

Машин В.А., Машина М.Н.

**Анализ вариабельности ритма сердца как инструмент контроля
и оценки эффективности методов психологической релаксации.**

Нововоронежский учебно-тренировочный центр подготовки специалистов для АЭС, г. Нововоронеж

По результатам психофизиологических обследований и спектрального анализа вариабельности ритма сердца в ходе сеансов психологической разгрузки операторов АЭС обосновываются физиологические индикаторы таких негативных состояний как невротизация, депрессия, снижение функционального резерва. Приведены значения показателей вариабельности ритма сердца по данным спектрального анализа для определения уровней централизации, вегетативного баланса и общей мощности спектра, как показателя функционального резерва. Доказывается высокая эффективность применения спектрального анализа для контроля и управления процессом психологической разгрузки.

Ключевые слова: спектральный анализ, сердечный ритм, релаксация.

Heart rate variability analysis as an index of psychological relaxation.

V.A. Mashin, M.N. Mashina

Voprosy Psychologii, 2001 Jan-Feb; 1:72-81. [Article in Russian]

The results of psychophysiological study and those of spectral analysis of heart rate variability during psychological relaxation of atomic power station operators account for physiological indicators for the negative states such as neurotization, depression, functional reserve reduction. Heart rate variability figures based on spectral analysis to define the level of centralization, vegetative balance and the total spectre capacity showing the functional reserve. Spectral analysis high efficiency use to govern and monitor the psychological relaxation is demonstrated.

Психологическая саморегуляция, аутотренинг давно зарекомендовали себя как эффективные методы нормализации высшей нервной деятельности и коррекции отклонений в эмоциональной сфере человека, испытывающего стрессовые нагрузки. Сменный характер деятельности операторов АЭС, сочетание длительной монотонии с резкими переходами к нервно-психическому напряжению, сенсорной депривации с социальным десинхронизмом, значительный процент психосоматических заболеваний и невротических состояний - все это послужило основанием для разработки в лаборатории психофизиологических обследований Нововоронежского Учебно-тренировочного центра подготовки персонала АЭС (ЛПФО НВУТЦ) специального курса формирования навыков саморегуляции и аутотренинга у операторов АЭС. Этот курс включил в себя систему психотехнических упражнений, аутогенное погружение по варианту М.М. Решетникова, сеансы психологической релаксации на основе метода образной идентификации с использованием театральнo-музыкальных композиций. Проведение занятий по саморегуляции высветило проблему выработки объективных критериев оценки эффективности как отдельных методов, так и всего курса

в целом. Данные самоотчетов операторов оказались полезными, но явно недостаточными. Для решения этой проблемы мы решили воспользоваться анализом variability ритма сердца (Heart Rate Variability - HRV), который используется в ЛПФО при проведении психофизиологических обследований персонала АЭС. HRV-анализ получил широкое распространение в последние десять лет как метод, позволяющий количественно охарактеризовать активность различных отделов вегетативной нервной системы (ВНС) через их влияние на функцию синусового узла сердца, которое проявляется в колебаниях длительности RR-интервалов сердечных сокращений [6].

Методика.

В исследовании приняли участие 56 операторов АЭС, которые наряду с обследованиями в ЛПФО прошли курс психологической саморегуляции. Занятия проводились во второй половине учебного дня. Контроль за физиологическим состоянием человека в ходе занятий по саморегуляции осуществлялся через регистрацию RR-интервалов сердечного ритма с помощью аппаратурно-программного комплекса "Гранд", с последующим анализом HRV. В данном исследовании использовался спектральный анализ HRV и следующие показатели [8]:

PW (Power spectrum) - общая мощность спектра ритма сердца (уд/мин²): отражает общую активность регуляторных систем.

VLF (Very Low Frequency) - мощность (уд/мин²) в очень низкочастотном диапазоне 0.00-0.04 Hz: физиологическая природа не ясна.

LF (Low Frequency) - мощность (уд/мин²) в низкочастотном диапазоне 0.04-0.15 Hz: отражает, главным образом, активность симпатического отдела ВНС.

