



МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет «Клиническая и специальная психология»

Кафедра «Нейро- и патопсихология развития»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (магистерская диссертация)

на тему: «Особенности внимания и регуляция сердечного ритма при
тревожных расстройствах у взрослых»

название ВКР

Направление подготовки 37.04.01 – Психология
(код) (наименование)

Магистерская программа Нейропсихологическая коррекция и консультирование при
нарушенном развитии
(наименование)

Студент _____ С.С. Трегубов
(подпись) (дата)

Оригинальность текста – _____ %
Начальник отдела МКПО _____ Л.М. Прокопьева
(подпись) (дата)

«Допустить к защите»
Руководитель магистерской программы _____ А.И. Хромов
(подпись) (дата)

Зав. выпускающей кафедрой _____ А.И. Хромов
(подпись) (дата)

Руководитель _____ Н.А. Воронин
(подпись) (дата)

Рецензент (внешний) _____ Н.В. Воротыло
(подпись) (дата)

Рецензент (внутренний) _____ Н.В. Зверева
(подпись) (дата)

Печатная версия ВКР соответствует цифровой _____ (С.С. Трегубов)
(подпись студента)

ВКР (в формате adobe PDF) принята
для размещения в электронной библиотеке _____ (Н.Н. Илюхина)
(подпись ответственного по кафедре за размещение ВКР в ЭБ)

Москва, 2021

Аннотация

В работе рассматриваются особенности взаимосвязи показателей внимания и регуляции сердечного ритма при тревожных состояниях. По нашим предположениям показатели внимания у испытуемых с тревожными состояниями (условно-здоровые) будут отличаться от показателей внимания испытуемых с нормальными показателями тревожности. Предполагается, что когнитивная загруженность будет влиять на показатели variability сердечного ритма.

По результатам эксперимента обнаружено, что когнитивная загруженность влияет на показатели регуляции сердечного ритма. Испытуемые с высоким уровнем тревожности демонстрировали высокие показатели скорости ответов, но низкую точность в тесте Rapid Visual information Processing. А в тесте Lateralized Attention Network Test обнаружены различные стратегии выполнения заданий у испытуемых с высокой и низкой тревогой.

Перечень сокращений

АД	Артериальное давление
ВНС	Вегетативная нервная система
ВСР	Вариабельность сердечного ритма
КИГ	Кардиоинтервалография
МКБ	Международная классификация болезней
ПНС	Парасимпатическая нервная система
СНС	Симпатическая нервная система
ЦНС	Центральная нервная система
ЧСС	Частота сердечных сокращений
AER	Anterior executive region - передняя исполнительная область ЦНС
CAN	Central autonomic network - центральная автономная сеть ЦНС
HADS	The hospital Anxiety and Depression Scale - госпитальная шкала тревоги и депрессии
HRV	Heart rate variability – вариабельность сердечного ритма
LANT	Lateralized Attention Network Test - латеральный тест нейросетей внимания
RSA	Respiratory sinus arrhythmia - респираторная синусовая аритмия
RVP	Rapid Visual information Processing - тест быстрой обработки зрительной информации
STAI	State-Trait Anxiety Inventory - шкала тревожности Спилбергера-Ханина

ОГЛАВЛЕНИЕ

	стр
Введение.....	6
Глава 1. Организация психических процессов и регуляция сердечного ритма.....	10
1.1 Нейропсихология внимания.....	10
1.2 Клиническое проявление тревоги.....	11
1.3 Регуляция сердечного ритма.....	13
1.4 Взаимосвязь показателей внимания, тревоги и регуляции сердечного ритма.....	17
Глава 2. Методика и проблематика исследования.....	20
2.1 Проблема реализации процессов внимания в условиях тревожного состояния.....	20
2.2 Методы исследования.....	21
2.3 Характеристика испытуемых.....	26
2.4 Организация эмпирического исследования.....	27
Глава 3. Результаты эмпирического исследования.....	30
3.1 Результаты исследования влияния когнитивной загрузки на изменения показателей ВСП.....	30
3.2 Результаты исследования RVP.....	35
3.3 Результаты исследования LANT.....	36
3.3.1 Точность ответов.....	36
3.3.2 Время реакции.....	36
2.4 Обсуждение результатов.....	41
Заключение.....	45
Литература.....	48
Приложение.....	53

Введение

На современном этапе исследований активно внедряется биопсихосоциальный подход. Взаимосвязь между протеканием психических и физиологических процессов становится результатом когнитивной регуляции деятельности человека, которую мы планируем изучить в ходе нашей работе.

Внимание – специфическое состояние психики, характеризующееся её селективной направленностью на определенную деятельность или восприятие отдельной информации [19]. На современном этапе внимание рассматривается как трехкомпонентная система нейросетей, обеспечивающих функции поддержания бдительности, ориентировки и исполнительного контроля внимания [33].

Измерение регуляции сердечного ритма (HRV) – отражает количественный показатель, для оценки модуляции вегетативной нервной системы на сердечном синусовом узле, описывает временные колебания между последовательными интервалами R-R зубцов электрокардиограммы [20].

Тревожное расстройство по МКБ-10 входит в группу заболеваний F40-F48. Расстройство при котором симптом тревоги является ведущим и независимым от контекста ситуации включает в себя: эпизодическую пароксизмальную тревогу (F41.0), генерализованное тревожное расстройство (F41.1) и другие смешанные либо неуточненные состояния [13]. В основе расстройства преобладает стойкая тревога, способствующая развитию поведенческой и социальной дезадаптации.

Цель исследования. Изучить взаимосвязь тревожности, показателей внимания и показатели регуляции сердечного ритма.

Задачи работы.

1. Подобрать инструментальные и поведенческие экспериментальные методики, соответствующие целям исследования.
2. Изучить показатели тревожности у испытуемых на основании шкал HADS и STAI.
3. Организовать проведение эксперимента с контролем variability сердечного ритма.
4. Организовать проведение компьютерных методик RVP и LANT.
5. Изучить показатели внимания и регуляцию сердечного ритма при тревожном расстройстве у взрослых.
6. Провести обсуждение результатов исследования в свете современных данных по изучаемой проблеме и сформулировать выводы исследования.

Гипотеза исследования: 1. Показатели внимания различаются в зависимости от уровня тревожности.

2. Показатели variability сердечного ритма изменяются при когнитивной загруженности (выполнение тестов на оценку внимания).

Теоретическая основа работы составили: нейроанатомическая модель системы внимания человека [2, 33], предложенная Познером и Петерсоном в 1990 году, согласно которой процессы внимания человека рассматривают как результат взаимодействия системы поддержания бдительности/готовности (alerting), ориентировки (orienting) и исполнительного контроля внимания (executive control); представления об анатомии и физиологии вегетативной нервной системы, обеспечивающую автономную регуляцию работы сердечно-сосудистой системы организма [9, 19]; модель нейровисцеральной интеграции в регуляции и дисрегуляции эмоций [37], предложенная Тайером и Лейном в 2000 году, представляющая функциональную основу, которая объединяет аффективную регуляцию, регуляцию внимания и variability сердечного ритма. Данная функциональная система служит для описания поведенческих процессов,

связанных с целенаправленностью и приспособляемостью. Основой, для которой служит центральная автономная сеть CAN.

Методы исследования.

1. Аппаратно-программный комплекс для автоматизации и обработки электрофизиологической и психофизиологической информации и биоуправления «БОС-ПУЛЬС» (сертификат №: см. приложение 1) [10];
2. Компьютерная методика Lateralized Attention Network Test (LANT) [19];
3. Компьютерная методика Rapid Visual information Processing (RVP) [23];
4. Госпитальная шкала тревоги и депрессии (HADS) [17];
5. Шкала ситуативной и личностной тревоги Спилбергера-Ханина (STAI) [7].

Новизна и теоретическая значимость.

Тревожность рассматривается в качестве одного из основных параметров индивидуальных различий. Как правило, она повышена при нервно-психических и хронических соматических заболеваниях, а также у здоровых людей, переживающих последствия психической травмы, у лиц с отклоняющимся поведением. Тревожность в структуре интегральной индивидуальности относится к уровню свойств личности и понимается как ожидание неблагоприятного исхода в относительно нейтральных, не содержащих реальной угрозы ситуациях [18]. В данной работе будет рассмотрена взаимосвязь уровня тревожности и показателей внимания. Влиянию эмоционального состояния на когнитивные функции посвящен ряд исследований [1, 15, 16].

Основная цель нашей работы – это оценка изменения показателей внимания при высоком уровне ситуативной и личностной тревожности. Полученные данные укажут на предпосылки когнитивных искажений при

развитии тревожных состояний. Мы предполагаем, что показатели вегетативной регуляции организма, которые мы оцениваем в работе, станут дополнительным источником информации о механизмах этой связи.

Практическая значимость. Диагностика когнитивных изменений при тревожных состояниях могут служить дополнительным диагностическим критерием психоэмоциональных нарушений, а также позволит создать дополнительное лечебное воздействие для улучшения качества жизни пациентов. Внедрение когнитивных тренингов при лечении тревожных расстройств, на основании полученных данных, позволит корректировать бытовую дезадаптацию, связанную с дисрегуляцией эмоционального фона. По нашим предположениям, улучшение когнитивных способностей будет способствовать формированию навыков преодоления стрессового воздействия, что благоприятно скажется на самоощущении пациентов и регрессу тревожной симптоматики.

Глава 1. Организация психических процессов и регуляция сердечного ритма

1.1 Нейропсихология внимания

По результатам исследования мозговой организации внимания посредством изучения нейронных, структурных (ПЭТ-томография) и поведенческих данных (при локальных поражениях головного мозга), М. Познер и С. Петерсон предложили нейрофизиологическую теорию, согласно которой процессы внимания имеют собственную анатомическую базу. Выделяют три функциональные системы внимания, обеспечивающих основные функции:

- поддержания бдительности (alerting);
- пространственную ориентировку внимания (orienting);
- исполнительного контроля внимания (executive attention).

Предполагается, что бдительность обеспечивается активацией таламических и фронто-париетальных областей преимущественно правого полушария, относящихся к норадренергической нейромедиаторной системе. Ориентировку внимания обеспечивает теменная область и некоторые таламические ядра. Система исполнительного контроля внимания сопровождается активацией областей дорсолатеральной префронтальной коры (ПФК) и передней поясной извилины. Известно, что отделы дорсолатеральной ПФК активно задействованы при необходимости манипулировать информацией в рабочей памяти, оттормаживать нерелевантные задаче ответные реакции [4, 33].

Контролирующая система внимания разрешает конфликты, возникающие между двумя конкурирующими репрезентациями. На данной основе выстраивается целенаправленное поведение субъекта. В числе функций этого модуля также рассматривают селекцию мишени внимания, контроль интерференции, распределение внимания между несколькими

стимулами, мониторинг ошибок, переключение внимания между различными категориями признаков и свойств объектов.

Ориентировка способствует эффективной обработке целевого стимула за счет перемещения его в центральную область зрения, обозначают как открытую ориентировку внимания. Рассматривают и скрытую ориентировку – перемещение фокуса внимания, не сопровождаемое движениями глаз [4, 16].

Бдительностью обозначают способность к достижению и поддержанию состояния готовности к реагированию. Отображает скорость достижения оптимального уровня активации мозговыми механизмами, предназначенными для обработки целевого стимула. Также описывают устойчивость внимания при необходимости обнаружения редких или слабых целевых стимулов [22]. Для конкретного изучения данной способности и устойчивого внимания, в нашем исследовании мы применим тест на быструю обработку визуальной информации – Rapid Visual Information Processing (RVP) [23].

Описанные нейросети внимания легли с основу компьютерного теста нейросетей внимания – Attention Network Test (ANT) [22, 27]. Однако конструкция методики ANT не была предназначена для исследования асимметрии внимания. В связи с этим была предпринята попытка [22] видоизменить методику ANT, с тем чтобы избирательно оценивать роль правого и левого полушарий мозга в работе указанных модулей внимания (модификация методики была обозначена как LANT – Lateralized Attention Network Test) [3].

1.2 Клиническое проявление тревоги

Тревога - нормальная эмоция. С эволюционной точки зрения предназначена для адаптации, поскольку способствует выживанию,

побуждая человека держаться подальше от опасных мест. Начиная с XX века, повышенная тревога становится симптомом психических расстройств и входит в классификацию заболеваний. Клинический порог между нормальной адаптивной тревогой в повседневной жизни и патологической тревогой подлежит диагностической оценке, наблюдению и терапии [24].

В нашей работе основное внимание уделяется границе преобладания адаптивных эмоциональных механизмов над дезадаптивными. В какой момент тревожность человека утрачивает свою эволюционную пользу и становится расстройством? Основания для нашей гипотезы заключаются в идее, что излишняя тревожность вызывает большую загруженность психической деятельности, провоцируя тем самым когнитивные искажения. Возможно, умеренное тревожное состояние станет оптимальным для решения задач на внимание и условной нормой психического состояния.

