

АНАЛИЗ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ПРИ ОЦЕНКЕ ВЕГЕТАТИВНОГО СТАТУСА БОЛЬНЫХ ТУБЕРКУЛЕЗОМ И ПРИ СОЧЕТАНИИ С ВИЧ-ИНФЕКЦИЕЙ

¹О. Н. Браженко, ^{1,2}А. И. Лощакова*

¹Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова, Санкт-Петербург, Россия

²Противотуберкулезный диспансер № 14, Санкт-Петербург, Россия

В настоящем исследовании проведена комплексная инструментальная оценка вегетативного статуса больных туберкулезом без сочетания и в сочетании с ВИЧ-инфекцией в начале лечения и в динамике, выявлена структура дисфункции по вариабельности сердечного ритма. Коррекция выявленных нарушений будет способствовать повышению эффективности лечения при комплексном индивидуализированном подходе.

Цель: оценка вегетативного статуса больных туберкулезом без сочетания и в сочетании с ВИЧ-инфекцией в динамике проводимого лечения методом спектрального анализа вариабельности сердечного ритма и определение его клинической значимости.

Материалы и методы. В исследовании приняли участие 195 человек. Из них были сформированы две группы: контрольная группа (КГ) из 70 здоровых лиц и группа наблюдения (ГН) из 125 впервые выявленных больных инфильтративным и диссеминированным туберкулезом легких, в которой выделено две подгруппы. В 1-ю подгруппу вошли 64 больных туберкулезом легких, во 2-ю — 61 больной туберкулезом в сочетании с ВИЧ-инфекцией.

Структура вегетативной нервной системы изучалась с применением компьютерного комплекса для обработки варикардиограмм и анализа вариабельности сердечного ритма «Варикард 2.51» (Регистрационное удостоверение на медицинское изделие от 10.12.2007 № ФСР 2007/01390). Все пациенты были обследованы в однотипных условиях. Расчеты проводились в программе SPSS Statistics v. 23.

Результаты и их обсуждение. Приведены данные по оценке состояния и динамики показателей общей мощности спектра RR-интервалов варикардиограммы (ТР) в КГ и у больных туберкулезом без сочетания и в сочетании с ВИЧ-инфекцией в 1-й и 2-й подгруппах ГН в процессе проводимого лечения. При сравнении частоты ТР выше «зоны нормы» в КГ и в подгруппе 1 ГН ($t_1=3,30$; $p_1<0,01$; $t_2=1,70$; $p_2>0,05$), в КГ и в подгруппе 2 ГН ($t_1=3,51$; $p_1<0,01$; $t_2=2,64$; $p_2<0,01$) статистически значимые различия были выявлены в 1-й подгруппе ГН до лечения и во 2-й подгруппе ГН до и после лечения. Высокое достоверное снижение уровня показателей ТР выше «зоны нормы» у больных 1-й и 2-й подгрупп ГН до назначения лечения свидетельствовало о значительной мобилизации резервов регуляторных систем организма, необходимой для поддержания жизнедеятельности. К концу проводимого госпитального этапа лечения восстановление уровня ТР не произошло у больных 2-й подгруппы ГН. Оно и явилось маркером более выраженного нарушения регуляции у больных туберкулезом легких в сочетании с ВИЧ-инфекцией.

Заключение. Проведенная оценка состояния регуляторных систем и резервов организма по показателям вариабельности сердечного ритма показала, что у обследованных здоровых лиц они находились на уровнях, обеспечивающих организму нормальное гомеостатическое равновесие организма при нормальной работе регуляторных систем не выше уровня функционального напряжения с высокой мобилизацией ресурсов. У больных туберкулезом легких состояние регуляторных систем находилось на более низком уровне, особенно у пациентов с сочетанной ВИЧ-инфекцией.

Ключевые слова: вегетативная дисфункция, туберкулез легких, вариабельность сердечного ритма, туберкулез и ВИЧ-инфекция, спектральный анализ, варикардиограмма, интервалограмма

* Контакт: Лощакова Анна Игоревна, 9752827@mail.ru

ANALYSIS OF HEART RATE VARIABILITY IN ASSESSING THE AUTONOMIC STATUS OF TUBERCULOSIS PATIENTS AND IN COMBINATION WITH HIV INFECTION

¹O. N. Brazhenko, ^{1,2}A. I. Loshchakova*

¹Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, St. Petersburg, Russia

²Tuberculosis Dispensary No. 14, St. Petersburg, Russia

In this study, a comprehensive instrumental assessment of the autonomic status of tuberculosis patients and those with concomitant HIV infection at the beginning and during treatment was conducted, revealing the structure of dysfunction through heart rate variability analysis. Correcting the identified disorders will enhance the effectiveness of treatment through a comprehensive individualized approach.

The aim of the study: to assess the autonomic status of patients with tuberculosis and concomitant HIV infection during the course of treatment using spectral analysis of heart rate variability and to determine its clinical significance.