HF (High Frequency) - мощность (уд/мин²) в высокочастотном диапазоне 0.15-0.40 Hz: отражает активность парасимпатического отдела ВНС.

LF/HF : отражает баланс симпатического и парасимпатического отделов ВНС.

LF/(LF+HF) - нормированный показатель LF (nLF,%).

HF/(LF+HF) - нормированный показатель HF (nHF,%).

(LF+HF)/PW - доля суммарной мощности парасимпатического и симпатического отделов ВНС в общей мощности спектра (nLH,%).

Исходные записи были предварительно визуально отредактированы от артефактов (экстрасистолы, помехи) и отобраны для последующей обработки.

С учетом специфики психофизиологических обследований, нами была определена стандартная выборка равная 256 RR-интервалам [5]. Для анализа динамики процесса, обработка проводилась скользящей выборкой с шагом 10 RR-интервалов. Для расчета показателей

спектрального анализа был использован алгоритм быстрого преобразования Фурье со спектральным окном Хэмминга. Стационарность полученных выборок определялась с помощью рангового коэффициента корреляции Спирмена для среднего и дисперсии в отдельности [3]. После удаления непригодных к обработке записей, редактирования от артефактов, проверки на стационарность, для дальнейшего анализа были отобраны 5949 выборок объемом 256 RR-интервалов. Расчет и удаление тренда для спектрального анализа проводился с помощью метода наименьших квадратов. Для всех показателей рассчитывались стандартные отклонения и коэффициенты вариации по данным скользящей выборки.

В исследовании использовались два вида сеансов психологической разгрузки: аутогенное погружение по варианту М.М. Решетникова и театрально-музыкальные композиции для достижения эффекта релаксации ("Дождь", "Полет сознания"), в которых элементы аутогенной тренировки сочетались с глубоким погружением сознания в поток словесно-музыкальных образов. Продолжительность сеансов составляла около 20-30 минут. Каждому сеансу предшествовали упражнения на общее успокоение, концентрацию внимания, технику релаксации.

Запись сердечного ритма производилась в трех пробах:

1. До сеанса (продолжительность около 5 минут);
2. Во время сеанса (продолжительность 20-30 минут);
3. После сеанса (продолжительность около 5 минут).

В процессе всей регистрации обследуемый находился в спокойном состоянии в кресле с высокой спинкой, руки на подлокотниках.

Результаты исследования и их обсуждение.

Анализ динамики нормированного показателя суммарной мощности парасимпатического и симпатического отделов ВНС (nLN) позволил выделить три группы операторов. Первую группу составили обследуемые, у которых во время сеансов отмечалось устойчивое повышение показателя nLN (выше 60-70%). Во вторую группу вошли операторы с nLN в диапазоне 40-60%, в третью - со стабильно низкими значениями этого показателя (менее 40%). Заметим, что увеличению или уменьшению значений показателя nLN соответствует снижение или повышение доли мощности волн диапазона VLF в общем спектре.

В настоящее время остается неясным, что отражает мощность спектра в диапазоне VLF. Согласно данным нейрофизиологии, в продолговатом мозгу человека расположены вегетативные "центры", влияющие через периферические отделы ВНС на деятельность сердечно-сосудистой системы. Эти вегетативные центры, в свою очередь, находятся под контролем гипоталамуса,

который у позвоночных представляет собой главный нервный центр, отвечающий за регуляцию внутренней среды организма и управляющий всеми основными гомеостатическими процессами. При эмоциональном стрессе на деятельность ВНС оказывают влияние лимбическая система и корковые структуры головного мозга. Влияние этих отделов передается к сердечно-сосудистой системе через гипоталамус и средний мозг, а также непосредственно спинному мозгу. Согласно многочисленным исследованиям, показатели мощности спектра в низкочастотном и высокочастотном диапазонах отражают активность симпатических и парасимпатических отделов ВНС (вегетативных центров продолговатого мозга и гипоталамуса). Мы предположили, что мощность спектра в диапазоне VLF может служить показателем преобладающего влияния корково-лимбических отделов головного мозга на регуляцию сердечного ритма. Данное предположение созвучно выдвинутой еще в середине 70-х годов Р.М. Баевским гипотезе о двухконтурной системе управления ритмом сердца, которая включает в себя высшие вегетативные центры, находящиеся под контролем корковых механизмов, координирующих все процессы управления в организме в соответствии с условиями окружающей среды [1, 2]. Согласно этой гипотезы, чем ниже частота колебаний ритма сердца, тем выше уровень управления. При неоптимальном управлении необходима активация все более высоких уровней регуляции. Это проявляется в усилении недыхательных компонентов синусовой аритмии, в появлении медленных волн со все более высокими периодами, в возрастании их мощности.

