

*На правах рукописи*



КЛИМЕНКО АЛЕКСЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭНДОХИРУРГИЧЕСКОГО ТРЕНИНГА У ЛЮДЕЙ  
С РАЗЛИЧНЫМИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИМИ И ПСИХОЛОГИЧЕСКИМИ  
ОСОБЕННОСТЯМИ**

03.03.01 – Физиология

**Автореферат**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

Москва, 2019

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Научно-исследовательский институт нормальной физиологии имени П.К. Анохина».

**Научные руководители:** член-корреспондент РАН,  
доктор медицинских наук, профессор

**Перцов Сергей Сергеевич**

доктор медицинских наук, профессор

**Яковенко Игорь Юрьевич**

**Официальные оппоненты:** доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой нормальной физиологии медицинского факультета ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов»

**Торшин Владимир Иванович**

доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры психологии ФГКОУ ВО «Московский университет МВД России им. В.Я. Кикотя»

**Дерягина Лариса Евгеньевна**

**Ведущая организация:** ФГБОУ ВО «Рязанский государственный медицинский университет имени И.П. Павлова» Минздрава России

Защита диссертации состоится «23» декабря 2019 года в 11<sup>00</sup> часов на заседании Диссертационного совета Д 001.008.01 при ФГБНУ «НИИНФ им. П.К. Анохина» по адресу: 125009, г. Москва, ул. Моховая, д. 11, стр. 4.

С диссертацией можно ознакомиться в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Научно-исследовательский институт нормальной физиологии имени П.К. Анохина» и на сайте <http://nphys.ru/>. Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные печатью учреждения, просьба направлять по адресу: 125315, г. Москва, ул. Балтийская, д.8

Автореферат разослан «\_\_\_» октября 2019 г.

Ученый секретарь  
Диссертационного совета,  
кандидат медицинских наук



Абрамова А.Ю.

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

### **Актуальность исследования**

Изучение результативности целенаправленной деятельности (ЦД) человека и физиологических механизмов, лежащих в основе организации поведенческого акта – одно из актуальных научных направлений. Фундаментальный аспект дифференциальной психофизиологии находит свое прикладное применение в таких медико-биологических исследованиях, как физиология трудовой деятельности и физиология спорта (Ильин Е.П., 2001, 2008; Юров И.А., 2006, 2012; Москвина Н.В., 2010; Гиссен Л.Д., 2010; Фудин Н.А., Классина С.Я., 2013; Штаненко Н.И. и др., 2016).

На сегодняшний день проведено множество исследований по изучению факторов, влияющих на системную организацию целенаправленного поведения (Классина С.Я., 1987, 1990, 2013, 2017; Лапкин М.М. и др., 1999, 2001, 2009, 2014, 2017; Литвинова Н.А. и др., 1999; Джебраилова Т.Д. и др., 2001, 2004, 2005, 2012, 2013, 2017; Качаев А.О., 2007; Гречишкина С.С. и др., 2011; Зорин Р.А. и др., 2012, 2013, 2014, 2016, 2017, 2019; Муртазина И.П., 2013, 2015; Штаненко Н.И. и др., 2016). Тем не менее, по ряду вопросов существуют противоречивые сведения о физиологических механизмах, которые обуславливают успешность ЦД человека (Зорин Р.А. и др., 2012; Джебраилова Т.Д. и др., 2013). Это может быть связано, в том числе с тем, что структура любого поведенческого акта при ЦД крайне сложна. Дальнейшее исследование целенаправленного поведения должно проводиться с учётом четко стандартизированных параметров оценки результата деятельности и физиологических механизмов, лежащих в основе его достижения, что возможно только в условиях сложного моделирования.

Известно, что успешность деятельности зависит от индивидуально-типологических особенностей человека. В ряде работ продемонстрирована разная результативность целенаправленного поведения у индивидов с различными психофизиологическими характеристиками, такими как нейротизм (Турбина Т.С., 2002; Юров И.А., 2006; Гиссен Л.Д., 2010; Перхурова В.Д. и др., 2015), интро-экстраверсия (Child, D., 1989; Gallagher, D., 1996, Церковский А.Л., 2012 Туманян А.А., 2015), тревожность (Джебраилова Т.Д. и др., 2011; Goette L. et. al., 2015) и др.

Одним из направлений физиологии труда является изучение успешности человека при профессиональной деятельности в медицине (Онищенко А.Н., 2005; Merlo L.J. et. al., 2009; Кондрашов В.В., 2010). Актуальность этой области исследований обусловлена тем, что врачебная деятельность неразрывно связана с повышенным эмоциональным напряжением. Работа в условиях психоэмоционального

стресса часто приводит к неудовлетворенности выбранной профессией (Низамов И.Г., Нургалиева Г.Ш., 2001; Спицин А.П., 2002), снижению работоспособности, повышению риска развития профессиональных заболеваний и синдрома профессионального выгорания (McAbee J.H. et. al., 2015; Lindeman B. et. al., 2017). Существенно, что в медицинской практике указанные негативные последствия особенно опасны, так как сказываются на психическом и соматическом здоровье не только врача, но и его пациентов. Однако в настоящее время нет единого мнения относительно необходимости изучения личностных характеристик в некоторых медицинских специальностях (Рубанов В.А. и др., 2018). Следует подчеркнуть, что успешность профессиональной деятельности в сфере применения высокотехнологичной медицинской помощи крайне мало изучена.

Учитывая вышесказанное, изучение ЦД и её физиологического обеспечения на модели эндохирургического тренинга (ЭХТ) является перспективным направлением исследований в физиологии трудовой деятельности и клинической медицине.

### **Цель и задачи исследования**

Изучение особенностей физиологического обеспечения целенаправленной деятельности при эндохирургическом тренинге у людей с различными индивидуально-типологическими характеристиками.

1. Определить базовые показатели эффективности целенаправленной деятельности на модели эндохирургического тренинга у испытуемых с разными индивидуально-типологическими особенностями.

2. Изучить эффективность целенаправленной деятельности на модели эндохирургического тренинга к окончанию наблюдений у испытуемых с разными индивидуально-типологическими особенностями.