В доклинической картине тревожных расстройств преобладают чувства постоянной скованности, неловкости и дискомфорта в социальных ситуациях. На стадии прогрессирования заболевания начинают преобладать симптомы тревоги и депрессии, что обычно и является мотивом обращения за профессиональной помощью.

При депрессии, не ситуативно обусловленная тревога, проявляется на ранней стадии заболевания и протекает наиболее остро. Для распознавания подобных синдромов в нашем исследовании будет применена госпитальная шкала тревоги и депрессии (HADS). Реактивно развиваясь, тревожное состояние преобладает над снижением эмоционального фона и заторможенностью, провоцируя расстройства сна, агитацию и мыслительную загруженность со снижением концентрации внимания и сосредоточенности. Помимо этого, пациенты жалуются на соматические проявления заболевания: тянущая боль в эпигастрии, дискомфортные ощущения за грудиной.

Таковыми факторами являются соматоформные симптомы. На первый план выступают сердечно-сосудистые нарушения при тревожных и невротоподобных состояниях. В патогенезе представляют из себя: кардиалгический синдром и синдром нарушения сердечного ритма. Нейрокардиальные нарушения всегда сочетаются с кардиофобией либо с фиксацией на собственном состоянии и страхом возможной смерти от остановки сердца [8]. Для детального изучения схожих состояний, исследования в данной работе будут проводиться под контролем регистрации регуляции сердечного ритма.

1.3 Регуляция сердечного ритма

Регуляция сердечного ритма (HRV) - это колебания временных интервалов между последовательными сердечными сокращениями. HRV определяет нейрокардиальную функцию и создается в результате взаимодействия сердца и мозга и динамических нелинейных процессов вегетативной нервной системы (ВНС). HRV - возникающее свойство взаимозависимых регуляторных систем, которые действуют в разных временных масштабах, чтобы помочь нам адаптироваться к экологическим и психологическим проблемам. Показатели сердечного ритма отражают регуляцию вегетативного баланса сердца, тонуса кровяного русла к которому относится диаметр кровеносных сосудов, регулирующий артериальное давление [34].

В исследованиях применимы различные виды регистрации сердечного ритма (полный перечень показателей см. приложение 2). Длительные исследования проводятся в условиях холтеровского суточного мониторирования. Короткие исследования с интервалами регистрации – свыше 5 мин. И краткосрочные с интервалами записи – до 5 мин. В свою очередь длительные записи применимы для изучения циркадных

органических циклов, а короткие и краткосрочные для изучения стрессовой реакции организма на раздражитель.

Полученные данные могут быть представлены в виде гистограммы и обработаны посредством временных или частотных методов.

Во временном методе основными показателями являются:

- временной интервал между сердечными сокращениями в котором удалены артефакты (NN);

- интервалы между всеми последовательными ударами сердца (RR).

Отсюда выделяют:

- стандартное отклонение интервалов NN (SDNN);

- среднеквадратическое отклонение последовательных разностей интервалов RR (RMSSD);

- процент последовательных интервалов RR, которые отличаются более чем на 50 мс (pNN 50%) [34].

По результатам кардиологических исследований: снижение показателей RMSSD и SDNN отражают угнетение тонуса парасимпатического отдела вегетативной нервной системы (ВНС), что способствует ослаблению защитного вагусного влияния, повышению тонуса симпатического отдела ВНС и как следствие риску развития аритмических нарушений сердца [28].

Измерения в частотной области оценивают распределение абсолютной или относительной мощности по четырем полосам частот:

- ультранизкие частоты (ULF $\leq 0,003$ Гц) индексируют колебания последовательных ударов от 5 мин до 24 ч. Измеряется при использовании суточных записей;

- сверхнизкие частоты (VLF 0,003 – 0,04 Гц) состоят из ритмов периодом 25 – 300 с.;

- низкие частоты (LF 0,04 – 0,15 Гц) ритмы с периодами от 7 до 25 с., зависимость от дыхания 3 – 9 уд/мин.;

- высокие частоты (HF 0,15 – 0,40 Гц) дыхательный диапазон от 9 до 24 уд/мин.

Общая мощность измеряется суммой энергии вышеперечисленных диапазонов. Для краткосрочных записей не учитывается диапазон UHF [34].

В здоровом организме парасимпатический (ПНС) и симпатический (СНС) отделы ВНС представляют собой динамические, одновременно линейные и нелинейные отношения. В состоянии покоя активность парасимпатического отдела ВНС преобладает. Сердце может замедляться до 30 и 20 ЧСС или ненадолго останавливаться. Такая реакция называется усиленным антагонизмом.

Скорость проводимости нервов ПНС выше, чем у нервов СНС. Поэтому отделы ВНС могут совершать противоречивые действия. Так, СНС может, как подавлять активность ПНС, так и увеличивать ее реактивность. После высокой стрессовой нагрузки в организме может происходить парасимпатический откат, приводящий к излишней активности желудочков.

Активность двух отделов ВНС также может быть и независимой друг от друга. Например, после аэробных упражнений активность СНС сохраняется, в то время как ЧСС включает реактивацию ПНС. Такое состояние отражает одновременно высокие показатели активности обоих отделов ВНС.

Еще одним показателем для изменения регуляции сердечного ритма является барорефлекс. При вдохе ЧСС увеличивается и через 4-5 с. повышается артериальное давление (АД). При выдохе ЧСС уменьшается и также через 4-5 с. снижается АД. Барорецепторы имеют представительства в дуге аорты и крупных артериях, реагируют на тонус сосудов и вносят свой вклад в кратковременную запись вариабельности сердечного ритма (ВСР). Барорефлекс делает возможным ускорение и замедление сердца, которое называется респираторной синусовой аритмией (RSA). Такой рефлекс

является примером влияния колебаний одной сердечно-сосудистой функции на идентичные колебания других сердечно-сосудистых функций.

Таким образом, активность ПНС и СНС вносят вклад в показатели SDNN и сильно коррелируют с мощностью ULF, VLF и LF диапазонов. В кратковременных записях основным источником вариации является парасимпатически-опосредованный RSA. Показатели SDNN являются классическим кардиологическим стандартом и указывают на патологические паттерны развития сердечных заболеваний [34].

RMSSD отражает вариацию сердечного ритма между сердечными сокращениями и является основным показателем во временной области, используемым для оценки блуждающих изменений, отраженных в ВСР [34]. Круглосуточные измерения RMSSD сильно коррелируют с pNN50 и мощностью HF. На RMSSD больше влияет ПНС, чем на SDNN. Однако, не смотря на взаимосвязь с дыхательным диапазоном, вклад дыхания в RMSSD значительно ниже, чем в SDNN.

pNN 50% - процент соседних интервалов NN, которые отличаются друг от друга более чем на 50 мс. Показатель тесно коррелирует с активностью ПНС, RMSSD и мощностью HF. За счет чего является более надежным показателем для краткосрочных записей, чем SDNN [34].

В нашей работе мы сравним вышеуказанные показатели во время покоя, когнитивной загруженности и отдыха для оценки вклада психической деятельности в работу сердца. Ранее проводимые нами исследования показали, что ситуативная тревожность тесно коррелирует с увеличением активности симпатического отдела ВНС [14].

1.4 Взаимосвязь показателей внимания, тревоги и регуляции сердечного ритма

Согласно модели нейровисцеральной интеграции, тонус блуждающего нерва, индексируемый вариабельностью сердечного ритма (BCP), может указывать на функциональную целостность нейронных сетей, участвующих во взаимодействии эмоций и внимания.

Функциональной единицей ЦНС является центральная автономная сеть (central autonomic network). Представляет из себя интегрированный компонент внутренней регуляции, посредством которой головной мозг контролирует висцеромоторные, нейроэндокринные и поведенческие реакции, которые имеют значения для приспособляемости организма и адаптивности. Структурно CAN включает переднюю поясную извилину, островную и вентромедиальную префронтальную кору, центральное ядро миндалина, паравентрикулярное и родственные ядра гипоталамуса, периаквадуктальное серое вещество, парабрахияльное ядро, ядро единственного тракта (NTS), ядро языкоглоточного нерва, вентролатеральный мозг, вентромедиальный мозг и вентральное тагментальное поле. Первичный выход CAN осуществляется через преганглионарные симпатические и парасимпатические нейроны. Важно отметить, что эти нейроны иннервируют сердце через звездчатые ганглии и блуждающий нерв. Взаимодействие этих входов с сино-предсердным узлом сердца является источником сложной вариабельности, характеризующей временной ряд сердечного ритма. Таким образом, выходной сигнал CAN напрямую связан с вариабельностью сердечного ритма (BCP). Кроме того, сенсорная информация от периферических конечных органов, таких как сердце, передается обратно в CAN, одним из важных примеров является барорецепторный рефлекс (RSA). А BCP является показателем центрально-периферической нейронной обратной связи и интеграции ЦНС и ВНС [37].

Также были идентифицированы другие функциональные единицы в ЦНС, обслуживающие исполнительное, социальное, аффективное, внимательное и мотивированное поведение у людей и животных. Одна такая функциональная единица была названа передней исполнительной областью (anterior executive region, AER). Функционально AER и его проекции оценивают мотивационное содержание внутренних и внешних стимулов и регулируют контекстно-зависимое поведение. AER и его проекции были названы ростральной лимбической системой и структурно включают переднюю, островную и орбитофронтальную кору, миндалевидное тело, периаквадуктальное серое, вентральное полосатое тело и двигательные ядра вегетативного ствола мозга [33, 37].

Нервные структуры, участвующие в системах внимания, такие как пульвинарные ядра, поясная извилина и лобно-теменная кора, влияют на аффективную обработку и находятся под ее влиянием. Кроме того, системы внимания играют важную роль в эмоциональной регуляции, позволяя организму выбирать и фокусироваться на оптимальных ответах из широкого поведенческого репертуара и подавлять менее функциональные [30].

Эмоциональное внимание относится к феномену, при котором эмоциональные стимулы с большей вероятностью модулируют внимание. Эмоциональное внимание широко изучалось с использованием парадигмы пространственных указаний Познера [32, 33], чтобы понять, как различные компоненты внимания участвуют в аффективной обработке. Установлено, что люди с высоким уровнем тревожности демонстрируют высокие показатели внимания, но испытывают трудности при переключении между стимулами в сравнении со здоровыми людьми [30].

Также люди с более низкими показателями ВСП в покое быстрее реагируют на эмоциональные стимулы в сравнении с людьми с высокими показателями ВСП. Но взамен, у людей с более низкими показателями ВСП в состоянии покоя больше нарастает вегетативная стрессовая реакция, фазовое

подавление ВСП, на пугающие стимулы, что указывает на интерпретацию слабых стимулов в значительный фактор стресса. Страдает подавление внимания к эмоциональным стимулам и переключаемость, демонстрируя нарушения эмоциональной и когнитивной регуляции.

Низкие показатели ВСП в покое обычно наблюдаются у людей с различными психическими отклонениями, включая генерализованное тревожное расстройство, панические атаки, депрессию, биполярное аффективное расстройство и шизофрению. А люди с высоким уровнем тревожности характеризуются предвзятостью внимания по отношению к угрожающим стимулам [30].

Для нашего исследования мы выбрали испытуемых с различными показателями уровня тревожности. С максимально низкими, когда испытуемые не выказывали субъективных переживаний относительно тревоги. И с высокими показателями, которые отражают тревогу выше нормы и выражаются клинически на субъективном уровне переживаний в виде жалоб на собственное психическое состояние.

Глава 2. Методика и проблематика исследования

2.1 Проблема реализации процессов внимания в условиях тревожного состояния

Исходя из теоретического обзора, мы обнаруживаем тесную связь между протеканием эмоциональных и когнитивных процессов. Последние исследования указывают на расхождения в решении когнитивных задач у испытуемых с различными уровнями тревожности. Учитывая организацию нейроанатомических структур, обеспечивающих регуляцию вегетативной нервной системы, эмоционального фона и внимания, мы не можем исключить взаимное влияние между данными процессами [26, 32, 37].

Поэтому, в исследовании мы решили сосредоточиться на особенностях протекания процессов внимания у лиц с различными уровнями тревожности. Важным фактором выступили субъективные переживания испытуемых и их жалобы относительно собственного состояния. Согласно нашей гипотезе, мы предполагаем, что дополнительная психическая нагрузка в виде эмоционального дезадаптивного состояния может послужить негативным фактором в выполнении когнитивных задач.