Решающее значение для формулирования предположения о корково-лимбической природе мощности в диапазоне VLF имели результаты наших исследований. Оказалось, что все операторы из группы с повышенной мощностью спектра в диапазоне VLF находились на момент проведения сеансов психологической разгрузки в состоянии сильного эмоционального стресса, либо имели выраженную невротическую симптоматику. Приведем три примера (табл. 1).

Оператор Ш. перед сеансом испытал сильный эмоциональный стресс. Все занятие он был явно перевозбужден. Если в состоянии покоя до сеанса можно отметить повышенный пульс, лабильность показателей HRV (коэффициент вариации выше 20%), а также преобладание активности симпатической нервной системы ($LF/HF=3.51$), то во время сеанса психологической разгрузки наблюдается резкое повышение мощности волн в диапазоне VLF (с 7.39 до 20.53) и снижение nLH (с 59 до 29). Если следовать выдвинутому нами предположению о связи VLF с активностью корково-лимбических структур (КЛС), то во время сеанса влияние эмоционально переживаемого события не только не снизилось, но еще более возросло. Это подтверждается и данными самоотчета оператора, согласно которому во время сеанса он не только не смог расслабиться, но эмоциональное возбуждение еще более усилилось за счет мысленного переживания случившегося. Возможно, что именно за счет этой иррациональной сверхактивности корково-лимбических структур и происходит

известное клиницистам усиление невротической симптоматики, когда человек находится в состоянии физического покоя. Показательно, что после сеанса обычно наблюдаемая фаза мобилизации у данного оператора отсутствовала. Напротив, пульс еще более снизился, значения VLF и nLH стали близки к исходным, а вегетативный баланс стал сдвигаться в сторону парасимпатки. Положительный эффект психологической разгрузки обнаружил себя уже после окончания сеанса. В дальнейшем этот положительный эффект наблюдался уже во время сеанса и к концу курса состояние оператора стало приближаться к норме.

	ЧП	PW	VLF	LF	HF	LF/HF	nLH
Ш.1.	87.12 (2.30)	17.41 (3.54)	7.39 (1.41)	7.83 (1.61)	2.33 (0.51)	3.51 (0.67)	59% (10)
Ш.2.	83.44 (2.37)	28.78 (7.11)	20.53 (4.36)	5.91 (1.54)	2.22 (0.76)	2.88 (1.14)	29% (7)
Ш.3.	78.04 (2.28)	19.72 (5.50)	9.64 (1.45)	6.45 (1.13)	3.64 (0.59)	1.75 (0.23)	53% (8)
Б.1.	72.48 (0.23)	15.81 (1.71)	8.54 (0.55)	6.24 (0.66)	1.19 (0.14)	5.33 (0.77)	51% (5)
Б.2.	70.37 (1.01)	6.39 (0.74)	4.71 (1.03)	1.40 (0.37)	0.28 (0.10)	4.51 (1.21)	27% (5)
Б.3.	72.76 (1.78)	20.63 (0.70)	9.06 (0.93)	10.31 (1.22)	1.21 (0.13)	9.13 (1.55)	56% (6)
К.1.	68.62 (1.10)	16.21 (4.30)	5.87 (1.34)	6.03 (1.92)	4.41 (0.54)	1.31 (0.30)	65% (8)
К.2.	65.34 (1.04)	15.49 (1.33)	3.45 (0.30)	5.28 (1.34)	6.87 (0.45)	0.78 (0.24)	78% (3)
К.3.	74.38 (1.63)	28.43 (1.50)	15.81 (0.92)	7.81 (0.53)	4.79 (0.41)	1.61 (0.22)	45% (2)

Примечание. Значения стандартного отклонения даны в скобках.