3. Оценить показатели электромиограммы при эндохирургическом тренинге в начале и к окончанию наблюдений у испытуемых с разными индивидуально-типологическими особенностями.

4. Проанализировать характер изменений параметров variability сердечного ритма при эндохирургическом тренинге в начале и к окончанию наблюдений у испытуемых с разными индивидуально-типологическими особенностями.

5. Выявить возможные связи эффективности целенаправленной деятельности и изучаемых физиологических показателей при эндохирургическом тренинге у испытуемых с разными индивидуально-типологическими особенностями.

### **Научная новизна работы**

В результате исследования получены новые сведения о взаимосвязях между показателями психофизиологических характеристик человека, параметрами

эффективности целенаправленного поведения и его физиологической ценой. В работе впервые показано, что базовые показатели успешности ЦД на модели ЭХТ отличаются у испытуемых с разными индивидуально-типологическими характеристиками (ИТХ). Установлено, что результативность целенаправленного поведения на модели ЭХТ к окончанию наблюдений зависит от психофизиологических показателей индивидов. Впервые продемонстрировано, что интегральный показатель площади волны кривой, отражающий мышечную работу при ЦД на модели ЭХТ, зависит от индивидуально-типологических характеристик человека. Установлено, что индивиды с разными психофизиологическими характеристиками отличаются превалированием различных нейрогенных влияний на сердечную деятельность на применяемой модели. Выявлено, что усиление симпатических влияний на сердечную деятельность испытуемых ассоциировано с высокой эффективностью ЦД на модели ЭХТ в начале наблюдений, но низкой успешностью целенаправленного поведения к окончанию исследования.

#### **Научно-практическая значимость работы**

Теоретическая значимость работы заключается в том, что она расширяет имеющиеся представления о физиологических механизмах, лежащих в основе системной организации ЦД. В частности, установлено, что результативность целенаправленного поведения в ходе ЭХТ и её физиологическая цена отличается у людей с разными индивидуально-типологическими характеристиками. Выявлены факторы, влияющие на успешность ЦД на модели ЭХТ. Установлен характер взаимосвязей между индивидуально-типологическими характеристиками человека, параметрами результативности целенаправленного поведения на модели ЭХТ. Материалы исследования целесообразно использовать в курсе преподавания физиологии и психологии, а также при профессиональной ориентации выпускников медицинских ВУЗов.

#### **Положения, выносимые на защиту**

1. Эффективность целенаправленного поведения человека на модели ЭХТ различна. Успешность ЦД на модели ЭХТ отличается на разных этапах исследования и зависит, в частности, от индивидуально-типологических характеристик человека.
2. Системная организация целенаправленного поведения и её физиологическая цена на модели ЭХТ отличается у индивидов с различными психофизиологическими характеристиками.
3. Показатели эффективности ЦД на модели ЭХТ, параметры variability ритма сердца и электромиограммы во многом определяются индивидуально-типологическими характеристиками человека.
4. Параметры электромиограммы и variability ритма сердца,

отражающие физиологическую цену целенаправленного поведения, отличаются у субъектов с различной успешностью деятельности на модели ЭХТ.

### **Апробация работы**

Основные научные положения, выводы и практические рекомендации диссертационного исследования представлены на: 3-й международной научной конференции «Современные проблемы нейробиологии» (Ярославль, 2018); XLIV Итоговой научной сессии «Системная организация физиологических функций» (Москва, 2019); 15-м конгрессе «Нейронаука для медицины и психологии» (Судак, 2019); XIV Международная научно-практическая конференция молодых ученых и студентов, посвященной «Годам развития села, туризма и народных ремесел (2019-2021)» (Таджикистан, Душанбе 2019); Международном молодежном научном форуме «ЛОМОНОСОВ-2019» (Москва, 2019); 7-й международной научно-практической конференции по клинической лимфологии «ЛИМФА-2019» (Москва, 2019); 5-ой междисциплинарной конференции с международным участием «Современные проблемы системной регуляции физиологических функций» (Греция, Халкидики, 2019); XII Павловских беседах «Научное наследие академика И.П. Павлова и современная наука» (Рязань 2019); заседании кафедры общей хирургии ФГБОУ ВО МГМСУ им. А.И. Евдокимова Минздрава России (Москва, 2019); заседании кафедры нормальной физиологии и медицинской физики ФГБОУ ВО МГМСУ им. А.И. Евдокимова Минздрава России (Москва, 2019).

**Личное вклад автора** заключался в проведении аналитического обзора отечественной и зарубежной литературы по изучаемой проблематике, сборе первичного материала и его статистической обработке. Автором были обследованы 87 мужчин. Регистрацию и изучение индивидуально-типологических характеристик, показателей эффективности эндохирургического тренинга, электромиограммы и электрокардиограммы автор проводил лично.

### **Публикации**

По результатам диссертационной работы опубликовано 12 публикаций, из них 5 в журналах, рецензируемых ВАК РФ.

### **Структура и объем диссертации**

Диссертация изложена на 141 страницах печатного текста, иллюстрирована 18 таблицами и 23 рисунками. Работа включает в себя следующие разделы: «Введение», «Обзор литературы», «Материалы и методы исследований», «Результаты собственных исследований», «Обсуждение полученных результатов», «Выводы», «Список сокращений». «Список литературы». Список литературы содержит 278 источников, из них 210 отечественных и 68 зарубежных.

## **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

В исследовании приняли участие 87 студентов мужского пола в возрасте 18–24 лет, обучающихся в Московском государственном медико-стоматологическом университете им. А.И. Евдокимова. Наблюдения проведены в соответствии с принципами Хельсинской декларации. Все испытуемые подписывали добровольное информированное согласие на участие в исследовании. Критериями включения явились: нормальная острота зрения, отсутствие заболеваний нервной системы и опорно-двигательного аппарата. Критериями исключения были: нарушенная острота зрения, заболевания нервной системы, опорно-двигательного аппарата, наличие опыта работы с эндохирургическим инструментарием. Из исследования также исключались лица с отклонениями от диапазона возрастных нормативов для нормативно развивающихся молодых людей, выявляемыми при оценке их функционального состояния.