В качестве объективного метода измерения, мы планируем применить регистрацию ВСР, чтобы оценить соматический ответ организма на когнитивную загруженность у испытуемых с различными уровнями тревожности. Ранее в наших исследованиях мы уже обнаруживали взаимовлияние показателей ситуативной тревожности и регуляции сердечного ритма [14]. Возможно, наиболее устойчивая регуляция сердечного ритма и сохранение необходимого баланса между симпатической и парасимпатической системами позволят испытуемым эффективнее концентрироваться на выполнении заданий, тем самым повысив успешность собственных результатов.

На основании собранных результатов мы планируем предложить методы комплексного лечебного воздействия при тревожных расстройствах. Регистрация ВСР является основой для организации биологической обратной связи. Данный метод является направлением когнитивно-поведенческой психотерапии и по некоторым критериям превосходит вербальные методы терапевтического воздействия при лечении тревожных расстройств [35]. Полученные данные о процессах внимания и стратегиях выполнения когнитивных задач, при различных уровнях тревожности, могут способствовать разработке когнитивно-поведенческих моделей психотерапии и тренингов по преодолению когнитивных дефицитов, развивающихся при эмоциональных нарушениях [6, 31].

2.2 Методы исследования

1. Аппаратно-программный комплекс для автоматизации и обработки электрофизиологической и психофизиологической информации и биоуправления «БОС-ПУЛЬС».

Производство: Россия. Бослаб. В совокупности с программным обеспечением применяется для диагностики подростков и взрослых.

Метод совмещает в себе использование плетизмографического датчика, регистрацию кардиоинтервалографии и обработку компьютерным методом полученных данных. Ритмограмма рассчитывается исходя из визуальных показателей с применением математических формул. Программное и компьютерное обеспечение: персональный компьютер – ноутбук ASUS, Windows 10, 64-разрядная система, BFB Games.

Психофизиологическая регистрация проводилась индивидуально. Испытуемому предлагалось занять расслабленное положение в кресле и в течение пяти минут дышать в привычном темпе. Исключить эмоционально-окрашенные мысли, не скрещивать конечности, не напрягать мышцы. После

фиксации датчика на пятом пальце правой руки в течении двух минут производилась отладка программного обеспечения. Затем проводилась запись кардиоинтервалограммы объемом 546 интервалов RR, в ходе которой респондентам запрещалось двигаться и говорить. Следующим этапом стала запись на протяжении 15 минут в условиях выполнения методик RVP и LANT. Испытуемый занимал неподвижное положение, сосредотачивался на выполнении заданий. Запись проводилась непрерывно и в последующем была отредактирована по временным показателям выполнения методик исследования. Испытуемому запрещалось говорить. В завершении исследований в ходе отдыха проводилась регистрация объемом 546 интервалов RR, где испытуемому предлагалось занять удобное расслабленное положение в кресле, дышать в привычном темпе и исключить эмоционально-окрашенные мысли, не скрещивать конечности и не напрягать мышцы. Запрещалось двигаться и говорить.

Анализ проводился в программе Kubios HRV Standart 3.4.2 на основе MATLAB. Результатом проведения регистрации являются средние значения ЧСС – количество сердечных сокращений в мин.; RR-интервалов, рассчитывается как средний временной показатель между сердечными сокращениями на протяжении записи (синусовый ритм); нормальное распределение интервалов – NN (normal-normal), когда из записи исключаются все артефакты, связанные со значением RR; стандартное отклонение NN интервалов – SDNN квадратный корень из разброса NN, изменение этого показателя свидетельствует о смещении вегетативного баланса; NN50 - количество случаев, в которых разница между длительностью последовательных NN, превышает 50 мс; pNN50% - Процент последовательных нормальных интервалов RR синуса более 50 мс, предположительно отражает тонус блуждающего нерва в быстрых высокочастотных показателях; RMSSD - квадратный корень средних квадратов разницы между смежными NN интервалами,

среднеквадратическое значение последовательных различий RR интервалов, обеспечивает наилучшую оценку тонуса блуждающего нерва, коррелирует с pNN50 и HF [12, 28, 29].

Предполагается, что значения SDNN, RMSSD, NN50 (pNN50%) определяются преимущественно влиянием ПНС и являются отражением синусовой аритмии, связанной с дыханием. Как правило эти показатели изменяются однонаправленно, однако при длительной записи с применением функциональных проб существенное увеличение RMSSD и NN50 не сопровождается ростом SDNN. Причина в том, что первые два показателя отражают преимущественно кратковременную частоту смены ритма, зависящего от напряжения ПНС, в то время как SDNN больше реагирует на разницу между максимальными и минимальными значениями ЧСС. Это также обусловлено ростом показателей SDNN в ходе записи [12].

2. Быстрая обработка зрительной информации (Rapid Visual Information Processing – RVP) [23]. Одиночные цифры появляются по одной за раз со скоростью 100 цифр в минуту. Испытуемый должен обнаружить серию целевых последовательностей (например, 3-5-7) и нажать кнопку, когда он увидит последнюю цифру целевой последовательности. Девять целевых последовательностей появляются каждые 100 чисел. Программное обеспечение: Presentation 22.1 21.01.21.

Стимулы предъявлялись на экране ноутбука ASUS, 15,6”, глянцевый, с разрешением 1366×768 точек, частота обновления 60 Гц в количестве 800 шт. 121 стимул был в заданной целевой последовательности (3-5-7; 2-4-6; 4-6-8). Предъявление происходило на черном фоне, по центру экрана, размер стимулов 35°. Справа от центра экрана предъявлялись последовательности стимулов, которые необходимо регистрировать.

Показателями RVP выступают: RT – время (мс), затраченное на правильные ответы; SD – стандартное отклонение RT; B” – чувствительность к сигналу, отражает показатель точности ответов в тесте RVP.

Рассчитывается из числа правильных ответов (HR) по отношению к числу ложных тревог (FAR); (см. формулу в приложении 3).

3. Lateralized Attention Network Test (LANT). Латерализованный тест нейросетей внимания в модификации, предложенной в работе к.п.н. Воронина Н.А., д.б.н. Строгановой Т.А. [19]. Программное обеспечение: Presentation 22.1 21.01.21.

Стимулы предъявлялись на экране ноутбука ASUS, 15,6", глянцевый, с разрешением 1366×768 точек, частота обновления 60 Гц. Расстояние от центра экрана до целевого стимула составило 2,5°. Размер каждой стрелки по вертикали составлял 0,57°, расстояние между соседними стрелками — 0,06°. Угловой размер по вертикали ряда из пяти стимулов равнялся 3,09°. Стимулы (стрелки) черного цвета предъявлялись на светло-сером фоне.

Целевым стимулом являлась средняя в ряду стрелка, стрелки вверх и вниз от нее выступали в качестве дистракторов. Возможны были четыре различных варианта стимулов: центральная стрелка направлена вверх либо вниз, при этом стрелки-дистракторы могли быть направлены в ту же сторону (конгруэнтный стимул) либо в противоположную (конфликтный стимул).

Перед появлением каждого стимула предъявлялся один из пяти вариантов подсказки: центральная — вместо точки фиксации (крестика) появлялась звездочка того же размера; двойная — одновременно две звездочки появлялись справа и слева от точки фиксации на том же расстоянии, что и стимулы (2,5°); истинная пространственная — одна звездочка появлялась с той стороны от точки фиксации, где затем появлялся стимул; ложная пространственная — одна звездочка появлялась со стороны от точки фиксации, противоположной той, где затем появлялся стимул; нулевая — точка фиксации предъявлялась непрерывно до появления стимула (подсказка отсутствовала).

Предъявлялись три блока заданий, по 51 пробе в каждом. Проба начиналась с появления точки фиксации в центре экрана, время

предъявления которой варьировало в случайном порядке от 400 до 1600 мс. В дальнейшем на 150 мс на экране появлялся один из пяти вариантов подсказки (в случае двойной, истинной и ложной подсказки во время ее предъявления точка фиксации оставалась на экране), после чего испытуемые снова видели только точку фиксации в течение 450 мс. Следующим событием было предъявление в правой или левой части экрана стимула на 170 мс, после чего в течение 1830 мс - до первого нажатия кнопки испытуемым – экран оставался пустым. В случае правильного ответа испытуемого сразу же предъявлялась положительная обратная связь (испытуемые слышали звуковой сигнал; длительность – 200 мс), в случае неправильного, либо если в течение 1830 мс испытуемый не нажал ни одну из кнопок, предъявлялась отрицательная обратная связь (прежнее стимульное изображение и однотонный звуковой сигнал; длительность – 200 мс). Таким образом, длительность одной пробы была не менее 470 мс и не превышала 2500 мс. После выполнения одного блока (51 пробы) испытуемые отдыхали в течение 1-2 минут [4].

Испытуемый садился в кресло на расстоянии около 60 см от монитора ноутбука. Ответы на предъявляемые стимулы осуществлял нажатием кнопок «вверх» или «вниз» кнопочного устройства – джойстика фирмы Genius.

4. Госпитальная шкала тревоги и депрессии (The hospital Anxiety and Depression Scale – HADS) [17].

Вопросы и варианты ответа предъявлялись в виде списка утверждений испытуемому на экране персонального компьютера. Испытуемый выбирал нужный вариант с помощью компьютерной мыши.

Шкала предназначена для определения уровня тревоги и депрессии. Представляет из себя 14 утверждений относительно актуального состояния испытуемого (7 утверждений для оценки тревоги; 7 утверждений для оценки депрессии). Испытуемому предлагается 4 варианта ответа на каждое утверждение.

Уровень тревоги и депрессии оценивается исходя из суммированных баллов по каждой категории (часть 1 – тревога; часть 2 – депрессия): «0-7» норма; «8-10» субклинически выраженная тревога/депрессия; «11 и выше» - клинически выраженная тревога/депрессия. Максимальное количество баллов по одной из категории – 21.

5. Тест Спилбергера-Ханина. Шкала тревоги Спилбергера (State-Trait Anxiety Inventory, STAI) с русскоязычной адаптацией Ю.Л. Ханина.

Вопросы и варианты ответа предъявлялись испытуемому на экране персонального компьютера в виде списка утверждений. Испытуемый выбирал нужный вариант ответа с помощью компьютерной мыши.

Определяет уровень тревожности (ситуативной и личностной) исходя из шкалы самооценки. Испытуемому предлагается заполнить опросник, состоящий из сорока вопросов согласно инструкции: прочитайте внимательно каждое из приведенных ниже предложений и выберите соответствующую цифру справа в зависимости от того, как вы чувствуете в данный момент. Отвечайте первое, что пришло в голову.

Оценивается уровень личностной и ситуативной тревожности. До 30 баллов – низкая; 31-45 баллов – средняя; 46 и более баллов – высокая тревожность [7].

Для обработки результатов экспериментов использовали статистический пакет Statistica 10. Обработка показателей ВСП в условиях покоя и когнитивной нагрузки происходила с помощью рангового дисперсионного анализа Фридмана ANOVA. Для обработки результатов методики LANT использовали модуль дисперсионного анализа с факторами повторных измерений (repeated measures ANOVA).

2.3 Характеристика испытуемых

Исследования проводились среди сотрудников ГБУЗ «Центр паллиативной помощи ДЗМ» г. Москва. В качестве испытуемых выбраны условно-здоровые участники с жалобами на тревожное состояние, испытывающие дискомфорт в бытовой сфере. Непосредственно пациенты с тревожными расстройствами к проведению исследований не привлекались ввиду условий эпидемиологической обстановки. Дополнение к выборке составили испытуемые с различными уровнями тревожности без субъективных жалоб на собственное состояние. Всего в исследовании приняли участие 10 испытуемых, женщины, средний возраст составил 32,7 (± 10) лет (табл. 1).

2.4 Организация эмпирического исследования

Перед началом испытаний все участники эксперимента выразили добровольное информированное согласие в устной форме. Испытуемым разъяснено, что они могут отказаться от прохождения испытаний в любой момент или запретить использование собственных результатов, полученных в ходе эмпирического исследования.

На этапе сбора анамнестических данных все участники эксперимента подтвердили у себя отсутствие психических и соматических заболеваний. Ряд условно-здоровых испытуемых с симптоматикой тревожного расстройства прошли доклинический диагностический этап и клиническое интервьюирование с целью оценки субъективных переживаний своего состояния. По запросу участников, после завершения эксперимента, им была оказана клиничко-психологическая помощь с разработкой индивидуальных рекомендаций.

Первый этап эксперимента был нацелен на сбор данных по методикам оценки тревожности (HADS; STAI). После обработки данных формировались две группы испытуемых, подразделенных по принципу нормального (низкого и среднего) и клинически выраженного уровней тревожности. По завершению компьютерного тестирования формировался график проведения индивидуальных испытаний.