Materials and methods. The study involved 195 participants. They were divided into two groups: a control group of 70 healthy individuals and an observation group of 125 newly diagnosed patients with infiltrative and disseminated pulmonary tuberculosis, further divided into two subgroups. The first subgroup included 64 patients with pulmonary tuberculosis, and the second subgroup included 61 patients with tuberculosis combined with HIV infection. The structure of the autonomic nervous system was studied using the computer complex «Varicard 2.51» for processing variocardiograms and analyzing heart rate variability (Registration certificate for medical device dated 10.12.2007 No. FSR 2007/01390). All patients were examined under identical conditions. Calculations were performed using SPSS Statistics v. 23.

Results and discussion. The data on the assessment of the state and dynamics of the total power spectrum of RR intervals (TP) in the control group and in patients with tuberculosis and concomitant HIV infection in subgroups 1 and 2 of the observation group during treatment are presented. When comparing the frequency of TP above the «normal zone» in the control group and subgroup 1 of the observation group ($t_1 = 3.30$; $p_1 < 0.01$; $t_2 = 1.70$; $p_2 > 0.05$), in the control group and subgroup 2 of the observation group ($t_1 = 3.51$; $p_1 < 0.01$; $t_2 = 2.64$; $p_2 < 0.01$), statistically significant differences were found in subgroup 1 before treatment and in subgroup 2 before and after treatment. The significant decrease in TP levels above the «normal zone» in patients of subgroups 1 and 2 before treatment indicated significant mobilization of the body's regulatory system reserves needed to maintain vital functions. By the end of the hospital treatment stage, TP levels had not recovered in patients of subgroup 2, marking more pronounced regulatory disturbances in patients with pulmonary tuberculosis combined with HIV infection.

Conclusion. The assessment of the state of regulatory systems and the body's reserves based on heart rate variability indicators showed that in healthy individuals, these systems were at levels ensuring the body's normal homeostatic balance with the regulatory systems functioning normally without excessive stress and high resource mobilization. In patients with pulmonary tuberculosis, the state of regulatory systems was at a lower level, especially in patients with concomitant HIV infection.

Keywords: autonomic dysfunction, pulmonary tuberculosis, heart rate variability, tuberculosis and HIV infection, spectral analysis, variocardiogram, intervalogram

* Contact: Loshchakova Anna Igorevna, 9752827@mail.ru

© Браженко О.Н., Лощакова А.И., 2024 г.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Браженко О.Н., Лощакова А.И. Анализ вариабельности сердечного ритма при оценке вегетативного статуса больных туберкулезом и при сочетании с ВИЧ-инфекцией // *ВИЧ-инфекция и иммуносупрессии*. 2024. Т. 16, № 2. С. 85–93, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2077-9828-2024-16-2-85-93>.

Conflict of interest: the authors stated that there is no potential conflict of interest.

For citation: Brazhenko O.N., Loshchakova A.I. Analysis of heart rate variability in assessing the autonomic status of tuberculosis patients and in combination with HIV infection // *HIV Infection and Immunosuppressive Disorders*. 2024. Vol. 16, No. 2. P. 85–93, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2077-9828-2024-16-2-85-93>.

Введение. Распространение туберкулеза активизируется при различных условиях. Сегодня необходимо особенно выделить два из них: наличие сопутствующей ВИЧ-инфекции и низкая эффективность проводимой терапии больных туберкулезом. Несмотря на высокие достижения фармакологической индустрии и внедрение в практику новых противотуберкулезных препаратов, полностью решить этот вопрос по-прежнему не удастся. Это усугубляет адекватное лечение туберкулеза, способствует распространению инфекции и росту числа осложнений [1–4].

Успешная терапия во многих случаях невозможна без учета фундаментальных научных исследований и оптимизации существующих методик лечения [5, 6].

Применение средств патогенетической терапии в комплексном лечении больных туберкулезом усиливает противовоспалительный потенциал проводимой терапии через целенаправленное воздействие на регуляторные системы организма. Вегетативная нервная система играет ключевую роль в регуляции иммунного ответа и воспалительных процессов при туберкулезе. Выявление вегетативной дисфункции у больных туберкулезом с последующей ее коррекцией приведет к восстановлению иммунного статуса и тем самым обеспечит адекватную реакцию организма в условиях специфического воспаления и будет способствовать повышению эффективности проводимого лечения [7, 8].

Вариабельность сердечного ритма (ВСР) является важным неинвазивным методом исследования функционального состояния вегетативной нервной системы (ВНС). ВСР отражает способность сердца реагировать на различные физиологические и внешние стимулы через изменение интервалов между сердечными сокращениями. Изменения ВСР могут служить индикатором вегетативного баланса и общей адаптации организма к стрессовым факторам [9].

Снижение ВСР указывает на дисбаланс в регуляции ВНС и на повышенный риск развития различных патологических состояний, включая сердечно-сосудистые заболевания, хронический стресс, депрессию и пр. [10].

Спектральный анализ ВСР является одним из методов анализа временных рядов ВСР, который позволяет разложить сигнал на компоненты различной частоты и оценить вклад каждой из них. Этот метод предоставляет более детальную информацию о вегетативной регуляции, чем просто ана-

лиз временных характеристик. Основные компоненты спектра ВСР включают:

— Низкочастотный компонент (LF): частоты в диапазоне от 0,04 до 0,15 Гц, которые отражают как симпатическую, так и парасимпатическую активность. Этот компонент связан с механизмами регуляции артериального давления и может изменяться при различных состояниях, влияющих на автономную нервную систему.