Таблица 1. Средние и стандартные отклонения для основных показателей HRV обследуемых Ш., Б. и К. по каждой пробе.

В следующем примере речь пойдет об операторе Б., у которого выраженная невротическая симптоматика наблюдалась уже длительный период. Как и в первом случае характерно отчетливое снижение nLH во второй пробе. Показатель LF/HF указывает на преобладание симпатки во всех пробах. Во время сеанса общая мощность спектра (PW) уменьшилась почти на 60% (резко снизилась мощность в диапазонах LF и HF), что может служить основанием в пользу истощения ВНС. В самоотчете оператор указал, что "мышцы расслабились, сознание - нет".

Совершенно другая картина наблюдалась в группе с повышенными значениями nLH во время сеанса. Оператора К. вторично участвовал в курсе психологической саморегуляции. Отметим хорошее расслабление уже до сеанса. На это указывает снижение показателя вегетативного баланса

(LF/LH). Во время сеанса, согласно самоотчету, оператор очень глубоко расслабился, погружившись в сон. Для нас важно, что это сопровождалось не только повышением активности парасимпатического отдела ВНС, но и высокими значениями nLH , что согласно нашему предположению может свидетельствовать в пользу преобладающего влияния ВНС в регуляции ритма сердца.

Важная информация была получена из анализа гистограммы переменной nLH . На гистограмме результатов второй пробы (сеанс психологической разгрузки, количество выборок = 3740) были представлены два частично пересекающиеся (приблизительно в точке 48), но отчетливо различимые распределения. Первое распределение ($nLH < 48$) имело среднее значение равное 35.70, стандартное отклонение - 6.89. Второе ($nLH \geq 48$), соответственно, 70.8 и 10.2. Полученные данные позволили уточнить границы групп по nLH : первая группа - преобладание влияния КЛС ($nLH < 42.7$); вторая - баланс КЛС и ВНС ($42.7 \leq nLH < 60.6$); третья группа - преобладание влияния ВНС ($nLH \geq 60.6$).

Из общего числа принявших участие в исследовании, 4.26% операторов составили группу с преобладанием КЛС, 55.32% - с преобладанием ВНС.

Сгруппировав операторов по значениям nLH (как мы полагаем, отражающим уровень централизации регуляции сердечно-сосудистой деятельности) далее мы провели классификацию обследуемых по значениям вегетативного баланса ($VB = LF/HF$) и общей мощности спектра (PW) во время сеансов психологической разгрузки. Были выделены три уровня вегетативного баланса: $VB < 0.95$ ($VB1$) - преобладание влияния ПНС, $0.95 \leq VB < 1.88$ ($VB2$) - баланс ПНС и СНС, $VB \geq 1.88$ ($VB3$) - преобладание СНС.

По значениям общей мощности спектра также были выделены три уровня (четвертый - с очень высокими значениями мощности свыше 25, составил незначительную группу, психофизиологическая природа которой требует дальнейших дополнительных исследований): $PW < 4.2$ ($PW1$) - низкая мощность спектра, $4.2 \leq PW < 13.5$ ($PW2$) - средние показатели, $PW \geq 13.5$ ($PW3$) - высокая мощность спектра.

В таблице 2 приведены средние и стандартные отклонения основных показателей HRV во время психологической релаксации для операторов с преобладанием вегетативной нервной системы в регуляции сердечной деятельности. Сравнение по критерию Стьюдента средних подгрупп $VB1$ и $VB3$ (преобладание ПНС и СНС соответственно) указывает на статистически значимые ($p=0.00$) более высокие показатели частоты сердечных сокращений (ЧСС) у операторов с активной СНС для всех уровней мощности спектра ($t=5.98-11.97$).

