhailov VM. Heart Rate Variability: Experience of Practical Application of the Method. Ivanovo, 2002].
11. **Пятакова Г.В., Оконешникова О.В., Кудрявцева С.В., Виссарионов С.В., Церфус Д.Н.** Критерии психологического здоровья подростков с ортопедическими заболеваниями // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. 2019. Т. 7. № 1. С. 71–80. [Pyatakova GV, Okoneshnikova OV, Kudryavtseva SV, Vissarionov SV, Cerfus DN. Criteria of psychological health of adolescents with orthopedic diseases. Orthopedics, Traumatology and Reconstructive Surgery of Children. 2019;7(1):71–80]. DOI: 10.17816/PTORS7171-80.

12. **Romeo RD.** The teenage brain: the stress response and the adolescent brain. Curr Dir Psychol Sci. 2013;22:140–145. DOI: 10.1177/0963721413475445.
13. **Киметова И.С., Михайловский М.В.** Влияние стрессоустойчивости на выздоровление пациентов специализированной клиники // Хирургия позвоночника. 2014. № 4. С. 36–40. [Kimetova IS, Mikhailovsky MV. The effect of resistance to stress on recovery of patients of a specialized clinic. Hir. Pozvonoc. 2014;4:36–40]. DOI: 10.14531/ss2014.4.36-40.
14. **Ветрилэ М.С., Кулешов А.А., Еськин Н.А., Цыкунов М.Б., Кокорев А.И., Пыжевская О.П.** Вертеброгенный болевой синдром у детей 9–17 лет с деформациями позвоночника // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. 2019. Т. 7. № 1. С. 5–14. [Vetrile MS, Kuleshov AA, Eskin NA, Tsykunov MB, Kokorev AI, Pyzhevskaya OP. Vertebrogenic back pain syndrome in children 9–17 years with spinal deformities. Orthopedics, traumatology and reconstructive surgery of children. 2019;7(1):5–14]. DOI: 10.17816/PTORS715-14.
15. **Киметова И.С., Александрова Н.Л., Михайловский М.В.** Психоэмоциональный профиль пациентов со сколиозом // Хирургия позвоночника. 2013. № 3. С. 24–29. [Kimetova IS, Alexandrova NL, Mikhailovsky MV. Psycho-emotional profile in patients with scoliosis. Hir. Pozvonoc. 2013;3:24–29]. DOI: 10.14531/ss2013.3.24-29.
16. **Васильева Л.Ф., Михайлов А.М.** Мануальная диагностика и терапия дисфункции внутренних органов. Новокузнецк, 2002. [Vasil'eva LF, Mikhailov AM. Manual Diagnostics and Therapy of Dysfunction of Internal Organs. Novokuznetsk, 2002].
17. **Hamilton JL, Alloy LB.** Atypical reactivity of heart rate variability to stress and depression across development: Systematic review of the literature and directions for future research. Clin Psychol Rev. 2016;50:67–79. DOI: 10.1016/j.cpr.2016.09.003.
18. **Schneider M, Schwerdtfeger A.** Autonomic dysfunction in posttraumatic stress disorder indexed by heart rate variability: a meta-analysis. Psychol Med. 2020;50:1937–1948. DOI: 10.1017/S003329172000207X.
19. **Anderson T.** A. Heart rate variability: implications for perioperative anesthesia care. Curr Opin Anaesthesiol. 2017;30:691–697. DOI: 10.1097/ACO.0000000000000530.
20. **Белоусова Н.А.** Вариабельность ритма сердца у мальчиков со сколиозом на начальных этапах деформации // Географическая среда и живые системы. 2012. № 2. С. 21–23. [Belousova NA. Variability of heart rate of boys with scoliosis at the initial stage of deformation. Geographical Environment and Living Systems. 2012;2:21–23].
21. **Мамонова С.Б., Сабурцев С.А., Крылов В.Н.** Вариабельность ритма сердца у школьников 7–15 лет с деформирующими заболеваниями костно-мышечной системы // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: медико-биологические науки. 2016. № 1. С. 51–62. [Mamonova SB, Saburtsev SA, Krylov VN. Heart rate variability in schoolchildren aged 7–15 years with deforming diseases of the musculoskeletal system. Bulletin of the Northern (Arctic) Federal University. Series: Biomedical Sciences. 2016;1:51–62]. DOI: 10.17238/issn2308-3174.2016.1.51.
22. **Shaffer F, Ginsberg JP.** An overview of heart rate variability metrics and norms. Front Public Health. 2017;5:258. DOI: 10.3389/fpubh.2017.00258.
23. **Koenig J, Kemp AH, Beauchaine TP, Thayer JF, Kaess M.** Depression and resting state heart rate variability in children and adolescents – A systematic review and meta-analysis. Clin Psychol Rev. 2016;46:136–150. DOI: 10.1016/j.cpr.2016.04.013.
24. **Pang KC, Beauchaine TP.** Longitudinal patterns of autonomic nervous system responding to emotion evocation among children with conduct problems and/or depression. Dev Psychobiol. 2013;55:698–706. DOI: 10.1002/dev.21065.
25. **Elise B, Eynde SV, Egee N, Lamotte M, Van de Borne P, Carole FN.** Are trait emotional competencies and heart rate variability linked to mental health of coronary heart disease patients? Psychol Rep. 2021;124:23–38. DOI: 10.1177/0033294119898116.
26. **Plaza-Florido A, Alcantara JMA, Amaro-Gahete FJ, Sacha J, Ortega FB.** Cardiovascular risk factors and heart rate variability: impact of the level of the threshold-based artefact correction used to process the heart rate variability signal. J Med Syst. 2020;45:2. DOI: 10.1007/s10916-020-01673-9.
27. **Abhishekh HA, Nisarga P, Kisan R, Meghana A, Chandran S, Raju T, Sathyaprabha TN.** Influence of age and gender on autonomic regulation of heart. J Clin Monit Comput. 2013;27:259–264. DOI: 10.1007/s10877-012-9424-3.
28. **Cayres SU, Vanderlei LCM, Silva DRP, Lima MCS, Barbosa MF, Fernandes RA.** Cardiovascular and metabolic risk markers are related to parasympathetic indices in pre-pubertal adolescents. Cardiol Young. 2016;26:280–287. DOI: 10.1017/S1047951115000141.
29. **Новиков Е.М., Стеблецов С.В., Ардашев В.Н., Кириллова Т.Б., Тарабарина Н.Б.** Методы исследования сердечного ритма по данным ЭКГ: вариабельность сердечного ритма и дисперсионное картирование (обзорная статья) // Кремлевская медицина. Клинический вестник. 2019. № 4. С. 81–89. [Novikov EM, Stebletsov SV, Ardashev VN, Kirillova TB, Tarabarina NB. ECG-based investigation methods: heart rate variability and dispersion mapping (literature review). Kremlin Medicine. Clinical Bulletin. 2019;(4):81–89]. DOI: 10.26269/4t6g-mx35.