— Высокочастотный компонент (HF): частоты в диапазоне от 0,15 до 0,40 Гц, ассоциированные в основном с парасимпатической активностью, особенно с дыхательной синусовой аритмией. HF-компонент является индикатором влияния блуждающего нерва и может снижаться при нарушениях парасимпатической регуляции.

— Сверхнизкочастотный компонент (ULF): охватывает частоты ниже 0,003 Гц. Этот компонент является важным индикатором состояния вегетативной нервной системы и общего состояния здоровья организма. В отличие от других частотных компонентов ВСР, таких как низкочастотный (LF) и высокочастотный (HF) компоненты, ULF-компонент менее подвержен влиянию кратковременных физиологических процессов, таких как дыхание или изменения положения тела.

— Общая мощность (TP): суммарная мощность спектра, отражающая общую ВСР. TP является показателем общей вариабельности и может снижаться при ухудшении общего состояния здоровья.

— Соотношение LF/HF: показатель баланса между симпатической и парасимпатической активностью. Соотношение LF/HF используется для оценки вегетативного баланса и может указывать на преобладание одной из систем [11–13].

Спектральный анализ позволяет более детально оценить изменения вегетативного статуса, что особенно важно при изучении пациентов с хроническими заболеваниями, такими как туберкулез. Понимание распределения частотных компонентов ВСР может помочь в выявлении скрытых нарушений вегетативной регуляции, которые могут быть не очевидны при использовании других методов анализа [14, 15]. Влияние туберкулеза на вегетативную нервную систему изучено недостаточно.

Цель: оценка вегетативного статуса больных туберкулезом без сочетания и в сочетании с ВИЧ-инфекцией в динамике проводимого лечения методом спектрального анализа вариабельности сердечного ритма и определение его клинической значимости.

Материалы и методы. В исследовании приняли участие 195 человек. Из них были сформированы две группы: контрольная группа (КГ) из 70 здоровых лиц и группа наблюдения (ГН) из 125 впервые выявленных больных инфильтративным и диссеминированным туберкулезом легких. В ГН выделено две подгруппы. В 1-ю подгруппу вошли 64 больных туберкулезом легких, а во 2-ю подгруппу — 61 больной туберкулезом в сочетании с ВИЧ-инфекцией, у которых функция ВНС изучалась с применением компьютерного комплекса для обработки кардиоинтервалограмм и анализа вариабельности сердечного ритма «Варикард 2.51» (Регистрационное удостоверение на медицинское изделие от 10.12.2007 № ФСР 2007/01390). Все пациенты были обследованы в однотипных условиях для диагностики вегетативной нервной системы (влияние внешних факторов среды — освещенности помещения, его температуры, цветового фона помещения, звукоизоляции и пр.), а также им были выполнены общеклинические исследования в соответствии с Федеральными клиническими рекомендациями по диагностике туберкулеза. Расчеты проводились в программе SPSS Statistics v. 23.

Результаты и их обсуждение. Вегетативная нервная система здоровых лиц КГ в большинстве случаев характеризовалась состоянием эйтонии и функциональным напряжением регуляторных систем. Состояние выраженного напряжения регуляторных систем организма, выявленного у больных 1-й подгруппы ГН, подтверждено у них проведением спектрального анализа RR-интервалов ВКГ. Проведенным сравнением мощности высокочастотного (HF), среднечастотного (LF) и низкочастотного (ULF) доменов спектра, отражающих состояние активности парасимпатической, симпатической нервной системы (ПНС, СНС) и гуморальных факторов по их средним величинам достоверного различия не выявлено. Следует отметить, что в уровне всех доменов спектра у больных отмечены более низкие величины показателей HF и более высокие — LF и ULF. Такое состояние отражало высокую напряженность регуляторных систем организма у больных туберкулезом до начала лечения, которая была компенсирована у этих пациентов мобилизацией ресурсов организма. Это подтверждено увеличением у них общей мощности спектра (TP), превысившую величину в КГ на 853,5 мс².

Взаимодействие доменов спектра RR-интервалов ВКГ в регуляторном процессе отражали два

индекса — индекс Mailik (LF/HF, IM), характеризующий состояние симпатовагального баланса и индекс ULF/HF, который определял активность в регуляции гуморальных факторов. Оба эти индексы в 1-й подгруппе больных ГН достоверно отличались от таковых в КГ. Увеличение средних величин IM и ULF/HF связано со снижением в его составляющей величины домена HF, ответственного за активность автономного контура регуляции.

При исследовании средних величин показателей ВКГ у 64 больных 1-й подгруппы ГН через 6 месяцев от начала лечения установлена их динамика. Вместе с изменением средних величин доменов спектра RR-интервалов у больных 1-й подгруппы ГН изменились и индексы LF/HF и ULF/HF. Средние величины их после проведенной терапии значительно снизились. Приведенные данные свидетельствуют о некотором улучшении активности регуляторных систем организма на фоне 6-месячной химиотерапии. Оно было связано со снижением централизации управления, связанным с умеренным снижением у больных активности СНС и гуморальных, а также с начавшимся частичным восстановлением активности автономного контура регуляции, нарушенного туберкулезной интоксикацией (табл. 1).