		ЧП	PW	nLH	LF	HF	VB	Нв
VB1	PW1	68.04 (4.54)	2.61 (0.53)	73.96 (7.37)	0.63 (0.16)	1.31 (0.44)	0.54 (0.22)	148
	PW2	68.73 (8.19)	8.07 (2.58)	74.85 (7.59)	2.32 (0.96)	3.69 (1.16)	0.63 (0.18)	557
	PW3	65.98 (7.19)	20.57 (5.72)	75.76 (6.61)	5.99 (2.06)	9.49 (2.42)	0.64 (0.17)	213
VB2	PW1	77.58 (8.82)	3.30 (0.66)	70.48 (7.08)	1.36 (0.40)	0.99 (0.21)	1.36 (0.26)	130
	PW2	70.59 (9.10)	8.45 (2.62)	76.66 (7.27)	3.79 (1.30)	2.70 (0.90)	1.43 (0.25)	556
	PW3	68.69 (6.85)	21.53 (10.8)	73.19 (6.81)	9.24 (5.53)	6.57 (3.33)	1.43 (0.30)	154
VB3	PW1	73.46 (1.67)	2.70 (0.69)	69.93 (7.17)	1.33 (0.42)	0.59 (0.22)	2.32 (0.27)	108
	PW2	72.79 (6.32)	9.23 (2.77)	75.10 (7.52)	5.01 (1.75)	2.01 (0.69)	2.57 (0.72)	381
	PW3	72.03 (7.02)	27.83 (18.1)	77.45 (9.11)	16.73 (11.30)	5.18 (5.09)	3.90 (1.74)	419

Примечание. Значения стандартного отклонения даны в скобках; Нв - количество выборов.

Таблица 2. Средние и стандартные отклонения основных показателей HRV во время психологической релаксации для операторов с преобладанием вегетативной нервной системы ($nLH \geq 60.6$) в регуляции сердечной деятельности.

В таблице 3 представлены результаты по группе операторов, у которых во время сеанса было обнаружено снижение показателей nLH и, согласно нашим данным, это может служить основанием в пользу преобладания активности корково-лимбических структур мозга на регуляцию сердечной деятельности.

		ЧП	PW	nLH	LF	HF	VB	Нв
VB1	PW2	66.11 (6.75)	6.60 (1.04)	36.55 (3.58)	1.00 (0.22)	1.41 (0.23)	0.72 (0.13)	44
VB2	PW2	62.26 (11.75)	7.79 (1.82)	36.72 (3.11)	1.58 (0.44)	1.27 (0.25)	1.25 (0.22)	69
	PW3	66.78 (3.46)	22.43 (7.32)	33.79 (4.49)	4.45 (1.56)	3.11 (1.14)	1.46 (0.25)	66
VB3	PW2	70.64 (3.94)	6.43 (1.32)	30.55 (6.49)	1.56 (0.48)	0.42 (0.22)	4.14 (1.33)	130
	PW3	82.51 (1.87)	24.21 (7.08)	31.98 (5.23)	5.44 (1.43)	2.10 (0.69)	2.72 (0.81)	118

Примечание. Значения стандартного отклонения даны в скобках; Нв - количество выборов.

Таблица 3. Средние и стандартные отклонения основных показателей HRV во время психологической релаксации для операторов с преобладанием активности корково-лимбических структур мозга ($nLH < 42.7$) в регуляции сердечной деятельности.

В таблице отсутствуют ряд данных по уровням мощности спектра из-за очень малого числа выборок. Сравнение по критерию Стьюдента средних подгрупп VB1 и VB3 дало значимые ($p=0.00$) более высокие показатели частоты сердечных сокращений у операторов с активной СНС (VB3) для приведенных уровней мощности спектра ($t=5.45-24.13$). Дополнительно мы сравнили среднюю частоту сердечных сокращений в группе с преобладанием ВНС-СНС (табл. 2, VB3) и в группе КЛС-СНС (табл. 3, VB3). Для группы КЛС-СНС (PW2) наблюдалось снижение показателя t при увеличении мощности в группе ВНС-СНС: $t=6.95$ (PW1), $t=3.64$ (PW2), $t=2.16$ (PW3). При этом уровень значимости (p) изменялся от 0.00 до 0.03. Для группы КЛС-СНС с высокой мощностью спектра (PW3) все различия в ЧСС с подгруппами ВНС-СНС были очень высокими и статистически значимыми ($t=16.03-38.25$, $p=0.00$).