Вторым этапом выступил сбор данных по результатам тестов RVP и LANT под контролем записи ВСП. В индивидуальном порядке испытуемые были приглашены в комнату размером 2 × 5 м², оборудованную исследовательским оборудованием, мягкими креслами в количестве 2-х штук и столом. В условиях проведения эксперимента достигнута максимальная шумоизоляция. Испытания проводились в первой половине дня при дневном освещении. Получив инструкции от экспериментатора, участники занимали место в кресле, в расслабленном положении. После чего накладывался плетизмографический датчик для КИГ-регистрации на пятый палец левой руки. При стабилизации сердечного ритма запускалась «Запись 1», для оценки исходного состояния показателей ВСП испытуемого. На протяжении всей регистрации участником запрещалось двигаться и говорить. Исключались эмоционально-окрашенные мысли. Запись проводилась в количестве 526 интервалов между сердечными ударами (~ от 5 до 7 мин.).

Следующая «Запись 2» для оценки влияния когнитивной загруженности на показатели ВСП испытуемых, регистрировалась с начала прохождения теста RVP и завершалась по окончанию прохождения методики LANT (продолжительность всей регистрации ~ 15 мин). На время записи участникам также запрещалось двигаться и разговаривать (за исключением движений большими пальцами обеих кистей, для ответа на тестовые задания). Каждый тест начинался с выполнения тренировочной сессии, где участник мог получить инструкции и практические навыки по правильному выполнению заданий.

Первой методикой выступил тест RVP, где испытуемому предъявлялись цифры в прямоугольнике белого цвета (по центру экрана, стимул - 35°) на черном фоне. Участнику было необходимо зарегистрировать последовательность 3-х цифр в 3-х вариантах их предъявления (3-5-7, 2-4-6, 4-6-8) нажатием на кнопку джойстика Genius. Всего было предъявлено 121 стимулов целевых серий цифр, 800 стимулов в совокупности всего теста.

Второй методикой выступил тест LANT, в ходе которого участникам предъявлялись черные стимулы в виде стрелок (5 шт.), звездочек (1-2 шт.) и перекрестия на светло-сером фоне. Тест проходил в 5 этапов: «тренировочный 1» для ознакомления со стимулами и способами их регистрации, «тренировочный 2» с условиями проведения теста, видов подсказок и времени на регистрацию стимулов. После чего проводились 3 рутинных этапа, при котором испытуемые регистрировали ответы на задание теста при помощи 2-х кнопок на джойстике Genius. Время отдыха между этапами составляло ~1-2 мин.

В завершении тестов «Запись 2» прекращалась. Участник занимал удобное расслабленное положение и запускалась заключительная регистрация показателей ВСР – «Запись 3». Целью которой стала оценка восстановления показателей ВСР после когнитивной загруженности. Запись длилась на протяжении 526 интервалов между сердечными сокращениями.

Все записи были отредактированы вручную, с целью исключения артефактов, в компьютерной программе Kubios HRV Standart 3.4.2 на программной платформе MATLAB. В результате чего получено 4 записи показателей ВСР, отражающие функциональные состояния испытуемых: покой, выполнение теста RVP (исключая тренировочный этап), выполнение теста LANT (исключая тренировочный этап) и отдых.

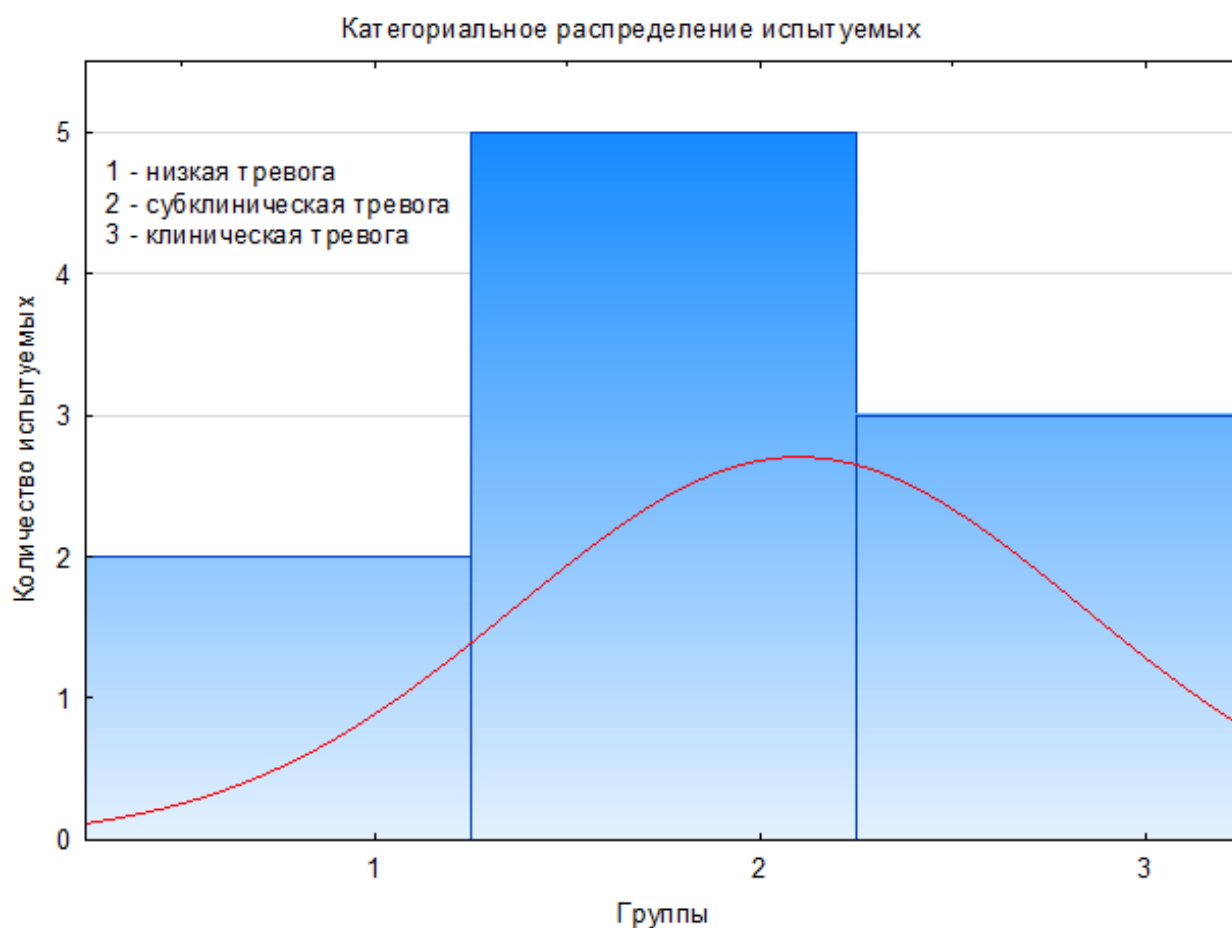
Глава 3. Результаты эмпирического исследования

3.1 Результаты исследования влияния тревожности на показатели ВСП в условиях когнитивной загрузки

Уровень тревожности испытуемых оценивали по результатам заполнения опросника HADS (график 1). Для чего испытуемых подразделили на 3 группы: 1 – низкая тревога; 2 – субклиническая тревога; 3 – клинически выраженная тревога.

График 1.

Количество испытуемых в условиях разделения на категориальные группы по результатам шкалы HADS.



Уровень ситуативной и личностной тревожности оценивали по результатам STAI (график 2, 3).

График 2.

Распределение испытуемых в зависимости от количества набранных баллов ситуативной тревожности по STAI.

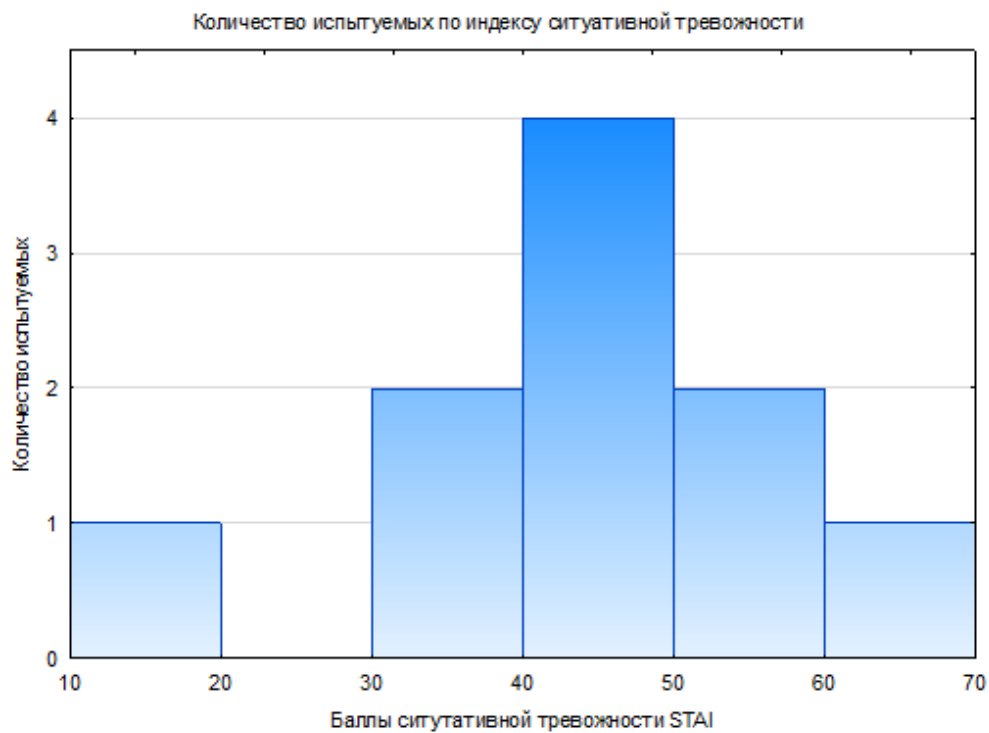
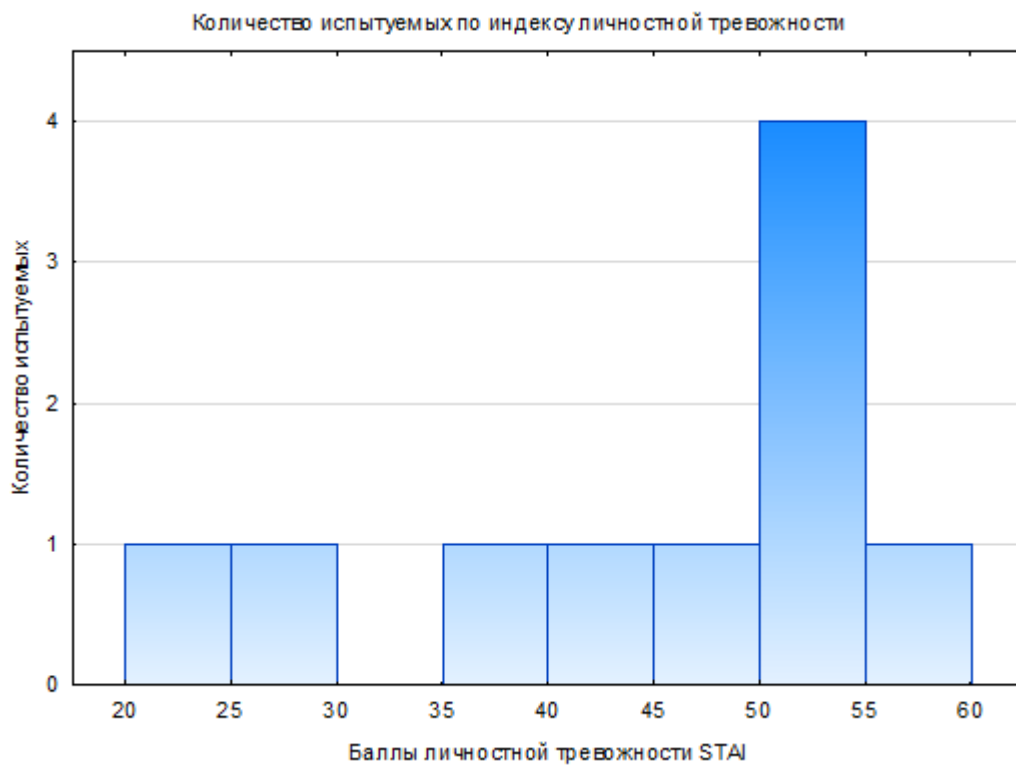


График 3.

Распределение испытуемых в зависимости от количества набранных баллов личностной тревожности по STAI.



Для статистической оценки взаимосвязи показателей тревожности применен метод ранговой корреляции Спирмена, по результатам которого показатели тревоги HADS коррелируют с ситуативной тревожностью STAI ($p = 0,0004$) и с личностной тревогой STAI ($p = 0,002$).