Состояние выраженного напряжения регуляторных систем организма, выявленного у больных 2-й подгруппы ГН, также подтверждено исследованием спектрального анализа RR-интервалов варикардиограммы. Сравнение средних величин мощностей доменов высокочастотного (HF) и среднечастотного (LF) спектров, отражающих активность обоих отделов ВНС, у больных и в КГ достоверного различия не выявило. Высокий уровень низкочастотного спектра (ULF) у больных туберкулезом в сочетании с ВИЧ-инфекцией отражал высокую активность у этих больных гуморальных факторов. Он существенно отличался от такового в КГ и у больных ГН без ВИЧ-инфекции. Такое состояние отражало очень высокую напряженность регуляторных систем организма у больных туберкулезом ГН до начала лечения. При этом общая мощность спектра RR-интервалов ВКГ при сочетании туберкулеза с ВИЧ-инфекцией (2-я подгруппа ГН) была достоверно ниже, чем в КГ. Это отражало высокую мобилизацию резервов регуляторных систем.

При анализе взаимодействия доменов спектра RR-интервалов ВКГ по индексам Mailik (LF/HF, IM) и ULF/HF во 2-й подгруппе больных ГН (больные

туберкулезом легких в сочетании с ВИЧ-инфекцией) установлено, что оба они достоверно отличались от таковых в КГ. Высокий уровень их средних величин, как и в 1-й подгруппе ГН (больные туберкулезом легких без ВИЧ-инфекции), был связан со снижени-

с тенденцией к их улучшению, но восстановления до «зоны нормы» не произошло, что свидетельствовало о сниженном вегетативном ресурсе. Отсутствие выраженной положительной динамики других показателей ВКГ во 2-й подгруппе ГН свиде-

Таблица 1

Состояние и динамика средних величин показателей спектрального анализа у больных туберкулезом легких 1-й подгруппы группы наблюдения до назначения лечения и через 6 месяцев терапии в сравнении со здоровыми людьми контрольной группы

Table 1

The state and dynamics of the average values of spectral analysis indicators in patients with pulmonary tuberculosis of the observation group of the first subgroup before the appointment of treatment and after 6 months of therapy in comparison with healthy people of the control group

Показатели спектрального анализа	Группы и подгруппы обследованных						
	КГ, n=70	ГН, 1-я подгруппа, до лечения, n=64			ГН, 1-я подгруппа, через 6 мес лечения, n=64		
	M±m	M±m	t	p	M±m	t	p
Мощность HF, %	41,1±1,9	33,5±3,8	1,79	>0,05	54,3±3,5	4,03	<0,001
Мощность LF, %	36,4±1,4	38,8±2,6	0,81	>0,05	30,3±2,1	2,54	<0,05
Мощность ULF, %	22,5±1,5	28,0±2,9	1,69	>0,05	15,4±2,3	3,40	<0,01
TP (мощность), мс ²	2666,2±220,6	3519,7±502,1	1,56	>0,05	9269,5±487,2	8,22	<0,001
LF/HF, у. е.	1,13±0,11	1,82±0,22	2,81	<0,01	0,81±0,20	3,40	<0,01
ULF/HF, у. е.	0,76±0,11	2,0±0,5	2,42	<0,05	0,79±0,3	2,08	<0,05

ем влияния в регуляции их составляющей — домена HF, ответственного за автономный контур регуляторного процесса.

При исследовании средних величин показателей ВКГ у больных 2-й подгруппы ГН через 6 месяцев от начала лечения ПТП и АРВТ выявлено высокое

тельствует о более выраженном нарушении регуляторных систем организма у больных туберкулезом легких в сочетании с ВИЧ-инфекцией, значительно больше, чем при туберкулезе легких (табл. 2).

На рис. 1 приведены данные по изучению состояния и динамики одного из компонентов спектрально-

Таблица 2

Состояние и динамика средних величин показателей спектрального анализа у больных туберкулезом легких в сочетании с ВИЧ-инфекцией до назначения лечения и в динамике через 6 месяцев лечения в сравнении со здоровыми людьми контрольной группы

Table 2

The state and dynamics of the average values of spectral analysis indicators in patients with pulmonary tuberculosis in combination with HIV infection before the appointment of treatment and in dynamics after 6 months of treatment in comparison with healthy people of the control group

Показатели спектрального анализа	Группы и подгруппы обследованных						
	КГ, n=70	ГН, 2-я подгруппа, до лечения, n=61			ГН, 2-я подгруппа, через 6 мес лечения, n=61		
	M±m	M±m	t	p	M±m	t	p
Мощность HF, %	41,1±1,9	34,5±3,7	1,63	>0,05	39,1±4,5	0,82	>0,05
Мощность LF, %	36,4±1,4	32,9±2,7	1,15	>0,05	33,1±2,5	0,54	>0,05
Мощность ULF, %	22,5±1,5	32,7±3,0	3,04	<0,01	28,1±3,6	0,98	>0,05
TP (мощность), мс ²	2666,2±220,6	1359,0±543,9	2,23	<0,05	4663,6±283,9	5,39	<0,001
LF/HF, у. е.	1,13±0,11	1,9±0,2	3,37	<0,01	2,1±0,7	0,28	>0,05
ULF/HF, у. е.	0,76±0,11	1,8±0,3	3,25	<0,01	2,2±0,7	0,53	>0,05