По данным спектрального анализа HRV можно было сложить достаточно ясную картину об эффективности воздействия сеансов психологической разгрузки на конкретных обучаемых. Выше уже приводился пример положительной динамики крайне эмоционального состояния оператора в ходе сеансов (оператор Ш.). Отметим, что при первой регистрации сердечного ритма у оператора 100% выборок характеризовались высокими значениями по КЛС, 77% - СНС (0%-ПНС) и 100% - высокими значениями общей мощности спектра (из них 80% - очень высокие). При второй регистрации этот же оператор показал 48% ВНС (0% КЛС), 82% ПНС (0% СНС), 62% средней мощности и 38% - высокой.

Позволим еще один пример положительной динамики показателей HRV в процессе сеансов психологической релаксации. При первой регистрации у оператора были отмечены следующие показатели: КЛС - 37% (ВНС - 13%), СНС - 91% (ПНС - 0%), средняя мощность - 100%. Самоотчет - "расслабиться не удалось". При второй регистрации: ВНС - 75% (КЛС - 0%), СНС - 3% (ПНС - 4%), PW1 - 57%, PW2 - 43%. Самоотчет - "расслабился, после сеанса появилось чувство бодрости".

Полученные данные позволяют наметить общую динамику показателей HRV при эффективном овладении операторами методами психологической релаксации в процессе занятий: от КЛС к ВНС, от СНС к ПНС, от высоких/низких показателей общей мощности спектра к средним. Эта динамика несет очень важную информацию для определения степени физиологической лабильности обследуемого. Для лиц с высокой лабильностью характерна крайне неустойчивое состояние во время сеансов. Глубокое погружение (преобладание ВНС и ПНС) может сменяться резкими повышениями активности СНС и ростом влияния КЛС. Такие колебания очень характерны для лиц с высокой лабильностью во время первых занятий.

По результатам психофизиологических обследований в ЛПФО, все операторы, принявшие участие в исследовании, были отнесены по своему функциональному состоянию к следующим 4

группам: норма (N1=18), астеничность (N2=11), депрессивные состояния (N3=12), невротичность (N4=15). Сравнение указанных групп по уровню централизации сердечно-сосудистой деятельности (nLH), по значению вегетативного баланса (VB) и уровню общей мощности спектра (PW) позволило установить, что в ходе сеансов психологической релаксации для группы со сниженными функциональными резервами характерно понижение общей мощности спектра до низких значений (табл. 4). Сравнение по критерию Стьюдента средних для групп "норма" и "астеничность" дало значимое снижение показателей HRV во второй группе ($t=16.85-30.41$, $p=0.00$). Согласно однофакторному анализу доля дисперсии общей мощности спектра составила 44.54%.

	ЧП	PW	VLF	LF	HF	LF/HF	nLH	SDNNa	rMSSDa
1	67.97 (11.38)	11.53 (9.53)	2.90 (2.86)	3.34 (3.02)	5.29 (4.34)	.63 (.25)	75.10 (10.41)	3.42 (1.32)	11.53 (9.98)
2	72.39 (9.80)	3.05 (.63)	1.02 (.33)	1.25 (.37)	.78 (.25)	1.71 (.49)	65.92 (8.86)	1.84 (.22)	2.34 (.78)
3	69.04 (4.73)	2.70 (.38)	.82 (.28)	.62 (.12)	1.26 (.29)	.54 (.15)	69.90 (7.39)	1.78 (.15)	3.40 (.76)
4	73.99 (9.29)	14.91 (9.79)	10.10 (6.93)	3.26 (2.09)	1.55 (1.17)	2.72 (1.47)	32.66 (5.71)	3.93 (1.41)	4.34 (2.79)
Ср.	70.35 (9.12)	9.65 (8.05)	3.95 (4.99)	2.60 (2.07)	3.09 (2.98)	1.31 (1.16)	62.96 (18.68)	3.04 (1.26)	7.16 (6.46)

Примечание. Значения стандартного отклонения даны в скобках; 1 - норма, 2 - астеничность, 3 - депрессивные состояния, 4 - невротичность.

Таблица 4. Средние и стандартные отклонения для основных показателей HRV во время психологической релаксации для различных функциональных групп.