Количественную (в баллах) оценку исходного уровня нейротизма испытуемых проводили с помощью теста «Eysenck Personality Inventory» (EPI) (Айзенк Г.Ю., 2009; Manandhar K., Risal A., 2015). Уровни личностной и ситуативной тревожности испытуемых оценивали при помощи теста Спилбергера-Ханина (Spielberger C.D., 1966; Дерманова И.Б., 2002; Спилбергера Ч.Д., 2002, 2008). На основании полученных результатов испытуемые были подразделены на группы (подробное описание приводится в разделе «Результаты исследования»).

Тренировки проводили на тренажере T5 Large RM производства фирмы 3-D Med (США). Данный тренажер – разновидность портативного коробочных тренажеров. Включает в себя пластиковый короб размерами 53,3х34,3х30,5 см, управляемую оператором камеру и 10-дюймовый монитор. Этот тренажер универсален, так как может использоваться для освоения основных лапароскопических приемов и совершенствования хирургических навыков, включая управление камерой для одного оператора или бригады. На тренажере T5 Large RM оператор может практиковаться в освоении приемов, предусмотренных модулями различных программ симуляционного обучения базовым эндохирургическим навыкам. Короб оснащен 14 лапароскопическими портами с взаимозаменяемыми втулками (5 и 10 мм) и внутренним светодиодным освещением.

Все испытуемые прошли 10 тренировок, состоящих из трех тестовых заданий по 20 минут каждая. Для проведения двух первых заданий были использованы стандартные комплексы упражнений, материалом для которых являются наборы, произведенные фирмой 3-D Med (США). Первое тестовое задание испытуемые выполняли поочередно каждой рукой. Второе и третье задание подразумевало бимануальное применение инструментария. В качестве инструментария использовали

эндозажимы и эндоножницы фирмы Allgaier (Германия).

Тест №1 заключался в перемещении эндозажимом четырех поролоновых шариков ( $d=0,3$  см) из стартовой позиции на вершины пластиковых цилиндрических столбиков ( $h=2$  см,  $d=0,2$  см). Задание поочередно выполнялось правой и левой рукой, сложность его обусловлена повышенными требованиями к координации движений при перемещении и фиксации объектов.

При выполнении теста №2 требовалось переместить нанизанные на пластиковые столбики ( $h=2$  см,  $d=0,2$  см) шесть полых поролоновых цилиндров ( $h=2$  см,  $d=0,6$  см,  $d_1=0,4$  см) на аналогичные по размерам столбики, располагавшиеся на расстоянии 4-8 см от первых. Упражнение выполнялось бимануально: эндозажимом, находящимся в одной руке, производился подъем цилиндра, цилиндр передавался в эндозажим другой руки, далее цилиндр нанизывался на целевой столбик. Как и в первом тесте, сложность обусловлена трудностью координации при перемещении и фиксации объектов, бимануальной передачей цилиндров из одного зажима в другой, необходимостью точно рассчитывать силу сжатия бранш эндозажима при фиксации цилиндра.

Тест №3 предполагал бимануальное иссечение круга (с длиной окружности 10 см) из бумажной салфетки. Основным критерием, определяющим сложность в данном случае, была разнотипность действий, выполняемых испытуемыми левой и правой рукой. В рабочей (доминирующей) руке находились эндоножницы, во вспомогательной – эндозажим.

На каждое задание выделяли по 300 секунд. За отведенное время фиксировалось количество ошибок и количество невыполненных элементов. Ошибками для первых двух тестов считались потеря переносимого объекта из эндозажима или соприкосновение его с поверхностью. Если отведенное на выполнение задания время истекало, все не перенесённые объекты также считались ошибочными. В тесте №3 количество ошибок высчитывалось по формуле:  $N=L+L_1$ , где  $N$  – количество ошибок;  $L$  – длина некорректно иссеченной окружности при пересечении ее контура (см);  $L_1$  – длина не иссеченной окружности по истечении временного интервала (см). Все абсолютные показатели заносились в индивидуальный чек-лист. Для последующего анализа высчитывалась общая сумма затраченного времени на все задания и суммарное количество допущенных ошибок за каждый день.

Каждый день в течение 60 минут до тренировки испытуемые находились в состоянии оперативного покоя. Регистрацию ЭКГ в положении сидя проводили ежедневно в течение 5 минут до и после тренировки. При этом интервал времени между регистрацией ЭКГ и началом/окончанием тренинга не превышал 30 секунд.



Далее выполняли расчет ВСР. Регистрацию и обработку ЭКГ проводили с использованием комплекса для обработки кардиоинтервалограмм и анализа variability сердечного ритма Варикард 2.51 на основе пакета программ аппаратно-программного комплекса "Варикард" (ООО ИВНМТ "РАМЕНА", Россия).

Программное обеспечение позволяет проводить исправление допущенных ошибок и удаление артефактов. При оценке данных ЭКГ использовали статистические характеристики спектрального анализа ВСР (Бабунц И.В., 2002; Котельников С.А., Ноздрачев А.Д., 2002; Михайлов В.М., 2002; Попов В.В., Фрицше Л.П., 2006; Баевский Р. М., 2006; Shaffer F., Ginsberg J.P., 2017; Thomas B.L., et. al., 2019):

- средняя длительность RR-интервалов – RRNN (мс)
- общая мощность спектра – TP (мс<sup>2</sup>)
- спектральная мощность в высокочастотном диапазоне – HF (мс<sup>2</sup>)
- спектральная мощность в низкочастотном диапазоне – LF (мс<sup>2</sup>)
- спектральная мощность в очень низкочастотном диапазоне – VLF (мс<sup>2</sup>)
- LF/HF (отн. ед.) – соотношение нормализованной мощности (variability баланс симпатических и парасимпатических влияний)

Также использовали среднюю разницу характеристик спектрального анализа ВСР до и после тренинга:

- $\Delta$ RR-интервалов – разница средней длительности RR-интервалов
- $\Delta$ TP – разница общей мощности спектра
- $\Delta$ HF – разница мощности спектра в высокочастотном диапазоне кривой
- $\Delta$ LF – разница мощности спектра в низкочастотном диапазоне кривой
- $\Delta$ LF/HF – разница отношения индексов низко- и высокочастотных колебаний ритма
- $\Delta$ (VLF+LF)/HF – разница индекса централизации (variability баланс между активностью сегментарного и надсегментарного контуров вегетативной регуляции).