достоверное увеличение средних величин лишь одного показателя TP. Средняя величина его возросла по сравнению с КГ выше почти в 2 раза. Выявлена разноплановая динамика показателей

го анализа ВКГ HF в КГ и у больных 1-й и 2-й подгрупп ГН. HF, отражающий мощность высокочастотного домена спектра RR-интервалов ВКГ и активность ПНС, в КГ ниже «зоны нормы» определен

у 8 человек (8,3%), у больных туберкулезом 1-й подгруппы ГН до назначения лечения — у 33 человек (51,6%), через 6 месяцев — у 35 (54,8%) и во 2-й подгруппе ГН до начала лечения у 30 (49,1%), через 6 месяцев — у 32 (53,3%). При сравнении частоты HF в «зоне нормы» в КГ и ГН-1 ($t_1=2,87$; $p_1<0,01$; $t_2=2,70$; $p_2<0,01$), в КГ и ГН-2 ($t_1=2,47$; $p_1<0,05$; $t_2=2,57$; $p_2<0,05$) выявлены достоверные различия, свидетельствующие о снижении, а при оценке показателей HF ниже «зоны нормы» и об истощении активности в регуляторном процессе ПСНС у больных туберкулезом обеих подгрупп ГН.

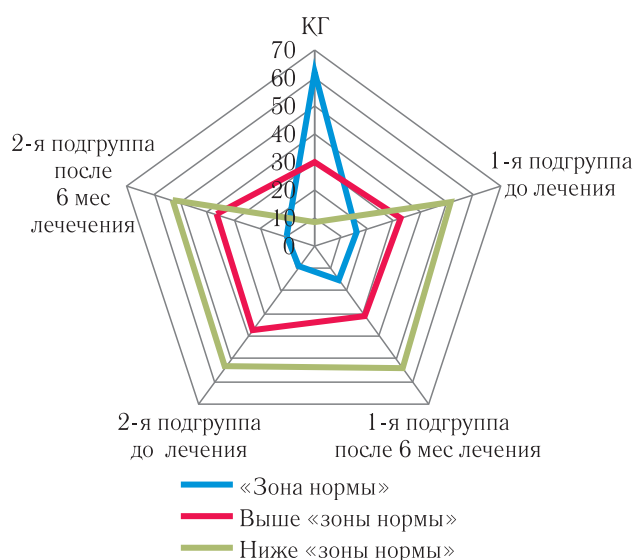


Рис. 1. Состояние и динамика показателей HF у больных группы наблюдения, 1-й и 2-й подгрупп до начала лечения и через 6 месяцев лечения и в контрольной группе

Fig. 1. The state and dynamics of HF indicators in patients of the observation group of subgroups 1 and 2 before the start of treatment and after 6 months of treatment, and in the control group

На рис. 2 приведена информация по результатам исследования состояния и динамики показателей LF в КГ и у больных туберкулезом ГН в 1-й и 2-й подгруппе в процессе проводимого лечения. Показатель LF, среднечастотный компонент спектра ВКГ ответственный за активность СНС, в КГ определен у 16 человек (26,3%), в 1-й подгруппе ГН до назначения лечения — у 43 человек (67,2%), через 6 месяцев — у 41 (64,5%) и во 2-й подгруппе ГН до начала лечения у 37 (61,3%), через 6 месяцев — у 36 (60%). Сравнением частоты LF выше «зоны нормы» в КГ и в 1-й подгруппе ГН ($t_1=3,07$; $p_1<0,01$; $t_2=2,46$; $p_2<0,05$) и в КГ и во 2-й подгруппе ГН ($t_1=2,20$; $p_1<0,05$; $t_2=2,08$; $p_2<0,05$) выявлены значимые различия, свидетельствующие о состоянии активности СНС у больных туберкулезом обеих обследуемых подгрупп ГН в период госпитального этапа лечения.

Состояние и динамика показателя ULF, являющегося низкочастотным компонентом спектра ВКГ в КГ и у больных туберкулезом обеих подгрупп ГН в период проводимого лечения отражает активность регуляторных гуморальных факторов. В КГ выше «зоны нормы» был у 7 человек (11,7%), в 1-й подгруппе ГН до назначения лечения — у 37 человек (57,7%), через 6 месяцев — у 14 (22,6%) и во 2-й подгруппе ГН до лечения у 35 (58,1%), через 6 месяцев — у 14 (23,3%). Сравнением частоты ULF выше «зоны нормы» в КГ и в 1-й подгруппе ГН ($t_1=3,15$; $p_1<0,01$; $t_2=0,55$; $p_2>0,05$), в КГ и во 2-й подгруппе ГН ($t_1=2,76$; $p_1<0,01$;