В результате серии проведенных дисперсионных анализов, достоверного влияния тревожности на изменение показателей ВСР в условиях различных функциональных состояний – не обнаружено.

3.1 Результаты исследования влияния когнитивной загрузки на изменения показателей ВСР

Для статистической оценки показателей ВСР в условиях покоя, когнитивной загрузки при выполнении тестовых проб и отдыха после проведения испытаний применен статистический метод обработки F-критерий Фрийдмана ANOVA для взаимосвязанных выборок.

Один из испытуемых был исключен из статистического анализа ВСР ввиду технических сложностей разделения записи при выполнении заданий на когнитивную загрузку. В статистической обработке результатов влияния когнитивной загрузки на показатели ВСР приняли участие 9 испытуемых.

ЧСС (HR) и все показатели ВСР показывали достоверное различие в рамках 4 стадий эксперимента (покой, выполнение тестовых заданий RVP, выполнение тестовых заданий LANT, отдых). Статистические результаты представлены в таблице 2.

Результаты статистической обработки показателей ВСП методом F-критерий Фридмана ANOVA для взаимосвязанных выборок.

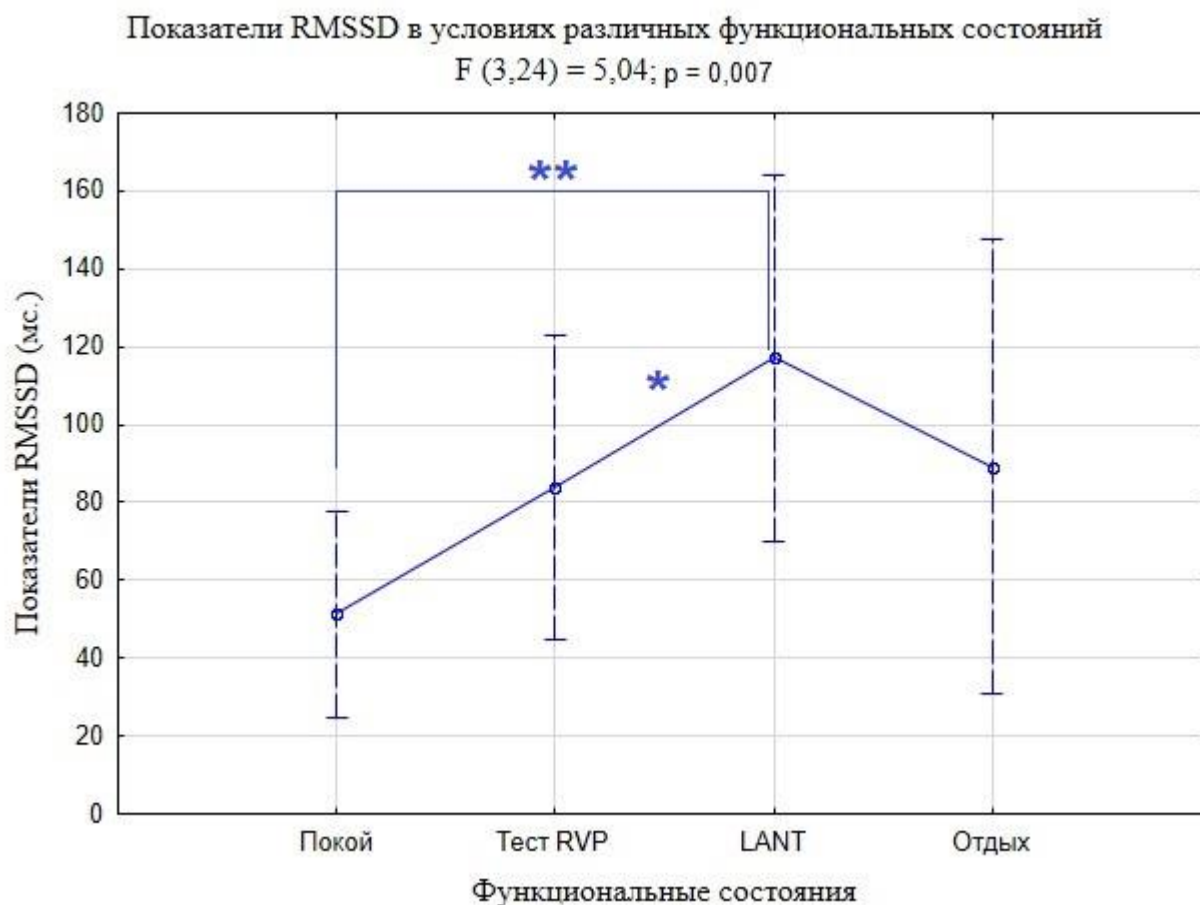
Показатели ВСП	Статистические показатели
HR	$r = 9,5; p = 0,02$
RR	$r = 9,8; p = 0,01$
SDNN	$r = 15; p = 0,001$
NN50	$r = 18,2; p = 0,0004$
pNN50	$r = 12,3; p = 0,006$
RMSSD	$r = 13,4; p = 0,003$

Таким образом, результаты анализа показывают, что наличие когнитивной нагрузки влияет на изменения variability сердечного ритма, регистрируемые посредством временных показателей.

Применив метод повторных измерений repeated measures ANOVA, мы выявили тенденцию роста RMSSD, представленную на рисунке 1.

Для статистической оценки различий RMSSD при конкретных функциональных состояниях мы применили T-критерий Вилкоксона для парных значений.

Результаты статистической обработки RMSSD. Символами * показаны достоверные различия (Т-критерий Вилкоксона) между функциональными состояниями, где 1 символ – $p < 0,05$; 2 символа – $p < 0,01$.



На графиках мы можем наблюдать тенденции роста у показателей RMSSD в условиях покоя, когнитивной загрузки и отдыха. Значимые различия достигнуты в результате сравнения RMSSD в покое и при выполнении теста LANT ($p < 0,01$), а также между выполнением теста RVP и LANT ($p < 0,05$). На момент отдыха показатели ВСР стремятся к исходным показателям, которые были зарегистрированы при покое, однако достоверных различий между состоянием когнитивной загрузки и в условиях отдыха не обнаружено.

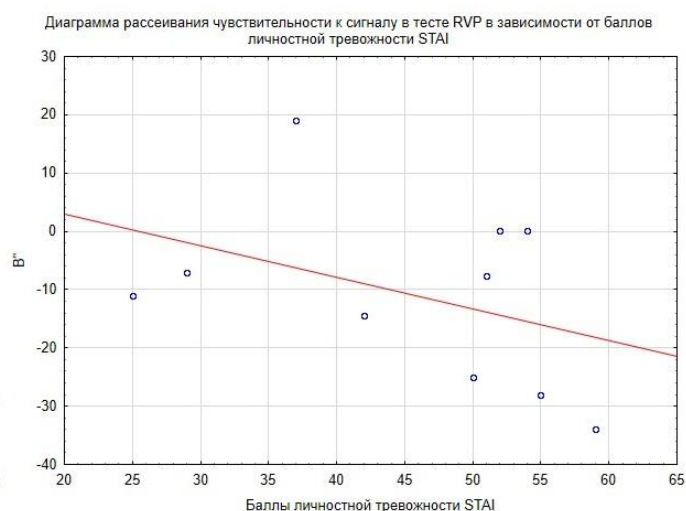
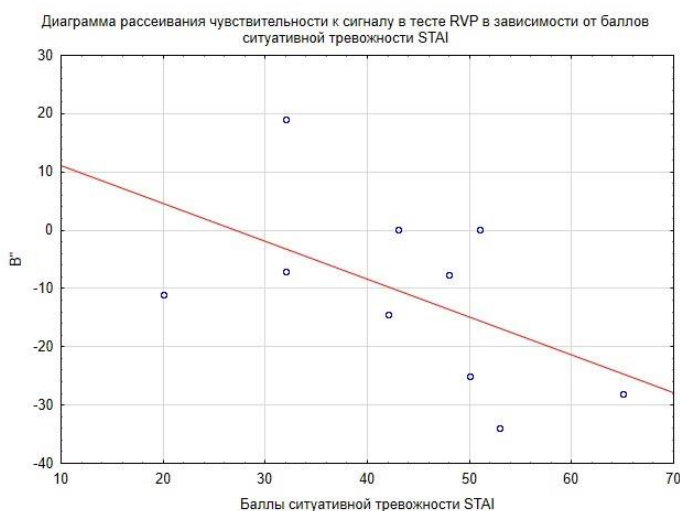
3.2 Результаты исследования RVP

Медианное значение показателя чувствительности в тесте RVP равняется -9 (от -34 до 19). Среднее значение показателя времени ответов в тесте RVP равняется 309 ± 60 мс. Показатели времени и точности ответов в тесте RVP значимой корреляционной зависимости не обнаруживают.

Для выявления взаимосвязи бдительности и показателей тревожности использовали метод ранговой корреляции Спирмена. Мы обнаружили тенденцию снижения показателя чувствительности к сигналу В” в тесте RVP у испытуемых с более высоким уровнем ситуативной и личностной тревожности STAI ($r=-0,5$; $p=0,1$); (диаг. 1). Анализ скорости правильных ответов в RVP также отражал тенденцию к увеличению скорости ответов у испытуемых с более высокими показателями ситуативной и личностной тревожности STAI, которая была выражена в меньшей степени. Значимой корреляцией скорости ответов в тесте RVP и в тесте LANT обнаружено не было.

Диаг. 1

Точечное рассеивание значений ситуативной (слева) и личностной (справа) тревожности в зависимости от показателей чувствительности (В”) в тесте RVP



3.3 Латерализованный тест нейросетей внимания (LANT)

3.3.1 Точность ответов

Проводили дисперсионный анализ с фактором повторных измерений по показателям точности ответов испытуемых в тесте LANT, в котором оценивали влияние факторов «тип стимула», «сторона предъявления» и «тип подсказки» ($2 \times 2 \times 5$ ANOVA).

Точность ответов испытуемых не различалась в зависимости от характеристик предъявляемых стимулов (конфликтные/конгруэнтные), либо от условий их предъявления (тип подсказки); (среднее значение $96,5 \pm 2,2\%$).

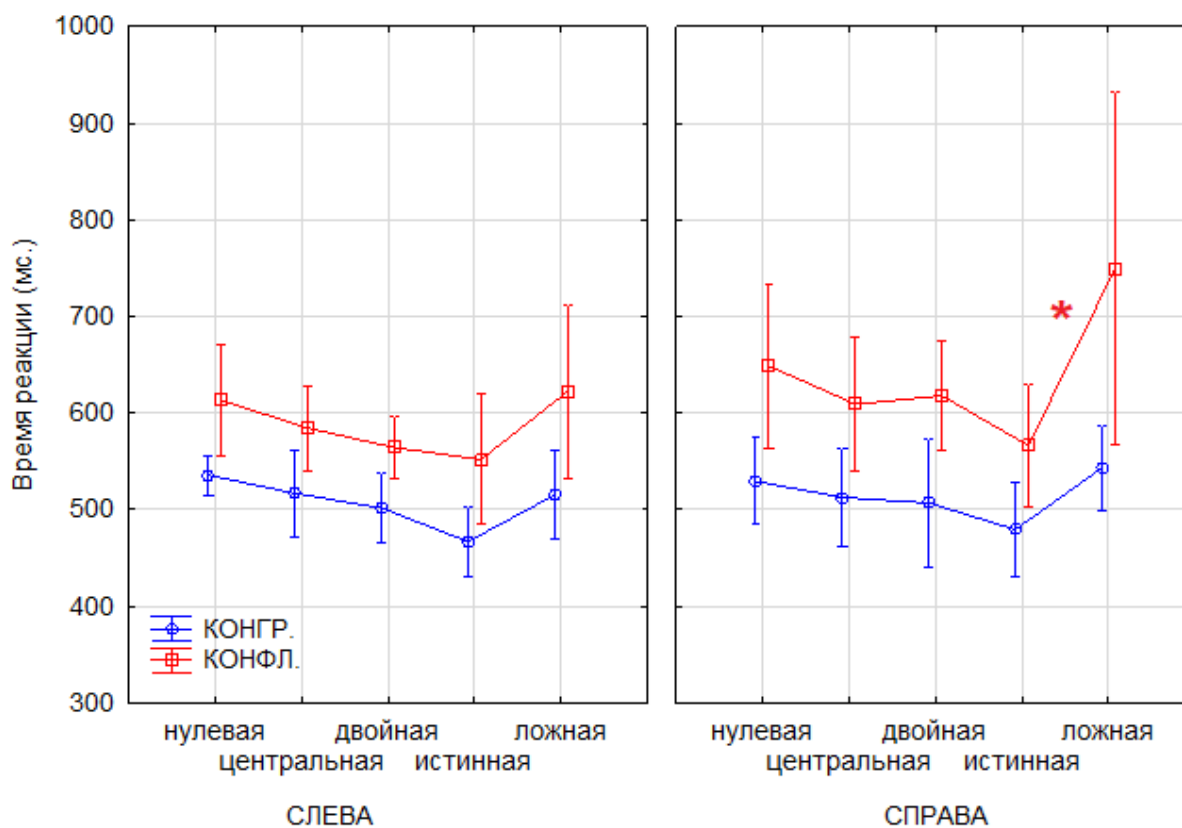
3.3.2 Время реакции

Проводили дисперсионный анализ с фактором повторных измерений по показателям времени ответов испытуемых в тесте LANT, в котором оценивали влияние факторов «тип стимула», «сторона предъявления» и «тип подсказки» ($2 \times 2 \times 5$ ANOVA).