Во время тренировки производили регистрацию электромиограммы (ЭМГ) поверхностным методом на аппарате BIOPAC MP 36 (BIOPAC® Systems, Inc., США) в диапазоне 5-500 Гц. Электроды были закреплены на внутренней поверхности обоих предплечий. При оценке данных использовали интегральный показатель амплитуды графика – площадь волны кривой (мВ<sup>2</sup>), рассчитанную с использованием программы BIOPAC (BSL PRO).

Для статистической обработки полученных данных использовали пакет STATISTICA v.10. Оценка данных на нормальность распределения производилась с использованием критериев Колмогорова-Смирнова и Шапиро-Уилка. При

нормальном распределении анализируемых данных (показатели, полученные по результатам тренировок) вычисляли среднее значение ( $M$ ) и стандартную ошибку среднего ( $m$ ). При оценке характеристик спектрального анализа ВСР и площади волны кривой ЭМГ, имеющих распределение, отличное от нормального, использовали методы непараметрической статистики. Вычислялась медиана ( $Me$ ) и интерквартильный интервал между 25% и 75%. Достоверность различий оценивали по следующим критериям:  $t$ -критерий Стьюдента – для нормальных распределений, критерии Манна–Уитни и Уилкоксона – для отличных от нормальных распределений. Корреляционный анализ проводили при помощи теста Пирсона для нормальных распределений, теста Спирмена – для отличных от нормальных распределений. Статистически значимыми считались различия при уровне  $p < 0,05$ .

### **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ**

На основании результативности ЦД, а также психотипологических тестов Айзенка и Спилбергера были выделены группы испытуемых. Сводные данные о выделении групп испытуемых по параметрам ИТХ представлены в таблице 1, по параметрам результативности ЦД – в таблице 2. В соответствии с целью исследования анализ показателей ЭХТ проводился на испытуемых с крайними значениями уровня ИТХ и параметров результативности ЦД, входящих в I и IV квартили выборок.

Под исходными параметрами результативности эндохирургического тренинга, ВСР и ЭМГ понимали – показатели в 1-й день тренинга. Указанные параметры зафиксированные в 10-й день тренинга принимали за показатели к окончанию наблюдений.

**Таблица 1** – Группы испытуемых, выделенные на основании индивидуально-типологических характеристик (ед.; медиана и интерквартильный интервал 25% и 75%)

Критерий выделения групп	Наименование группы	Показатель уровня индивидуально-типологических характеристик
Нейротизм	группа I-Н	6 (4-8)
	группа II-Н	13 (12-14)
	группа III-Н	16 (15-17)
Интро-экстраверсия	группа I-ИЭ	6 (5-9)
	группа II-ИЭ	13 (13-14)
	группа III-ИЭ	16 (16-18)
Личностная тревожность	группа I-Л	1,4 (1,2-1,45)
	группа II-Л	2 (1,95-2,05)
	группа III-Л	2,5 (2,3-2,8)
Ситуационная тревожность	группа I-С	1,4 (1,2-1,45)
	группа II-С	1,75 (1,6-1,9)
	группа III-С	2,5 (2,2-2,8)

**Таблица 2** – Группы испытуемых, выделенные на основании результативности ЦД при ЭХТ (медиана и интерквартильный интервал 25% и 75%)

Критерий выделения групп	Наименование группы	Показатель результативности целенаправленной деятельности	
		1-й день тренинга	10-й день тренинга
Скорость выполнения заданий	группа I-B	515 (480-525) сек	240 (232-251) сек
	группа II-B	624 (584-652) сек	325 (308-345) сек
	группа III-B	777 (741-802) сек	405 (391-426) сек
Количество допущенных ошибок	группа I-O	6,1 (3,3-7,2)	1,3 (1-1,5)
	группа II-O	11,6 (9,6-13,4)	3,55 (2,7-4,2)
	группа III-O	20,9 (17,1-24,4)	6,3 (5,75-7,15)

**Показатели результативности целенаправленной деятельности**

Результаты ЦД на модели ЭХТ в различные дни исследования представлены в таблице 3. При анализе показателей результативности ЦД в нашей работе выявлена четкая зависимость успешности целенаправленного поведения на модели симуляционных тренировок в эндохирургии от исходных индивидуально-типологических особенностей человека.

**Таблица 3** – Результативность выполнения заданий на эндотренажере у испытуемых с различным уровнем индивидуально-типологических особенностей в разные дни тренинга ( $M \pm SEM$ )

Наименование группы	1-й день наблюдений		10-й день наблюдений	
	Время (сек)	Ошибки (число)	Время (сек)	Ошибки (число)
Группа I-Н	672,85±105,93 <sup>*,+</sup>	15,09±5,81*	293,33±62,16 <sup>*,+</sup>	3,7±1,68
Группа II-Н	621,83±109,65	12,48±6,31	325,1±68,68*	3,98±2,44
Группа III-Н	624,08±101,83	12,68±7,22	344,44±85,71	3,66±2,3
Группа I-ИЭ	682±92,4*	15,96±6,29*	305,57±63,3 <sup>+</sup>	3,72±1,59
Группа II-ИЭ	635,44±111,02	13,6±6,69*	346,1±72,31*	4,15±2,41
Группа III-ИЭ	594,08±100,51	10,12±5,16	299,68±69,28	3,35±2,34
Группа I-Л	622±111	11,96±5,98	313±68	3,83±2,27
Группа II-Л	651±96	14,24±6,43	334±72	3,75±2,14
Группа III-Л	615±124	12,30±7,02	312±75	3,96±2,43
Группа I-С	581±87 <sup>*,+</sup>	10,40±4,90*	324±79	4,10±2,70
Группа II-С	649±106	13,90±7,20	329±74	3,40±2,30
Группа III-С	660±115	14,40±5,80	310±60	4,30±1,40

Примечание: \* $p < 0,05$  по сравнению с индивидами из соответствующей группы III в соответствующий день тренинга; <sup>+</sup> $p < 0,05$  по сравнению с индивидами из соответствующей группы II в соответствующий день тренинга.