В группе обследуемых, у которых по результатам психологического тестирования (включая ММРІ и клиническую беседу) диагностировалась депрессия, наряду со снижением общей мощности (что объединяет их со второй группой) отмечались значимо более низкие значения LF/HF-отношения ($t=5.87$, $p=0.00$), указывающее на высокое преобладание ПНС в общем вегетативном балансе (хотя по абсолютным значениям и HF и rMSSDa намного выше в первой группе). Для всех первых трех групп характерны высокие значения показателя nLH. Полученные данные подтверждаются результатами исследований депрессивных состояний зарубежными учеными. В одном из них ([7]) в ходе лечения пациентов, страдающих депрессией, была обнаружена статистически значимая зависимость улучшения состояния больных по шкале депрессии Гамильтона со снижением мощности спектра в HF диапазоне (и, соответственно, повышением LF/HF-отношения). В другом исследовании ([4]) был выполнен обзор средств управления депрессивными состояниями, которые сопровождают такие болезни как нарушение коронарных артерий, рак и синдром иммунодефицита. Было установлено, что выраженная депрессия значимо увеличивает смертность у пациентов с нарушениями коронарных

артерий. При этом авторы подчеркивают, что отличительной особенностью депрессии у больных было снижение HRV. Возможно, характерное для тяжелобольных депрессивное состояние является ответом организма на хронический стресс, который выражается в пассивном отказе от борьбы. Этот отказ отражает как состояние организма (отсутствие функциональных резервов для продолжения сопротивления внутренним источникам болезни), так и субъективное состояние человека (оценка больным сложившейся ситуации). Эта пассивная реакция и может суммироваться в снижении общей мощности спектра и в преобладании ПНС в вегетативном балансе. Показательно, что для невротических состояний нехарактерно низкое значения PW (менее 2.5% всех выборок для данной группы имели мощность спектра менее 4.2 во время сеанса). Возможное объяснение кроется в том, что невротизация это активная форма реакции организма (сознания) на существующее противоречие, в то время как депрессия - пассивная.

Сравнение результатов variability ритма сердца в процессе психологической разгрузки для групп "норма" и "невротичность" указывает на значимое снижение показателя nLN (LF+HF norm) в четвертой группе, которому соответствует повышение мощности спектра в диапазоне VLF ($t=99.24$ и -26.65 , соответственно, $p=0.00$). Для четвертой группы также характерно снижение показателей HF, rMSSDa и повышение LF/HF-отношения (низкая активность ПНС, $t=23.11$, 19.26 и -38.79 , соответственно, $p=0.00$) и практически отсутствие выборок с низкой общей мощностью спектра. Согласно нашему предположению, снижение показателя nLN во время сеанса психологической релаксации может свидетельствовать в пользу преобладания активности корково-лимбических структур в регуляции ритма сердца. При этом, что вытекает из наших результатов, активность ВНС снижается главным образом за счет ПНС.

Результаты HRV-анализа позволили оперативно выявлять лиц, которые испытывали трудности при овладении методами релаксации и корректировать занятия по индивидуальным программам. Результаты показали, что в зависимости от степени астенизации (показатель PW), скорости погружения и восстановления функциональных резервов, должны быть более гибкими по продолжительности и сеансы психической разгрузки. Чем выше астенизация, тем больше времени требуется для расслабления и восстановления, тем продолжительнее должен быть сеанс. В ходе исследований нам пришлось столкнуться с негативными состояниями после сеансов (данные самоотчетов), которые, как показали физиологические данные, были связаны с незавершенностью расслабления и форсированностью этапа мобилизации. При этом организм отвечал короткой вспышкой активности, а затем глубоким уходом в состояние релаксации. Эти лица испытывали выраженное желание продолжить сеанс. Можно прогнозировать, что использование HRV-анализа уже в ближайшем будущем позволит создать системы, которые по результатам оперативного

физиологического контроля будут способны настраивать сеансы психологической разгрузки на конкретного человека (учитывая его функциональное состояние) путем увеличения или уменьшения продолжительности сеанса, усиления отдельных компонентов (погружения, мобилизации).