На скорость ответов испытуемых значительно влиял тип стимула ($F[1,4]=22,5$; $p<0,001$): вне зависимости от других условий предъявления, испытуемые отвечали в среднем быстрее на конгруэнтные стимулы по сравнению с конфликтными. Также обнаружен значимый эффект фактора «тип подсказки» ($F[4,42]=11,7$; $p<0,001$); (рис. 2).

Среднее время реакции (вертикальная ось) всех испытуемых на конгруэнтные и конфликтные стимулы (цвет линий) при разных типах подсказок (горизонтальная ось) и сторонах предъявления.

Символами * показаны достоверные различия между подсказками, где 1 символ – $p < 0,05$



Испытуемые значительно медленнее реагировали на конфликтные стимулы при предъявлении в правое полушарие зрения, что было особенно выражено при их предъявлении после ложной подсказки (рис. 2).

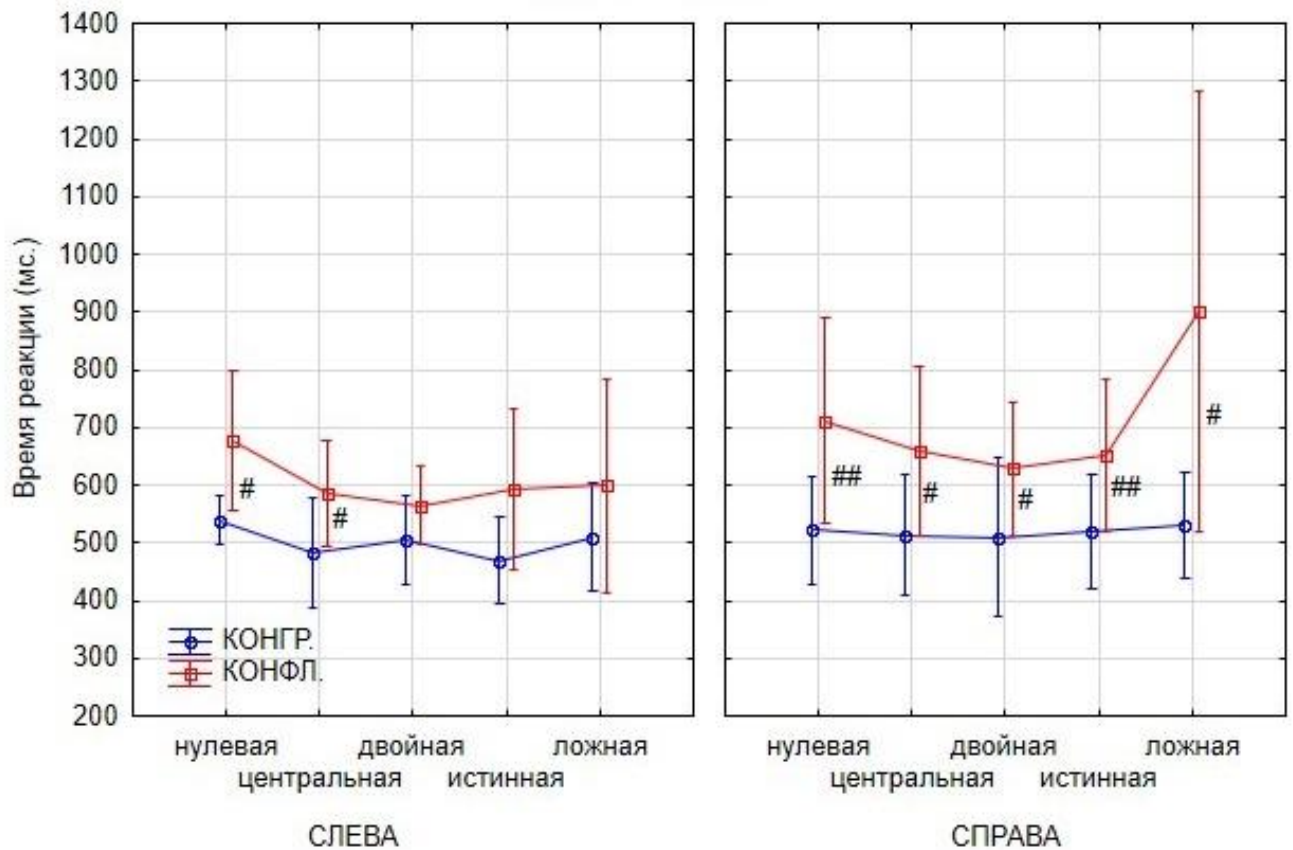
Поскольку средняя точность ответов казалась близкой к 100% для дальнейшего анализа взаимосвязи результатов выполнения теста LANT и показателей тревожности проводили дисперсионный анализ по показателям времени реакции по описанной выше схеме, в котором в качестве категориального предиктора участвовал показатель тревоги HADS (3 группы $\times 2 \times 2 \times 5$ ANOVA).

Испытуемые с высоким уровнем ситуативной тревожности выполняли LANT в среднем с более высокой скоростью ответов ($F[1,4]=9,4$; $p=0,01$). И по шкале HADS испытуемые с клинически выраженной тревожностью демонстрировали значимо более высокую скорость реагирования на стимулы

($F[5,3]=9,1$; $p<0,001$). Зависимости скорости ответов испытуемых от выраженности тревожности при реагировании на разные типы подсказок либо разные типы стимулов (конфликтный/конгруэнтный) выявлено не было.

Рис. 3

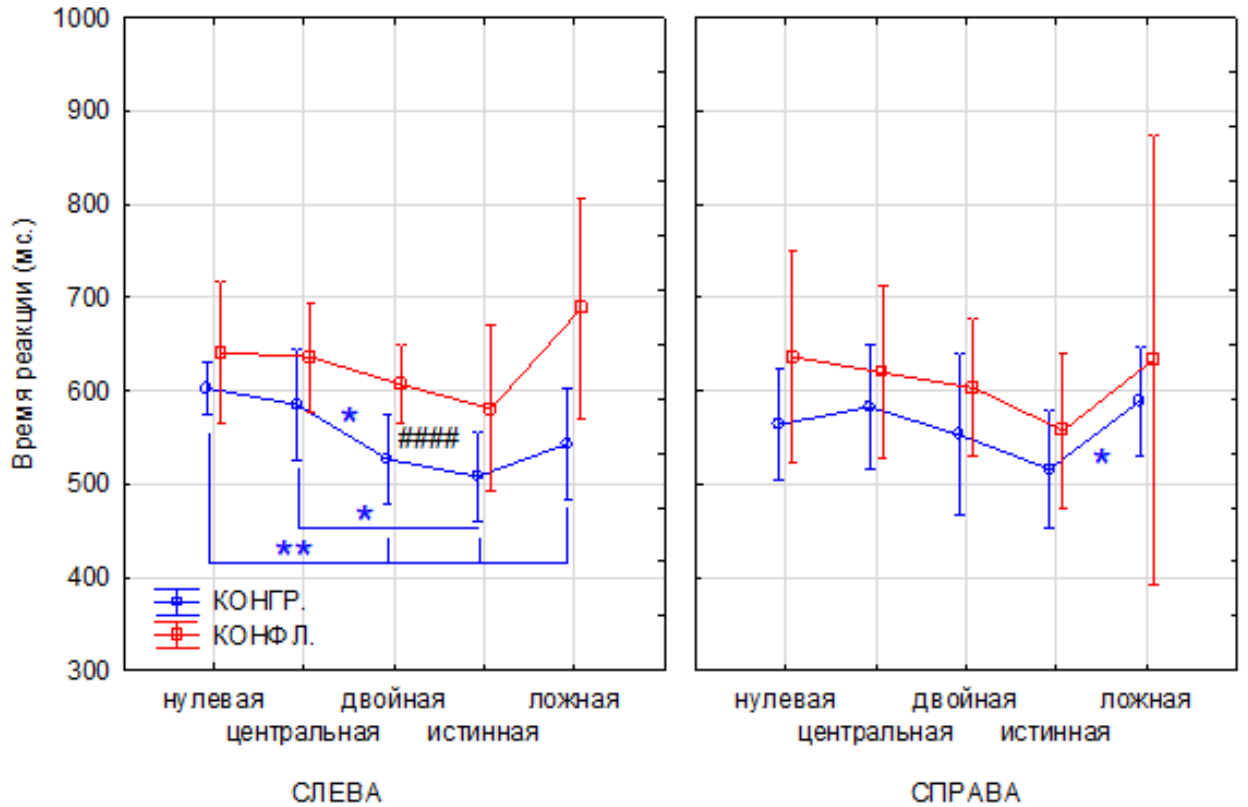
Среднее время реакции (вертикальная ось) испытуемых с нормальным состоянием по HADS на конгруэнтные и конфликтные стимулы (цвет линий) при разных типах подсказок (горизонтальная ось) и сторонах предъявления. Символами # показаны достоверные различия между стимулами, где 1 символ – $p<0,05$, 2 символа – $p<0,01$



По данным парных сравнений выявлено, что время реакции испытуемых с низкой тревогой HADS зависело почти исключительно от типа целевого стимула (конфликтный/конгруэнтный), но не от типа подсказки (рис. 3).

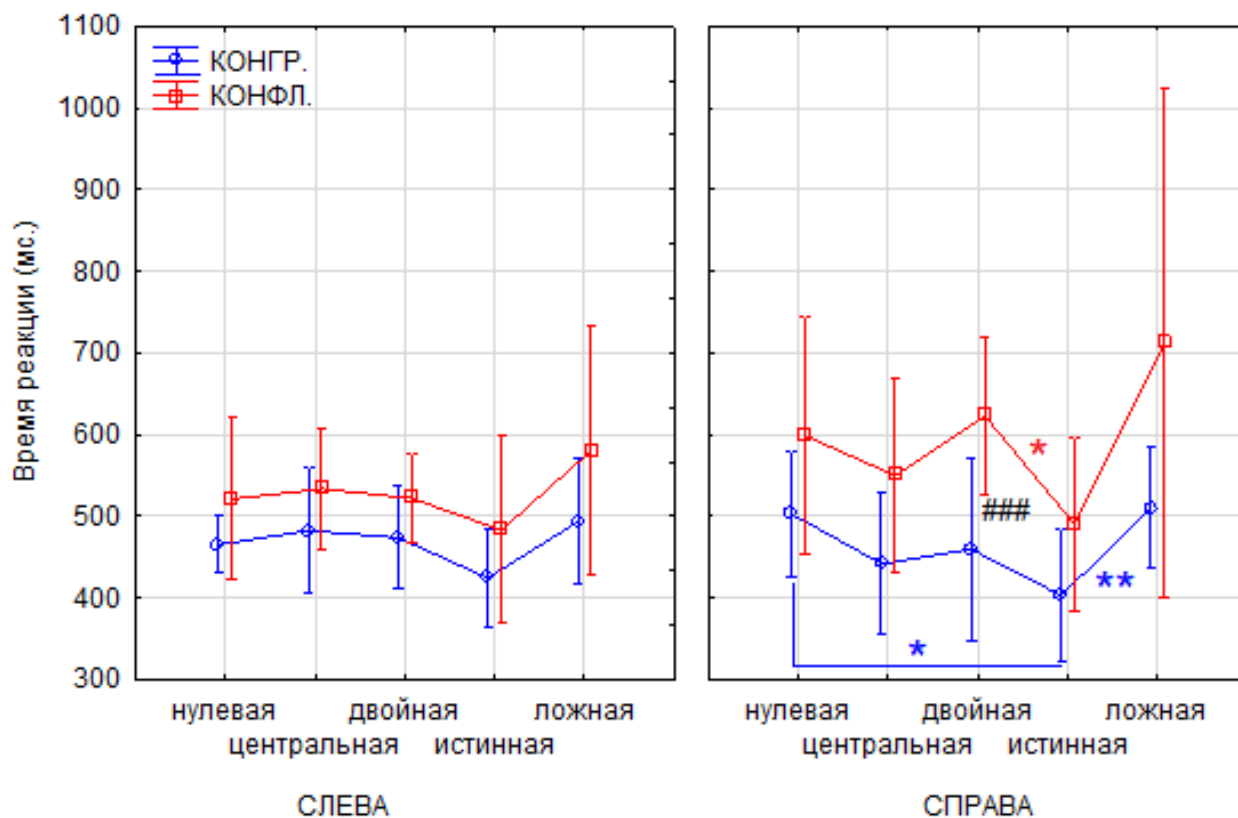
Рис. 4

Среднее время реакции (вертикальная ось) испытуемых с субклинической тревогой по HADS на конгруэнтные и конфликтные стимулы (цвет линий) при разных типах подсказок (горизонтальная ось) и сторонах предъявления. Символами * показаны достоверные различия между подсказками; символами # показаны достоверные различия между стимулами, где 1 символ – $p < 0,05$, 2 символа – $p < 0,01$, 3 символа – $p < 0,005$, 4 символа – $p < 0,001$



По данным парных сравнений выявлено, что время реакции испытуемых с субклинической тревогой HADS зависело преимущественно от типов подсказок (рис. 4).