Нами показано, что люди с низким уровнем нейротизма быстрее выполняют тестовые задания; при этом к окончанию наблюдений они достигают более высоких результатов, чем индивиды с высокой степенью нейротизма. В исходном состоянии субъекты с низким уровнем нейротизма совершают большее количество ошибок,

однако, к концу наблюдений межгрупповая разница по данному показателю нивелируется. Полученные результаты согласуются с имеющимися данными о психофизиологических основах регуляции ЦД (Перхурова В.Д. и др., 2015). Также следует отметить, что меньшая прогрессия результативности ЦД характерна для людей с высоким уровнем нейротизма. Это, по-видимому, может быть вызвано рассогласованием после предыдущих ошибок в процессе последующей деятельности, характерной для индивидов с высоким уровнем нейротизма. Установлено, что наибольшее значение анализируемых параметров результативности целенаправленного поведения характерно для экстравертов по сравнению интровертами. Более высокая скорость выполнения тестовых заданий как в исходном состоянии, так и к окончанию наблюдений характерна для экстравертов.

Испытуемым с низким уровнем интро-экстраверсии свойственно большее количество допущенных ошибок в начале наблюдений, однако в финале исследования межгрупповая разница этого параметра существенно снижается и становится статистически незначимой. Полученные результаты согласуются с данными, представленными C.D. Spielberger еще в 1966 году и иллюстрирующими особенности реализации ЦД в зависимости от индивидуальных психофизиологических характеристик. Нами обнаружено, что различная прогрессия результативности ЦД при ЭХТ была обусловлена исходными межгрупповыми отличиями изучаемых параметров – затрачиваемого времени и количества допущенных ошибок. При этом абсолютные показатели на 10-й день ЭХТ не были связаны с уровнем интро-экстраверсии человека. Результаты нашего исследования демонстрируют зависимость исходных показателей результативности ЦД на модели базового ЭХТ от уровня ситуативной тревожности. Анализируемые параметры у людей с низким уровнем ситуативной тревожности превышали таковые у субъектов с высокой ситуативной тревожностью. Следовательно, субъекты с высоким уровнем тревожности обладают меньшей работоспособностью и адаптационными способностями на начальных этапах незнакомой деятельности. Как показано ранее, такие поведенческие особенности свойственны людям с вышеуказанными ИТХ (Урумова Л.Т., Тагаева И.Р., 2016). В нашей работе установлено, что исходный уровень личностной тревожности не влияет на абсолютные показатели результативности ЦД на модели ЭХТ. Обнаружено, что для субъектов с высокой ситуативной тревожностью характерна более выраженная прогрессия эффективности ЦД – затрачиваемого времени и количества допущенных ошибок – к окончанию наблюдений. Указанные особенности могут быть обусловлены исходными различиями абсолютных показателей тренировочной деятельности. Выявлено, что к окончанию наблюдений участники исследования достигают схожего

результата независимо от исходного уровня как ситуативной, так и личностной тревожности.

Результаты корреляционного анализа между параметрами ИТХ и абсолютными показателями результативности тренировочной деятельности на эндотренажере представлены в таблице 4. Выявленные нами корреляционные показатели результативности тренировочной деятельности людей на используемой экспериментальной модели указывают на то, что успешность целенаправленного поведения во многом определяется ИТХ человека.

**Таблица 4** – Корреляционные связи между индивидуально-типологическими особенностями людей и абсолютными показателями результативности тренировочной деятельности на эндотренажере

Индивидуально-типологические характеристики	1-й день тренинга				10-й день тренинга			
	Время		Ошибки		Время		Ошибки	
	г	р	г	р	г	р	г	р
Уровень личностной тревожности	-0,08	0,46	0,03	0,79	0,13	0,23	<b>0,23</b>	<b>0,03</b>
Уровень ситуативной тревожности	<b>0,24</b>	<b>0,026</b>	<b>0,22</b>	<b>0,043</b>	-0,17	0,11	0,06	0,58
Уровень нейротизма	<b>-0,21</b>	<b>0,047</b>	<b>-0,18</b>	<b>&lt;0,05</b>	<b>0,24</b>	<b>0,028</b>	0,03	0,77
Уровень интро-экстраверсии	<b>-0,22</b>	<b>0,037</b>	<b>-0,29</b>	<b>0,006</b>	0,01	0,96	-0,05	0,62

**Примечание.** Жирным шрифтом выделены статистически значимые корреляционные связи.

В начале наблюдений установлено, что, чем ниже уровень ситуативной тревожности испытуемых, тем больше скорость достижения ими поставленной цели. Кроме того, более высокая скорость выполнения манипуляций в начале тренинга была ассоциирована с высоким уровнем интро-экстраверсии и нейротизма. Обнаружено, что меньшее число ошибок при выполнении заданий на указанной модели в 1-й день исследования характерно для индивидов с низкой ситуативной тревожностью, но более высокими уровнями нейротизма и интро-экстраверсии. Необходимо отметить, что на 10-й день наблюдений субъекты, чьи значения параметра нейротизма были меньше, быстрее выполняли задания. Показано, что испытуемые с более высоким уровнем личностной тревожности совершают больше ошибок к концу исследования (Клименко А.В. и др., 2019). Полученные результаты согласуются с существующими представлениями о влиянии ИТХ человека на результативность ЦД. Ранее обнаружено, что субъекты с низким уровнем нейротизма и высокой степенью экстраверсии отличаются наилучшими показателями успешности соревновательной деятельности (Нуйкина М.Р., 2017).