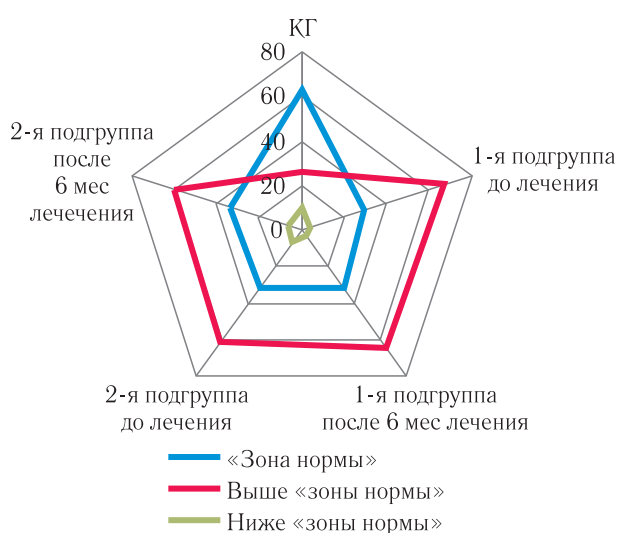


Рис. 2. Состояние и динамика показателей LF у больных группы наблюдения, 1-й и 2-й подгрупп до начала лечения и через 6 месяцев лечения и в контрольной группе

Fig. 2. The state and dynamics of LF indicators in patients of the observation group of subgroups 1 and 2 before the start of treatment and after 6 months of treatment, and in the control group

$t_2=0,58$; $p_2>0,05$) выявлены достоверные различия, свидетельствующие о высокой активности гуморального звена регуляции у больных туберкулезом легких до назначения лечения и о существенном снижении его роли при исследованиях в конце госпитального этапа лечения в двух подгруппах ГН.

Приведены данные по оценке состояния и динамики показателей общей мощности спектра RR-интервалов ВКГ (ТР) в КГ и у больных туберкулезом без сочетания и в сочетании его с ВИЧ-инфекцией в 1-й и 2-й подгруппах ГН в процессе проводимого лечения. Показатель ТР, являющийся маркером регуляторных систем организма, был выше «зоны нормы» в КГ и в 1-й подгруппе ГН ($t_1=3,30$; $p_1<0,01$; $t_2=1,70$; $p_2>0,05$), в КГ и во 2-й подгруппе ГН ($t_1=3,51$; $p_1<0,01$; $t_2=2,64$; $p_2<0,01$) статистически значимые различия были выявлены в 1-й под-

группе ГН до лечения и во 2-й подгруппе ГН до и после лечения. Высокое достоверное снижение уровня показателей ТР выше «зоны нормы» у больных 1-й и 2-й подгрупп ГН до назначения лечения, свидетельствовало о значительной мобилизации резервов регуляторных систем организма, необходимой для поддержания жизнедеятельности. К концу проводимого госпитального этапа лечения восстановление уровня ТР не произошло у больных 2-й подгруппы ГН. Оно и явилось маркером более выраженного нарушения регуляции у больных туберкулезом легких в сочетании с ВИЧ-инфекцией.

Представлены результаты исследования состояния и динамики индекса LF/HF (Mailik, IM) в КГ и в 1-й и 2-й подгруппах ГН. Сравнением частоты IM — маркера активности симпатовагального баланса, был выше «зоны нормы» в КГ и в 1-й подгруппе ГН ($t_1=2,87$; $p_1<0,01$; $t_2=0,86$; $p_2>0,05$), в КГ и во 2-й подгруппе ГН ($t_1=2,58$; $p_1<0,05$; $t_2=2,10$; $p_2<0,05$) выявлены различия, свидетельствующие о достоверном преобладании активности СНС в 1-й подгруппе ГН до лечения и во 2-й подгруппе ГН до и через 6 месяцев лечения.

Результаты изучения состояния и динамики индекса ULF/HF в КГ и в обеих подгруппах ГН отражают активность подкорковых центров и участие в регуляции организма гуморальных факторов. При сравнении частоты индекса ULF/HF выше «зоны нормы» в КГ и в 1-й подгруппе ГН ($t_1=3,30$; $p_1<0,01$; $t_2=1,70$; $p_2>0,05$), в КГ и во 2-й подгруппе ГН ($t_1=3,51$; $p_1<0,01$; $t_2=2,64$; $p_2<0,01$) выявлены статистически значимые различия. Они свидетельствовали о достоверно высокой активности гуморальных факторов, поддерживающих мобилизацию ресурсов организма больных 1-й подгруппы ГН до лечения и во 2-й подгруппе ГН до и через 6 месяцев лечения.