Среднее время реакции (вертикальная ось) испытуемых с клинической тревогой по HADS на конгруэнтные и конфликтные стимулы (цвет линий) при разных типах подсказок (горизонтальная ось) и сторонах предъявления. Символами * показаны достоверные различия между подсказками; символами # показаны достоверные различия между стимулами, где 1 символ – $p < 0,05$, 2 символа – $p < 0,01$, 3 символа – $p < 0,005$, 4 символа – $p < 0,001$



По данным парных сравнений выявлено, что время реакции испытуемых с клинически выраженной тревогой HADS преимущественно зависело от типов подсказок (рис. 5).

В среднем все испытуемые демонстрируют более низкое время ответов при предъявлении конгруэнтных стимулов ($510,8\text{мс} \pm 14,4$) в отличие от конфликтных ($612\text{мс} \pm 29$). Влияние фактора сторона предъявления, как и его взаимодействие с другими факторами, оказалось незначимым.

Зависимость скорости ответов испытуемых от показателей ВСР оценивалась в серии дисперсионных анализов по описанной выше схеме, в которых в качестве континуального предиктора выступали показатели SDNN либо RMSSD в покое, а также разность этих показателей между покоем и

выполнением теста LANT. Ни в одном из проведенных анализов влияние континуального предиктора значимым не оказалось, то есть скорость ответов испытуемых не зависела от показателей variability сердечного ритма либо от их изменения при когнитивной нагрузке.

3.4 Обсуждение результатов

Исследование результатов влияния когнитивной загруженности на variability сердечного ритма на фоне различных показателей тревожности в группе, состоящей из 10 взрослых испытуемых женщин, показало, что когнитивная загруженность, в виде выполнения теста нейросетей внимания (LANT) и теста быстрой обработки зрительной информации (RVP), достоверно влияет на изменения временных показателей ВСП. При выполнении теста RVP преобладает тенденция роста всех временных показателей ВСП. При последующем выполнении LANT тенденция роста показателей ВСП усиливается и достигает своего максимального значения в условиях эксперимента. При прекращении выполнения тестовых заданий и расслаблении у испытуемых снижаются временные показатели ВСП. Значимых различий между показателями ВСП во время покоя и отдыха обнаружено не было.

Соотношение правильных ответов и ложных тревог в тесте RVP не зависело от скорости ответов испытуемых. Временные характеристики выполнения теста RVP не зависели от показателей тревожности испытуемых. Однако на уровне статистической тенденции было обнаружено, что испытуемым с более высокими показателями ситуативной и личностной тревожности свойственна тенденция снижения уровня чувствительности к сигналу (диаг. 1).

На время ответов испытуемых в тесте LANT значимо влияли тип стимула и тип подсказки. Зависимости точности ответов от типа подсказки и

типа стимула в тесте LANT выявлено не было. В среднем все испытуемые быстрее реагировали на конгруэнтные стимулы, что согласуется с результатами более ранних исследований [3, 14].

Испытуемые с высокими показателями тревожности по шкалам HADS и STAI демонстрировали более высокую скорость ответов LANT. Испытуемым с низкими показателями тревожности была свойственна зависимость скорости реагирования от типа целевого стимула, тогда как испытуемым с высокими показателями тревожности – от типа подсказок в тесте LANT (рис. 3, 4, 5).

Показатели вариабельности сердечного ритма не зависели от уровня тревожности по шкалам STAI и HADS.

В ранее проводимых исследованиях обнаружена сильная корреляция между когнитивной загруженностью и временными показателями вариабельности сердечного ритма (SDNN, RMSSD) [36]. Вопреки традиционному мнению, что при стрессе активно возрастает тонус симпатической нервной системы и угнетается тонус парасимпатической нервной системы, исследование показало влияние стресс-фактора (когнитивной загруженности) на все механизмы регуляции сердечной деятельности. Вероятно, такой результат обусловлен повышением артериального давления и тонизированием парасимпатической нервной системы за счет барорецепторного рефлекса. В литературе этот эффект описан как парасимпатической откат, и он отражает усиленную работу желудочков сердца [34].

Особенно важно, что в наших исследованиях отражается динамика роста временных показателей. По результатам мы видим, как сердечная деятельность постепенно адаптируется к когнитивным нагрузкам, а временные показатели максимально возрастают при выполнении наиболее трудоемкого теста LANT. После прекращения когнитивного воздействия – показатели ВСР снижаются, что также происходит постепенно. Таким

образом мы можем наблюдать не только взаимодействие компонентов нейровисцеральной интеграции [37], но и говорить о временной разнице протекающих физиологических и психологических процессов.

В задачи исследования входило изучение особенностей процессов внимания у испытуемых с различными показателями уровня тревожности.

Чувствительность к сигналу в тесте RVP ниже у испытуемых с высокими показателями тревожности. Данные обнаружены на уровне тенденции и характеризуются очень большим разбросом значений (от -39 до +19). Вероятно, что испытуемые пользуются разными стратегиями выполнения теста. Мы предполагаем, что испытуемые с тревожностью ожидают появления стимула и в случае ложной тревоги регистрируют ответ. В свою очередь испытуемые с низким уровнем тревожности оценивают правильность предъявляемого стимула и регистрируют больше верных ответов с меньшей скоростью, чем тревожные испытуемые. Таким образом точность испытуемых снижается в зависимости от уровня тревожности. В условиях численности нашей выборки не представилось выявить надежную статистическую тенденцию различий показателей в тесте RVP, однако на основании обнаруженной тенденции бóльшая выборка продемонстрирует значимость эффекта.

В результате проведения теста LANT обнаружены различия в функционировании нейросетей внимания у испытуемых с разными показателями тревожности. Испытуемые с низкой тревогой больше полагались на тип целевого стимула (конфликтный/конгруэнтный), а их скорость ответов практически не зависела от типа подсказок в тесте LANT. Наоборот, испытуемые с высокой тревогой больше полагались на подсказку, чем на тип целевого стимула LANT. Мы предполагаем, что такая стратегия выполнения теста обусловлена ослаблением модуля ориентировки внимания у испытуемых с высокой тревожностью, который преимущественно обеспечивается правой теменной долей и ядрами таламуса. Вероятно,

испытуемые с высоким уровнем тревоги, не стремятся правильно опознать стимул, а стараются как можно быстрее зарегистрировать ответ. Что у испытуемых с высокой тревогой также проявляется в наивысшей скорости ответов.

Таким образом, можно заключить, что у испытуемых в нашей выборке высокий показатель уровня тревожности приводит к более высокой скорости ответов в тесте LANT с учетом отсутствия разницы в точности ответов для всех испытуемых. Обратная тенденция наблюдается в тесте RVP, где с ростом уровня тревожности снижается точность ответов. Такие результаты обусловлены различными предъявляемыми задачами к тестам на внимание. Тест LANT, в отличие от теста RVP, показывает механизмы влияния тревожности на скорость ответов при различных типах целевых стимулов, сторон предъявления и типов подсказок.

Заключение

В нашем исследовании посвященном изучении взаимосвязи процессов внимания и регуляции сердечного ритма на фоне протекающих тревожных состояний, по результатам анализа литературных данных были выдвинуты гипотезы о том, что (1) показатели внимания различаются от уровня тревожности и показателей сердечного ритма, (2) показатели ВСР изменяются при когнитивной загруженности и (3) восстановление к исходным показателям регуляции сердечного ритма после когнитивной загруженности зависит от уровня тревоги.

Подтвердились наши предположения о том, что показатели внимания изменяются в зависимости от уровня тревожности испытуемых. Это проявляется в скорости ответов в тесте LANT. Испытуемые с высоким уровнем тревожности демонстрировали в среднем более высокую скорость ответов в отличие от испытуемых с низкими показателями тревожности. Однако эффективность выполнения теста у испытуемых с тревожностью больше зависела от типов подсказок, в то время как испытуемые с низкой тревожностью использовали целевой тип стимула в тесте LANT. Мы предполагаем, что такие результаты получены ввиду ослабления модуля ориентировки внимания у испытуемых с высоким уровнем тревоги.

В тесте RVP испытуемые с высоким уровнем тревоги демонстрировали снижение точности ответов, что характеризуется как противоположная картина результатов по отношению к тесту LANT. Нами предполагается, что такие результаты достигнуты ввиду разности задач, предъявляемых к тестам на внимание. В свою очередь, тест LANT, может более информативно предоставить данные о процессах внимания в условиях различных типов стимула, сторон предъявления и типов подсказок.

Полученные нами данные подтвердили, что когнитивная загруженность влияет на изменение временных показателей ВСР. Что

подтверждает связь сердечной регуляции и психических процессов, посредством нейровисцеральной интеграции. Однако, важным результатом нашей работы, стало получение неравномерного распределения показателей регуляции сердечного ритма. Что указывает на сложную адаптацию сердечной деятельности к стрессовым нагрузкам (когнитивной загруженности).

Таким образом, Наша работа затрагивают аспекты когнитивной психологии, нейропсихологии и психофизиологии. Результаты работы ставят интересные вопросы перед будущими исследованиями: какие стратегии решения когнитивных задач выберут испытуемые с тревожными расстройствами; как изменяются показатели ВСР у пациентов с тревожным расстройством на различных этапах когнитивной загруженности и отдыха; как изменится точность ответов у испытуемых с тревожным расстройством в тестах на нейросети внимания.

В клинической практике результаты нашей работы открывают возможность квалифицировать завышенную и хаотичную когнитивную нагрузку, как фактор осложнения кардиогенных заболеваний. А опора на подсказки и более высокие показатели времени реакции, как фактор преобладания тревожных состояний.

Возможности формирования восстановительных занятий с применением когнитивных тренингов для пациентов с кардиогенными расстройствами, в щадящем режиме, ввиду предупреждения развития гипертонических кризов.

В профессионально-трудовой экспертизе появляется возможность уделить внимание эмоциональному фону испытуемых для оценки качества и эффективности процессов внимания. Развития повышенной соматической истощаемости в условиях когнитивной загруженности.

Предполагается, что данные нашей работы могут быть использованы в качестве основы для тренинга ориентировки и бдительности внимания и

людей с психоэмоциональными нарушениями. Применены в таких методах, как десенсибилизация и переработка движением глаз при ПТСР и других эмоционально-личностных нарушениях. В качестве оценки глубины стрессовых переживаний возможно использовать методы психофизиологической регистрации variability сердечного ритма.

Литература

1. Алфимова М.В., Лапин И.А., Аксенова Е.В., Мельникова Т.С. Влияние тревоги на когнитивные процессы депрессивном синдроме // Социальная и клиническая психиатрия. 2017, № 1 – С. 5.
2. Вассерман Л. И., Чередникова Т. В. (2018). Актуальные проблемы современной нейропсихологии в свете общей теории психики Л. М. Веккера // Методология и история психологии. Вып. 4. С. 40–54.
3. Воронин Н. А., Строганова Т. А. Исследование латерализованных модулей зрительно-пространственного внимания // Вопр. психол. 2008. № 6. С. 119—129.
4. Воронин Н.А. Современные представления о системах внимания [Электронный ресурс] // Современная зарубежная психология. 2016. Т. 5. № 4. С. 67–76.
5. Данилова Н. Н. «Психофизиология: Учебник для вузов» / Н. Н. Данилова. — М.: Аспект Пресс, 2012.— 368 с.
6. Есейкина Л.И., Плужников И.В. Нарушения внимания у больных с тревожными расстройствами: нейропсихологический подход. ПСИХИАТРИЯ. 2016;(71):55-55а.
7. Карелин А.А. «Большая энциклопедия психологических тестов», М.: Эксмо, 2007.
8. Клиническая психотерапия в общей врачебной практике / Под ред. Н.Г. Незнанова, Б.Д. Карвасарского. – СПб.: Питер, 2008. С. 233 – 235.
9. Комарова Марина Валериевна «Вариабельность ритма сердца в условиях пробы на внимание и индивидуально-типологические особенности личности» // Вестник Сургутского государственного педагогического университета. 2015.