Представленные данные указывают на то, что люди с низким уровнем интро-

экстраверсии и нейротизма, но высоким показателем ситуативной тревожности отличаются большей успешностью ЦД на модели ЭХТ. Существенно, что испытуемые с низким уровнем нейротизма быстрее справлялись с поставленными задачами как в начале, так и к окончанию наблюдений. Установлено, что субъекты с низкой личностной тревожностью на 10-й день тренировок совершают меньшее число ошибок, чем высокотревожные индивиды. Результаты нашей работы убедительно доказывают целесообразность определения личностных качеств людей с целью прогнозирования результативности ЭХТ. Абсолютные величины, отражающие эффективность тренинга (время и количество ошибок), как критерий успешности, у субъектов с низким уровнем нейротизма значительно меньше, чем в группе с высокой степенью нейротизма. При сравнении исходных параметров – времени выполнения заданий и количества допущенных ошибок – становится очевидной более выраженная результативность экстравертов, чем интровертов. Субъекты с низкой ситуативной тревожностью в исходном состоянии характеризуются лучшей эффективностью деятельности в описанных условиях, однако межгрупповая разница изучаемых показателей отсутствует к окончанию курса тренировок на эндотренажере.

**Показатели электромиограммы при целенаправленной деятельности на модели  
эндохирургического тренинга**

Интегральный показатель площади волны кривой ЭМГ при выполнении заданий на эндотренажере у испытуемых с различным ИТХ и результативностью ЦД в различные дни наблюдений представлены в таблице 5.

При оценке данных, полученных при регистрации ЭМГ в процессе тренировок, нами обнаружено уменьшение площади волны кривой, что свидетельствует о снижении энергетических затрат на регуляцию совершаемой человеком мышечной работы. Такие изменения были характерны для всех испытуемых и не зависели от ИТХ человека. Снижение площади волны кривой может являться следствием унификации движений и выработки двигательных стереотипов у испытуемых. Необходимо отметить отсутствие значимых межгрупповых различий в показателях, полученных при изучении данных ЭМГ, для первой и последней тренировок во всех выделенных группах на основании психофизиологических особенностей субъектов. По-видимому, это является признаком схожей тактики достижения поставленной цели и, как следствие, равноценного объема двигательной активности при работе на эндотренажере у одинаково подготовленных пользователей (Клименко А.В. и др., 2019).

Суммарная площадь волны кривой, полученной по данным ЭМГ, для всех испытуемых достоверно снизилась с  $62,86 \text{ мВ}^2$  (ИКР  $51,89\text{--}96,56 \text{ мВ}^2$ ) в первый день наблюдений до  $34,63 \text{ мВ}^2$  (ИКР  $28,12\text{--}49,46 \text{ мВ}^2$ ;  $p < 0,001$ ) к окончанию исследования.

**Таблица 5** – Площадь волны кривой ЭМГ при выполнении заданий на энлотренажере у испытуемых с различным индивидуально-типологическими характеристиками и результативностью целенаправленной деятельности в различные дни тренинга (мВ<sup>2</sup>; медиана и интерквартильный интервал 25% и 75%).

Группа	1-й день	10-й день
Группа I-Л	52,05 (48,19–65,77)	31,12 (25–35,93)*
Группа II-Л	68,91 (55,20–92,50)	34,63 (28,79–48,87)
Группа III-Л	87,45 (55,75–122,05)	40,19 (29,38–51,03)
Группа I-С	52,53 (46,24–74,51)*	33,81 (29,80–48,93)
Группа II-С	65,53 (54,59–106,27)	35,37 (27,84–51,64)
Группа III-С	84,49 (55,75–111,40)	33,83 (27,02–49,08)
Группа I-В	51,94 (42,05–62,34)* <sup>+</sup>	27,67 (23,46–34,06) <sup>+</sup>
Группа II-В	62,73 (50,3–87,91)*	35,84 (31,71–48,67)*
Группа III-В	93,45 (68,45–140,21)	50,89 (42,63–60,15)
Группа I-О	56,91 (42,36–72,27)*	32,41 (28,34–40,65)*
Группа II-О	61,21 (51,62–88,2)*	35,37 (27,84–48,67)*
Группа III-О	96,25 (65,78–136,97)	40,35 (32,21–60,14)

Примечание: \* $p < 0.05$  по сравнению с индивидами из соответствующей группы III в соответствующий день тренинга; + $p < 0.05$  по сравнению с индивидами из соответствующей группы II в соответствующий день тренинга.

В результате корреляционного анализа установлено, что в исходном состоянии площадь волны кривой ЭМГ положительно коррелирует с числом допущенных ошибок ( $r=0,36$ ,  $p=0,01$ ) и параметром времени ( $r=0,48$ ,  $p<0,001$ ). К окончанию наблюдений сохранялась взаимосвязь между площадью волны кривой ЭМГ и параметром времени ( $r=0,56$ ,  $p<0,0001$ ). Установлено, что независимо от стадии наблюдений меньшая площадь волны кривой, рассчитанная при регистрации ЭМГ в процессе тренировок, характерна для высокорезультативных индивидов. Схожие значения этого параметра у высокорезультативных субъектов, возможно, являются следствием единой тактики достижения результата. Меньшие энергозатраты на совершение мышечной работы у более успешных испытуемых к концу наблюдений, по-видимому, связаны с формированием специфических двигательных стереотипов. Следует отметить, что люди с меньшим количеством допущенных ошибок при ЭХТ характеризуются более низким значением площади волны кривой миограммы и, следовательно, меньшей мышечной активностью. Это может быть обусловлено меньшими физическими затратами на компенсацию допущенных неточностей при выполнении заданий.

#### **Показатели вариабельности сердечного ритма при целенаправленной деятельности на модели эндохирургического тренинга**

В нашем исследовании впервые представлены данные, свидетельствующие о том, что физиологическое обеспечение ЦД на модели эндохирургических тренировок различается у людей с разными ИТХ. Показатели вариабельности сердечного ритма

до и после тренировки на эндотренажере у людей с различными ИТХ представлены в таблице 6. Корреляционные связи между показателями индивидуально-типологических особенностей испытуемых и параметрами вариабельности сердечного ритма представлены в таблице 7.

**Таблица 6** – Показатели вариабельности сердечного ритма (медиана и интерквартильный интервал 25% и 75%) до и после тренировки на эндотренажере у людей с различными индивидуально-типологическими характеристиками.