Заключение. Проведенная оценка состояния регуляторных систем и резервов организма по показателям вариабельности сердечного ритма

показала, что у обследованных здоровых лиц они находились на уровнях, обеспечивающих организму нормальное гомеостатическое равновесие организма при нормальной работе регуляторных систем не выше уровня функционального напряжения с высокой мобилизацией ресурсов. У больных туберкулезом легких состояние регуляторных систем находилось на более низком уровне и, особенно, у больных с сочетанной ВИЧ-инфекцией. У части больных регуляторные процессы были неудовлетворительными и отражали их срыв. Это характеризовало существенное истощение ресурсов организма, обеспечивающих его жизнедеятельность и противовоспалительный потенциал. Установлено, что у больных с сочетанной ВИЧ-инфекцией определялась высокая активность гуморальных факторов регуляции. Это существенно отличало больных с сочетанной ВИЧ-инфекцией от больных туберкулезом и от здоровых лиц и свидетельствовало об исходно низком резерве регуляции. На фоне проводимого лечения противотуберкулезными и антиретровирусными препаратами через 6 месяцев была выявлена разноплановая динамика показателей варикардиограмм с частичным улучшением их, однако восстановления до «зоны нормы» не произошло. У этих больных отмечалось значительное снижение вегетативного ресурса с выраженными нарушениями регуляторных систем организма по сравнению с больными туберкулезом легких.

Таким образом, оценка показателей варикардиограмм имеет клиническое значение. Так, применение в комплексной терапии средств восстанавливающих работу регуляторных систем организма через восстановление нарушенного гомеостатического равновесия, улучшит репаративные возможности организма и тем самым повысит качество проводимой терапии, а оценка резервов организма поможет в прогнозировании исходов туберкулезного процесса.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Global tuberculosis report 2023 editors: world health organization, reference numbers ISBN: 978-92-4-008385-1. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240083851>. WHO, 2023.
2. Беляков Н.А., Боева Е.В., Загдын З.М. и др. Эпидемиология и течение инфекционных заболеваний на фоне пандемии COVID-19. Сообщение 1. ВИЧ-инфекция, хронический гепатит С и туберкулез // *Инфекция и иммунитет*. 2022. Т. 12, № 4. С. 639–650. [Belyakov N.A., Boeva E.V., Zagdyn Z.M. et al. Epidemiology and the course of infectious diseases against the backdrop of the COVID-19 pandemic. Report 1. HIV infection, chronic hepatitis C, and tuberculosis. *Infection and Immunity*, 2022, Vol. 12, No. 4, pp. 639–650 (In Russ.)]. doi: 10.15789/2220-7619-EAC-1958.