10. Компьютерные системы биоуправления // О. Лазарева, А. Путилов, О. Джафарова, А. Зубков. г.Новосибирск. [Электронный ресурс] – URL: <http://bfbgames.org> , www.boslab.com (дата обращения: 18.01.2021).
11. Лытаев С.А. «Психофизиология: учеб. пособие / С.А. Лытаев, М.В. Александров, М.С. Березенцева. – Санкт-Петербург : СпецЛит, 2018. – 256 с.
12. Михайлов В.М. “Вариабельность сердечного ритма. Опыт практического применения метода”. - Иваново, 2000. - 200 с.
13. Невротические, связанные со стрессом и соматоформные расстройства F40-F48 // Международная классификация болезней 10-го пересмотра (МКБ-10). [Электронный ресурс] – URL: <https://mkb-10.com> (дата обращения: 18.01.2021).
14. Раздел 7. Роль нейропсихологии в современной медицине // Зейгарниковские чтения. Диагностика и психологическая помощь в современной клинической психологии: проблема научных и этических оснований: Материалы международной научно-практической конференции. Москва, 18–19 ноября 2020 г. / Под ред. Холмогоровой А.Б., Пуговкиной О.Д., Зверевой Н.В., Рощиной И.Ф., Рычковой О.В., Сирота Н.А. – М. ФГБОУ ВО МГППУ, 2020.. С. 777.
15. Сагалакова О.А., Подолкина Е.А. Нейронные механизмы искажений внимания при социальной тревоге // Вестник психологии и педагогики АлтГУ. 2018, № 1 – С. [Электронный ресурс] – URL: <http://journal.asu.ru> (дата обращения: 12.01.2021).
16. Сагалакова О.А., Труевцев Д.В. Экспериментальное «eye tracker» исследование искажений внимания при социальной тревоге, осложненной антивитальными переживаниями // Медицинская психология в России: электрон. науч. журн. – 2017. – Т. 9, № 1(42). – С. [Электронный ресурс]. – URL: <http://mprj.ru> (дата обращения: 12.01.2021).

17. Смулевич А.Б. Депрессии в общей медицине. Руководство для врачей. М., Медицинское информационное агентство, 2001 г., - 782 с.
18. Соловьева С.Л. Тревога и тревожность: теория и практика [Электронный ресурс] // Медицинская психология в России: электрон. науч. журн. – 2012. – N 6 (17). – URL: <http://medpsy.ru> (дата обращения: 12.01.2021).
19. Т. В. Алейникова ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА (обзор литературы) // Проблемы здоровья и экологии. 2012. №1 (31).
20. Aparecida M. C., Carlos M. P., Moacir F. de G., Ester da S., Anielle C. de M. T., Luiz C. M. V. Heart rate variability: are you using it properly? Standardisation checklist of procedures // Brazilian Journal of Physical Therapy, V. 24, I. 2, 2020, P. 91-102
21. Billman GE (2013) The LF/HF ratio does not accurately measure cardiac sympatho-vagal balance. Front. Physio. 4:26. doi: 10.3389/fphys.2013.00026
22. Callejas A., Lupiáñez J., Tudela P. The three attentional networks: on their independence and interactions // Brain Cogn. 2004. V. 54. P. 225-227.
23. Cambridge cognition. CANTAB. Rapid visual information processing (RVP) // [Электронный ресурс] – URL: <https://www.cambridgecognition.com> (дата обращения: 09.02.2021).
24. Crocq MA. A history of anxiety: from Hippocrates to DSM. Dialogues Clin Neurosci. 2015;17(3):319-325. doi:10.31887/DCNS.2015.17.3/macrocq
25. Fan J., McCandliss B., Flombaum J., Posner M. The activation of attentional networks // NeuroImage. 2005. V. 26. P. 471-479.
26. Fan, J., McCandliss, B. D., Sommer, T., Raz, A., & Posner, M. I. (2002). Testing the efficiency and independence of attentional networks. Journal Cognitive Neuroscience, 14(3), 340-7.

27. Fernandez-Duque D., Posner M. Brain imaging of attentional networks in normal and pathological states // *J. Clin. Exp. Neuropsychol.* 2001. V. 23(01). P. 74-93.
28. Laborde S, Mosley E and Thayer JF (2017) Heart Rate Variability and Cardiac Vagal Tone in Psychophysiological Research – Recommendations for Experiment Planning, Data Analysis, and Data Reporting. *Front. Psychol.* 8:213. doi: 10.3389/fpsyg.2017.00213
29. Marek Malik, J. Thomas Bigger, A. John Camm, Robert E. Kleiger, Alberto Malliani, Arthur J. Moss, Peter J. Schwartz, Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use, *European Heart Journal*, Volume 17, Issue 3, March 1996, Pages 354–381, <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.eurheartj.a014868>.
30. Park G, Thayer JF. From the heart to the mind: cardiac vagal tone modulates top-down and bottom-up visual perception and attention to emotional stimuli. *Front Psychol.* 2014;5:278. Published 2014 May 1. doi:10.3389/fpsyg.2014.00278.
31. Park J, Moghaddam B. Impact of anxiety on prefrontal cortex encoding of cognitive flexibility. *Neuroscience.* 2017;345:193-202. doi:10.1016/j.neuroscience.2016.06.013.
32. Petersen SE, Posner MI. The attention system of the human brain: 20 years after. *Annu Rev Neurosci.* 2012;35:73-89. doi:10.1146/annurev-neuro-062111-150525.
33. Posner M., Petersen S. The attention system of the human brain // *Annu. Rev. Neurosci.* 1990. V. 13. P. 25–42.
34. Shaffer F, Ginsberg JP. An Overview of Heart Rate Variability Metrics and Norms. *Front Public Health.* 2017; 5: 258. Published 2017 Sep 28.
35. Shokhmgar Z, Sanagoo A, Mohammadpour M, Khaleghi H, Ahangi A, Mehrandish N et al . Comparison of the Effectiveness of Cognitive-Behavioral

Therapy and Neurofeedback for Reducing Symptoms of Anxiety. *jcbr*. 2019; 3 (2)
:1-7

36. Solhjoo, S., Haigney, M.C., McBee, E. et al. Heart Rate and Heart Rate Variability Correlate with Clinical Reasoning Performance and Self-Reported Measures of Cognitive Load. *Sci Rep* 9, 14668 (2019). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-50280-3>.

37. Thayer JF, Lane RD. A model of neurovisceral integration in emotion regulation and dysregulation. *J Affect Disord*. 2000 Dec;61(3):201-16. doi: 10.1016/s0165-0327(00)00338-4. PMID: 11163422.

Приложение

Приложение 1

Сертификат «БОС-ПУЛЬС»

СИСТЕМА СЕРТИФИКАЦИИ ГОСТ Р ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ	
	СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ
№ <i>РОСС RU.АЯ79.Н19377</i>	Срок действия с <i>06.12.2018г.</i> по <i>05.12.2021г.</i>
	№ <i>0175117</i>
ОРГАН ПО СЕРТИФИКАЦИИ <i>РОСС RU.0001.10.АЯ79</i> <i>ООО "НОВОСИБИРСКИЙ ЦСМ"</i> Место нахождения и адрес места осуществления деятельности: <i>630091, Новосибирская область, г. Новосибирск, ул. Советская, д. 52, этаж 3, телефон: (383)204-43-10, факс: (383)204-43-11, электронная почта: info@ncsm-sib.ru</i>	
ПРОДУКЦИЯ <i>КОМПЛЕКС АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ для автоматизации обработки электрофизиологической и психофизиологической информации и биоуправления «БОС-ПУЛЬС», выпускаемая по ТУ 26.20.14-009-23617016-2018, серийный выпуск</i>	код ОК <i>26.20.14.000</i>
СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ <i>ГОСТ IEC 60950-1-2014, ГОСТ 30805.22-2013, ГОСТ CISPR 24-2013</i>	код ТН ВЭД <i>8471490000</i>
ИЗГОТОВИТЕЛЬ <i>Общество с ограниченной ответственностью "Компьютерные системы биоуправления" (ООО "КОМСИБ")</i> Место нахождения и адрес места осуществления деятельности: <i>Российская Федерация, 630117, г. Новосибирск, улица Тимакова, дом 2, этаж 9, офис 32</i>	
СЕРТИФИКАТ ВЫДАН <i>Общество с ограниченной ответственностью "Компьютерные системы биоуправления" (ООО "КОМСИБ"). Код-ОКПО:23617016</i> Место нахождения и адрес места осуществления деятельности: <i>Российская Федерация, 630117, г. Новосибирск, улица Тимакова, дом 2, этаж 9, офис 32</i>	
НА ОСНОВАНИИ <i>протоколов испытаний № И 675, № Э 675 от 29.11.2018 ИЦ ФБУ "Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Новосибирской области", аттестат аккредитации № RA. RU.21.АЯ49, дата включения в реестр 05.09.2016г.</i>	
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ <i>Маркирование продукции знаком соответствия по ГОСТ Р 50460-92 на изделии рядом с товарным знаком изготовителя и в товарно-сопроводительной документации.</i>	
	Руководитель органа Эксперт
	подпись <i>Е. И. Филатов</i> инициалы, фамилия
	подпись <i>Семенников Н.И.</i> инициалы, фамилия
Сертификат не применяется при обязательной сертификации	

Показатели ВСР

№ пп	Краткие обозначения	Наименования показателей	Физиологическая интерпретация
1	ЧП	Частота пульса	Средний уровень функционирования системы кровообращения
2	SDNN	Стандартное отклонение полного массива кардиоинтервалов	Суммарный эффект вегетативной регуляции кровообращения
3	RMSSD	Квадратный корень из суммы разностей последовательного ряда кардиоинтервалов	Активность парасимпатического звена вегетативной регуляции]
4	pNN50	Число пар кардиоинтервалов с разностью более 50 мс. в % к общему числу кардиоинтервалов в массиве	Показатель степени преобладания парасимпатического звена регуляции над симпатическим (относительное значение)
5	CV	Коэффициент вариации полного массива кардиоинтервалов	Нормированный показатель суммарного эффекта регуляции
6	MxDMn	Разность между максимальным и минимальным значениями кардиоинтервалов	Максимальная амплитуда регуляторных влияний
7	Mo	Мода	Наиболее вероятный уровень функционирования сердечно-сосудистой системы
8	AMo	Амплитуда моды	Условный показатель активности симпатического звена регуляции
9	SI	Стресс индекс (Индекс напряжения регуляторных систем)	Степень напряжения регуляторных систем (степень преобладания активности центральных механизмов регуляции над автономными)
10	CC1	Значение первого коэффициента автокорреляционной функции	Степень активности автономного контура регуляции
11	CCO	Число сдвигов автокорреляционной функции до получения значения коэффициента корреляции меньше нуля	Степень активности центрального контура регуляции
12	TP	Суммарная мощность спектра ВСР в $мс^2$	Суммарный абсолютный уровень активности регуляторных систем
13	HF, (%)	Мощность спектра высокочастотного компонента variability в % от суммарной мощности колебаний	Относительный уровень активности парасимпатического звена регуляции
14	LF, (%)	Мощность спектра низкочастотного компонента variability в % от суммарной мощности колебаний	Относительный уровень активности вазомоторного центра
15	VLF, (%)	Мощность спектра очень низкочастотного компонента variability в % от суммарной мощности колебаний	Относительный уровень активности симпатического звена регуляции
16	HFav	Среднее значение мощности спектра высокочастотного компонента ВСР в $мс^2$	Средний абсолютный уровень активности парасимпатического звена вегетативной регуляции
17	LFav	Среднее значение мощности спектра низко" частотного компонента ВСР в $мс^2$	Средний абсолютный уровень активности вазомоторного центра
18	VLFav	Среднее значение мощности спектра очень низкочастотного компонента ВСР в $мс^2$	Средний уровень активности симпатического звена вегетативной регуляции (преимущественно надсегментарных отделов)
19	(LF/HF)av	Отношение средних значений низкочастотного и высокочастотного компонента ВСР	Относительная активность подкоркового симпатического нервного центра
20	IC	Индекс централизации	Степень централизации управления ритмом сердца (преобладание активности центрального контура регуляции над автономным)

* представленный в таблице перечень показателей не исключает использования иных методов анализа и разработки новых методик

Формула расчета чувствительности ответов теста RVP (B'')

$$p = \frac{HR - FAR}{1 - FAR}$$