Показатель	$\Delta RRNN$ (мс)	$\Delta TP$ (мс <sup>2</sup> )	$\Delta HF$ (мс <sup>2</sup> )	$\Delta LF$ (мс <sup>2</sup> )	$\Delta VLF$ (мс <sup>2</sup> )
I-Н	-3,8* -6,99–2,77	57,61 -398,75–274,4	28,2* -19,26–94,81	-27,76 -234,15–347,37	-11,14 -136,37–141,44
II-Н	3,31 -17,38–17,71	208,22 -300,68–784,17	44,97 -83,93–106,83	39,2 -217,64–348,42	75,08 -40,52–288,75
III-Н	7,98 -6,69–20,5	120,43 -475,23–475,89	-7,09 -87,83–70,51	2,73 -182,63–238,27	54,05 -38,37–170,2
I-ИЭ	2,62* -18,02–9,21	214,23 -186,87–651,48	-5,75* -91,51–124,49	49,78 -94,8–323,93	122,64*,+ -21,37–325,9
II-ИЭ	-4,13 -15,29–17,71	47,69 -299,84–303	4,57 -84,56–66,96	-10,94 -264,23–265,7	-0,88 -104,81–87,28
III-ИЭ	4,28 -3,23–20,5	79,88 -463,03–766,24	70,43 -19,59–112,21	4,8 -235,4–370,51	67,1 -54,27–207,69
I-Л	-4,38 -6,65–12,77	77,68 -196,78–516,53	52,07 -8,64–111,25	-12,98 -201,71–398,4	34,3 -40,49–138,12
II-Л	1,66 -17,59–22,4	99,17 -447,67–448,38	-7,09 -80,19–86,44	19,46 -225,95–274,48	54,05 -71,07–207,29
III-Л	8,45 -6,01–19,8	161,2 -455,4–565,41	2,09 -98,62–76,46	32,76 -183,6–371,04	23,16 -41,28–206,09
I-С	1,29 -5,85–14,74	43,71 -297,14–230,51	14,62 -46,43–101,55	-12,98 -268,98–177,1*	44,03 -43,83–188
II-С	-4,38 -15,53–17,71	150,65 -355,54–561,95	-0,39 -86,7–93,18	37,85 -230,4–370,51	55,64 -106,78–188,15
III-С	6,36 -6,96–20,5	164,67 -442,55–555,41	18,9 -69,01–77,82	35,1 -181,87–381,78	37,87 -59,16–201,7

**Примечание:** \* $p < 0.05$  по сравнению с людьми из соответствующей группы III;  
\*\* $p < 0.05$  по сравнению с людьми из группы II-ИЭ.

Процесс тренинга является стрессовым воздействием на организм. Выявленные в нашей работе изменения показателей ВСР после тренировок согласуются с ранее опубликованными данными об особенностях функционального состояния человека в условиях стресса (Двоеносов В.Г., 2009). Нами показано повышение общей мощности (TP) спектра ВСР в процессе тренировок у испытуемых всех групп, что не противоречит опубликованным ранее данным (Попов В.В., Фрицше Л.П., 2006). Отмечена связь между высокой результативностью сенсомоторной деятельности и повышением общей мощности спектра ВСР, что связано с увеличением мощности отдельных её компонентов (Джебраилова Т.Д. и др., 2012). Общая мощность спектра ВСР отражает комплексное воздействие на сердечный ритм всех уровней регуляции физиологических функций человека (Баевский Р.М., 2006). Умеренно высокие



значения общей мощности (TP), обнаруженные в нашей работе, свидетельствуют об удовлетворительном функциональном состоянии системы кровообращения (Бабунц И.В., Мириджанян Э.М., 2002; Николаев А.Б., Клименко Т.В., 2002).

**Таблица 10** – Корреляционные связи между показателями индивидуально-типологических характеристик испытуемых и параметрами variability сердечного ритма

Индивидуально-типологические характеристики	$\Delta RR$ -интервалов		$\Delta LF/HF$		$\Delta(VLF+LF)/HF$	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>p</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Уровень личностной тревожности	0,07	0,57	<b>0,20</b>	<b>&lt;0,05</b>	0,07	0,57
Уровень ситуативной тревожности	0,03	0,83	<b>-0,22</b>	<b>&lt;0,05</b>	-0,15	0,21
Уровень нейротизма	-0,06	0,60	-0,15	0,19	-0,01	0,91
Уровень интро-экстраверсии	<b>-0,31</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>-0,25</b>	<b>&lt;0,03</b>	<b>-0,23</b>	<b>&lt;0,05</b>

**Примечание:** Жирным шрифтом выделены статистически значимые корреляционные связи.

Нами показано, что снижение мощности HF-диапазона ВСП характерно для людей с высоким уровнем нейротизма. Такие изменения высокочастотного компонента спектра ВСП можно расценивать как следствие уменьшения активности барорефлекторных и парасимпатических влияний на сердечнососудистую систему (Попов В.В., Фрицше Л.П., 2006). Это согласуется с имеющимся представлением о том, что достижение результата ЦД ассоциировано со снижением активности парасимпатической нервной системы (Коробейникова И.И. и др., 2008).

Индивиды с низким уровнем нейротизма в процессе реализации целенаправленного поведения на указанной модели характеризуются усилением парасимпатических влияний на сердечную деятельность. Абсолютные величины, отражающие результативность тренинга (время и количество ошибок), как критерий успешности (Бердников Д.В., Апчел В.Я., 2016), у субъектов с низким уровнем нейротизма значительно меньше, чем в группе с высоким уровнем нейротизма.

В нашем исследовании установлено, что в отличие от интровертов, у экстравертов наблюдается повышение HF-компонента спектра ВСП при тренировочной деятельности. Указанные изменения иллюстрируют усиление активности парасимпатической нервной системы в этих условиях, что согласуется с имеющимися литературными данными (Джебраилова Т.Д., Коробейникова И.И., 2014). Такой вариант регуляции ритма сердца отражает функциональную устойчивость и высокие адаптационные возможности экстравертов (Попова Е.А., Кормилицына Н.К., 2014). Следует отметить, что абсолютные значения мощности HF-компонента спектра ВСП у интровертов были выше, чем у экстравертов. Полученные данные дополняют имеющиеся сведения об особенностях ВСП у студентов с разной степенью интро-экстраверсии при решении когнитивных задач (Джебраилова Т.Д., Иванова Л.В., 2014).