Адрес для переписки:
Иванова Анастасия Александровна
630091, Россия, Новосибирск, ул. Фрунзе, 17,
Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии
им. Я.Л. Цивьяна,
AIvanova.nsk@yandex.ru

Address correspondence to:
Ivanova Anastasia Aleksandrovna
Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics
n.a. Ya.L. Tsivyan,
17 Frunze str., Novosibirsk, 630091, Russia,
AIvanova.nsk@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 01.08.2022
Рецензирование пройдено 29.08.2022
Подписано в печать 01.09.2022

Received 01.08.2022
Review completed 29.08.2022
Passed for printing 01.09.2022

Анастасия Александровна Иванова, канд. мед. наук, старший научный сотрудник научно-исследовательского отделения анестезиологии и реаниматологии, Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна, Россия, 630091, Новосибирск, ул. Фрунзе, 17, ORCID: 0000-0002-7815-8487, Alvanova.nsk@yandex.ru;
Иван Александрович Хорев, врач-ординатор по специальности анестезиология и реаниматология, Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна, Россия, 630091, Новосибирск, ул. Фрунзе, 17, ORCID: 0000-0002-7652-3882, khorevia@gmail.com;
Майя Николаевна Лебедева, д-р мед. наук, начальник научно-исследовательского отделения анестезиологии и реаниматологии, Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна, Россия, 630091, Новосибирск, ул. Фрунзе, 17, ORCID: 0000-0002-9911-8919, MLebedeva@niito.ru.

Anastasia Aleksandrovna Ivanova, MD, PhD, senior researcher, Research Department of anesthesiology and resuscitation, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsivyan, 17 Frunze str., Novosibirsk, 630091, Russia, ORCID: 0000-0002-7815-8487, Alvanova.nsk@yandex.ru;
Ivan Aleksandrovich Khorev, resident doctor in anesthesiology and resuscitation, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsivyan, 17 Frunze str., Novosibirsk, 630091, Russia, ORCID: 0000-0002-7652-3882, khorevia@gmail.com;
Maya Nikolayevna Lebedeva, DMSc, Head of Research Department of anesthesiology and resuscitation, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsivyan, 17 Frunze str., Novosibirsk, 630091, Russia, ORCID: 0000-0002-9911-8919, MLebedeva@niito.ru.

Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна проводит индивидуальное тематическое обучение на рабочем месте в виде краткосрочных курсов повышения квалификации по следующим циклам:

1. Эндопротезирование и эндоскопическая хирургия суставов конечностей (80 ч).
2. Современная диагностика, консервативное и хирургическое лечение деформаций позвоночника детского возраста (144 ч).
3. Хирургия заболеваний и повреждений позвоночника (144 ч).
4. Дегенеративные заболевания позвоночника (80 ч).
5. Артроскопия плечевого сустава (80 ч).

Занятия проводятся по мере поступления заявок.
После прохождения курсов выдается свидетельство о повышении квалификации.

E-mail: niito@niito.ru

Тел.: 8 (383) 363-39-81