3. Титарева Е.А., Мякишева Т.В., Чистякова Н.Г., Гуденков М.А. Туберкулез в сочетании с ВИЧ-инфекцией в условиях, улучшающейся эпидемиологической ситуации по туберкулезу // *Смоленский медицинский альманах*. 2022. № 3. С. 101–105 [Titareva E.A., Myakisheva T.V., Chistyakova N.G., Gudenkov M.A. Tuberculosis combined with HIV infection under improving epidemiological conditions for tuberculosis. *Smolensk Medical Almanac*, 2022, No. 3, pp. 101–105 (In Russ.)].
4. Цыбикова Э.Б. Туберкулез, сочетанный с ВИЧ-инфекцией, в России в период до и во время пандемии COVID-19 // *ВИЧ-инфекция и иммуносупрессии*. 2022. Т. 14, № 4. С. 29–35. [Tsybikova E.B. Tuberculosis combined with HIV infection in Russia before and during the COVID-19 pandemic. *HIV Infection and Immunosuppressive Disorders*, 2022, Vol. 14, No. 4, pp. 29–35. doi: 10.22328/2077-9828-2022-14-4-29-35 (In Russ.)].
5. Беляков Н.А., Рассохин В.В., Степанова Е.В. и др. Персонализированный подход к лечению пациента с ВИЧ-инфекцией // *ВИЧ-инфекция и иммуносупрессии*. 2020. Т. 12, № 3. С. 7–34 [Belyakov N.A., Rassokhin V.V., Stepanova E.V. et al. Personalized approach to the treatment of a patient with HIV infection. *HIV Infection and Immunosuppressive Disorders*, 2020, Vol. 12, No. 3, pp. 7–34 (In Russ.)].
6. Фролова О.П., Белиловский Е.М., Шинкарева И.Г., Юрасова Е.Д. ВИЧ-инфекция в Российской Федерации и ее влияние на заболеваемость туберкулезом // *Аналитический обзор статистических показателей, используемых в Российской Федерации*. М., 2009. С. 100–110 [Frolova O.P., Belilovsky E.M., Shinkareva I.G., Yurasova E.D. HIV infection in the Russian Federation and its impact on tuberculosis incidence. *Analytical review of statistical indicators used in the Russian Federation*. Moscow, 2009, pp. 100–110 (In Russ.)].
7. Лощакова А.И., Цыган Н.В., Железняк С.Г. и др. Изменение гомеостаза организма и исхода туберкулеза при лечении противотуберкулезными препаратами // *Вестник Российской Военно-медицинской академии*. 2018. № 3 (63). С. 95–99. [Loschakova A.I., Tsygan N.V., Zheleznyak S.G. et al. Changes in body homeostasis and tuberculosis outcomes during treatment with anti-tuberculosis drugs. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*, 2018, No. 3 (63), pp. 95–99 (In Russ.)].
8. Шовкун Л.А., Клименко Н.Ю., Аксенова В.А. и др. Медикаментозная коррекция нарушений вегетативной нервной системы у подростков, больных туберкулезом // *Туберкулез и болезни легких*. 2020. Т. 98, № 7. С. 44–50. [Shovkun L.A., Klimenko N.Yu., Aksenova V.A. et al. Pharmacological correction of autonomic nervous system disorders in adolescents with tuberculosis. *Tuberculosis and Lung Diseases*, 2020, Vol. 98, No. 7, pp. 44–50 (In Russ.)]. doi: 10.21292/2075-1230-2020-98-7-44-50.
9. Баевский Р.М., Иванов Г.Г. Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения // *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2001. № 3. С. 108–127 [Baevsky R.M., Ivanov G.G. Heart rate variability: theoretical aspects and clinical applications. *Ultrasonic and Functional Diagnostics*, 2001, No. 3, pp. 108–127 (In Russ.)].
10. Яблучанский Н.И., Мартыненко А.В. Вариабельность сердечного ритма в помощь практическому врачу. Харьков, 2010. 131 с. [Yabluchansky N.I., Martynenko A.V. Heart rate variability to assist the practical physician. Kharkov, 2010. 131 p. (In Russ.)].
11. Тоболева В.В. Спектральный анализ вариабельности сердечного ритма // *Радиоэлектроника, электротехника и энергетика: тезисы докладов*, Москва, 15–16 марта 2018 года. М.: Общество с ограниченной ответственностью «Центр полиграфических услуг «РАДУГА», 2018. С. 199 [Toboleva V.V. Spectral analysis of heart rate variability. *Radio Electronics, Electrical Engineering and Energy: Abstracts of Reports*, Moscow, March 15–16, 2018. Moscow: Center for Printing Services «RADUGA», 2018, p. 199. (In Russ.)].
12. Марченко В.Н. Механизмы нейровегетативной регуляции кардиореспираторной системы у больных бронхиальной астмой и пути коррекции выявленных нарушений: автореф. дис. ... д-ра мед. наук: 14.00.43. СПб., 2004. 37 с. [Marchenko V.N. Mechanisms of neurovegetative regulation of the cardiorespiratory system in patients with bronchial asthma and ways to correct identified disorders: author's abstract for a Doctor of Medical Sciences dissertation: 14.00.43. St. Petersburg, 2004. 37 p. (In Russ.)].
13. Шаханова А.В., Гречишкина С.С., Челышкова Т.В. и др. Спектральный анализ сердечного ритма велосипедистов в возрастном аспекте по показателям вариабельности сердечного ритма // *Физическое воспитание и спортивная тренировка*. 2020. № 4 (34). С. 164–173 [Shakhanova A.V., Grechishkina S.S., Chelyshkova T.V. et al. Spectral analysis of heart rate variability in cyclists from an age perspective based on heart rate variability indicators. *Physical Education and Sports Training*, 2020, No. 4 (34), pp. 164–173 (In Russ.)].
14. Русанов В.Б., Яхья Ю.Д., Орлов О.И. Вариабельность сердечного ритма как маркер регуляторных механизмов сердечно-сосудистого гомеостаза в космическом полете // *Авиакосмическая и экологическая медицина*. 2024. Т. 58, № 1. С. 25–31. [Rusanov V.B., Yakhya Yu.D., Orlov O.I. Heart rate variability as a marker of regulatory mechanisms of cardiovascular homeostasis in space flight. *Aerospace and Environmental Medicine*, 2024, Vol. 58, No. 1, pp. 25–31 (In Russ.)]. doi: 10.21687/0233-528X-2024-58-1-25-31.
15. Борисенко Т.Л., Снежицкий В.А., Фролов А.В. Клиническое значение нелинейных параметров вариабельности сердечного ритма у пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями // *Журнал Гродненского государственного медицинского университета*. 2020. Т. 18, № 3. С. 223–229. [Borisenko T.L., Snezhitsky V.A., Frolov A.V. Clinical significance of nonlinear parameters of heart rate variability in patients with cardiovascular diseases. *Journal of the Grodno State Medical University*, 2020, Vol. 18, No. 3, pp. 223–229. doi: 10.25298/2221-8785-2020-18-3-223-229 (In Russ.)].

Авторство: вклад в концепцию и план исследования — *О. Н. Браженко, А. И. Лощакова*. Вклад в сбор данных — *О. Н. Браженко, А. И. Лощакова*. Вклад в анализ данных и выводы — *О. Н. Браженко, А. И. Лощакова*. Вклад в подготовку рукописи — *О. Н. Браженко, А. И. Лощакова*.

Сведения об авторах:

Браженко Ольга Николаевна — доктор медицинских наук, профессор кафедры социально значимых инфекций и фтизиопульмонологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197022, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6–8, корп. 4; e-mail: spbmub-gazhenko@mail.ru; ORCID 0000–0002–3668–1536;

Лощакова Анна Игоревна — ассистент кафедры социально значимых инфекций и фтизиопульмонологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; заведующий кабинетом мониторинга туберкулеза Санкт-Петербургского государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Противотуберкулезный диспансер № 14»; 197022, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6–8, корп. 4; e-mail: 9752827@mail.ru; ORCID 0009–0004–5327–9524.