С помощью спектрального анализа HRV был выполнен сравнительный анализ аутогенного погружения по варианту М.М. Решетникова (читает автор) и сеансов психологической релаксации на основе метода образной идентификации (музыкально-художественные композиции "Дождь", "Полет сознания"). Результаты показали, что аутогенное погружение по варианту М.М. Решетникова эффективно использовать на первых сеансах при овладении навыками саморегуляции. В последующем, директивная форма этих занятий, требующая сознательного контроля со стороны оператора, только мешала глубокому погружению (особенно это касалось лиц с лабильными чертами и эмоционально-возбудимых). Очень эффективно зарекомендовали себя сеансы психологической релаксации на основе метода образной идентификации, которые целесообразно использовать в занятиях после первичного овладения операторами элементами аутотренинга.

Выводы.

1. Согласно полученным результатам, преобладание мощности волн очень низкой частоты в общем спектре (низкие значения nLH) может свидетельствовать в пользу ведущей активности корково-лимбических структур головного мозга в регуляции сердечного ритма во время сеансов психологической разгрузки. Такая повышенная активность сопровождается, по данным психологической диагностики, невротической симптоматикой или выраженным эмоциональным возбуждением.

2. Для глубокого погружения в процессе сеансов психологической разгрузки характерно преобладание вегетативной нервной системы в регуляции сердечного ритма (высокие значения nLH) и парасимпатки в вегетативном балансе (низкие значения LF/HF).

3. Результаты психологической диагностики и спектрального анализа позволяют предположить, что процессы астенизации опосредованы значимым снижением показателей HRV (особенно, общей мощности спектра - PW) в процессе психологической релаксации. Таким образом, низкие значения PW могут служить индикатором снижения функциональных резервов организма.

4. Сочетание таких факторов, как вегетативный уровень регуляции сердечного ритма (высокие значения nLH), низкий уровень общей мощности спектра (PW), преобладание ПНС в вегетативном балансе (низкие значения LF/HF) в процессе сеансов психологической разгрузки, согласно данным психологической диагностики, может выступать индикатором предрасположенности к депрессии или указывать на наличие депрессивного состояния.

5. Использование HRV-анализа при регистрации сердечного ритма в ходе сеансов психологической разгрузки позволяет на уровне отдельного индивида:

- контролировать эффективность обучающих методов релаксации и самих сеансов;
- определять продолжительность сеансов;
- получать дополнительную информацию по степени астенизированности организма, по уровню невротизации и лабильности.

Полученные в ходе исследования результаты обнадеживают, но являются, как нам видится, лишь началом к более широкому и глубокому изучению. Одно можно считать достаточно бесспорно: использование HRV-анализа сердечного ритма в психологических исследованиях позволяет психофизиологу получить важную объективную информацию.

Литература.

1. Баевский Р.М. Кибернетический анализ процессов управления сердечным ритмом. /Актуальные проблемы физиологии и патологии кровообращения. - М.: Медицина, 1976. - С.161-175.
2. Баевский Р.М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии. - М.: Медицина, 1976. - 295 с.
3. Кенделл М.Дж., Стьюарт А. Многомерный статистический анализ и временные ряды. - М.: Наука, 1976. - 736 с.
4. Evans D.L., Staab J., Ward H., Leserman J., Perkins D.O., Golden R.N., Petitto J.M. Depression in the medically ill: management considerations. // *Depress Anxiety*, 1996-97, 4:4, 199-208.
5. Liao D., Cai J., Barnes R.W., Tyroler H.A., Rautaharju P., Holme I., Heiss G. Association of cardiac autonomic function and the development of hypertension. The ARIC Study. // *Am J Hypertens* 1996; 9:1147-1156.
6. Malik M. Heart rate variability. // *Curr Opin Cardiol*, 1998; 13(1): 36.
7. Schultz S.K., Anderson E.A., van de Borne P. Heart rate variability before and after treatment with electroconvulsive therapy. // *J Affect Disorders*, 1997 Jun, 44:1, 13-20.
8. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart Rate Variability. Standards of Measurements, Physiological Interpretation, and Clinical Use. // *Circulation* 1996; 93: 1043-1065.