При анализе показателей ВСР в группах с различным уровнем тревожности выявлено, что большее увеличение общей мощности спектра ВСР во время ЦД более характерно для людей с высокой ситуативной и личностной тревожностью. Полученные результаты не противоречат существующим представлениям о взаимосвязи ИТХ человека и показателей сердечно-сосудистых функций (Котельников С.А., Ноздрачев А.Д., 2002).

В настоящее время научное сообщество не пришло к единому мнению о значении LF-компонента спектра ВСР (Shaffer F., Ginsberg J.P., 2017; Thomas B.L., et. al., 2019). Существуют сведения, указывающие на то, что этот параметр ВСР отражает активность барорецепторов (McCraty R., Shaffer F., 2015), а также может являться следствием активности как парасимпатической, так и симпатической нервной системы в условиях покоя (Berntson G.G., et. al., 2007; Lehrer P.M., et. al., 2007). Учитывая наибольшую доказательную базу, при анализе изменений низкочастотного компонента спектра ВСР, считали, что спектральная мощность в LF диапазоне является одним из критериев реализации симпатических влияний на сердечную деятельность (Попов В.В., Фрицше Л.П., 2006; Баевский Р. М., 2006). В нашем исследовании установлено, что в отличие от людей с высокой ситуативной тревожностью, характеризующихся повышением LF-компонента спектра ВСР, у индивидов с низким уровнем ситуативной тревожности наблюдается снижение этого показателя при тренировочной деятельности. Представленные данные иллюстрируют изменения характера симпатических влияний на организм человека в этих условиях. Выявленные нами изменения изученных показателей активности симпатической нервной системы согласуются с опубликованными ранее данными о характере изменений ВСР в процессе целенаправленной деятельности у людей с разным уровнем тревожности (Будукоол Л.К. и др., 2017, Дерягина Л.Е. и др., 2017). В нашем исследовании обнаружены менее выраженные отклонения параметра LF/HF в процессе ЭХТ у низкотревожных испытуемых, что демонстрирует лучшую сбалансированность симпатических и парасимпатических влияний на сердечно-сосудистые функции у указанных индивидов (Riganello F., Candelieri A. 2010; Garcia A., Uribe C.E., 2011). Отмеченные изменения согласуются с имеющимися в научной литературе сведениями по этой проблеме (Урумова Л.Т., Тагаева И.Р. 2016; Будукоол Л.К., Ховалыг А.М., 2017; Джебраилова Т.Д., Сулейманова Р.Г., 2012).

Анализ результатов, полученных при регистрации ЭКГ, показал отсутствие статистически значимых корреляций между исходным уровнем нейротизма испытуемых и ВСР. Результаты корреляционного анализа показателей ВСР в процессе ЦД людей свидетельствуют о том, что индивиды с высоким уровнем личностной тревожности характеризуются более выраженными симпатическими

влияниями на сердечную деятельность. Наоборот, меньшая степень симпатических влияний при целенаправленном поведении отмечена у испытуемых с более высокими параметрами ситуативной тревожности (Клименко А.В. и др., 2019). Эти особенности регуляции физиологических функций в процессе реализации целенаправленного поведения свойственны людям с вышеуказанными ИТХ (Garcia A., et al., 2011).

В нашей работе установлено, что у испытуемых с высоким показателем интро-экстраверсии наблюдается более выраженное уменьшение длительности RR-интервалов в процессе ЭХТ. Кроме того, эти индивиды характеризуются преобладанием высокочастотного компонента спектра ВСР, что иллюстрирует усиление парасимпатических влияний при целенаправленном поведении на данной экспериментальной модели. Полученные факты дополняют имеющиеся сведения об изменениях соотношения симпатических и парасимпатических влияний в организме человека при когнитивной деятельности (Джебраилова Т.Д., Коробейникова И.И., 2014).

Показано, что люди с высоким показателем интро-экстраверсии характеризуются более выраженным усилением парасимпатических влияний в процессе базового ЭХТ. Следовательно, достижение результата у экстравертов в указанных условиях обеспечивается меньшей физиологической ценой, чем у интровертов.

На основании вышесказанного можно сделать вывод о том, что физиологическое обеспечение целенаправленной деятельности на модели эндохирургических тренировок различается у людей с разным уровнем ИТХ. В нашем исследовании впервые представлены данные, свидетельствующие о том, что индивиды с низким уровнем нейротизма в процессе реализации целенаправленного поведения на указанной модели характеризуются усилением парасимпатических влияний на сердечную деятельность. Доказано, что физиологическая цена целенаправленной деятельности на модели эндохирургических тренировок у экстравертов ниже, чем у интровертов. Физиологическая стоимость результата целенаправленного поведения в описанных условиях у высокотревожных людей больше, чем у людей с низкой тревожностью. Регулярные тренировки сопровождаются уменьшением совершаемой мышечной работы в процессе ЭХТ независимо от ИТХ человека. Существенно, что низкий уровень личностной тревожности способствует статистически более значимому уменьшению площади волны кривой ЭМГ (Клименко А.В. и др., 2019).

Описанные изменения параметров ВСР и ЭМГ отражает изменения адаптационных резервов организма в процессе реализации ЦД (Кормилицына Н.К., Гавришева Н.В., 2015). Учитывая статистически значимые межгрупповые различия

этих показателей у людей с разными психофизиологическими характеристиками, становится очевидно, что определение ИТХ необходимо при профессиональной ориентации специалистов, чья деятельность связана с постоянными стрессорными ситуациями (Гавришева Н.В., Кормилицына Н.К., 2014).

Таким образом, представлены данные иллюстрируют физиологическое обеспечение ЦД на модели ЭХТ. Нами впервые показано, что физиологическая цена целенаправленного поведения на модели ЭХТ отличается у людей с разными ИТХ: она больше при высоком уровне нейротизма и тревожности, но низком значении интро-экстраверсии.

### **Параметры variability сердечного ритма у людей с различной результативностью целенаправленной деятельности**

Специальным направлением нашей работы явилось изучение функционального обеспечения целенаправленного поведения на модели ЭХТ у людей с различной результативностью деятельности. Установлено, что в ходе первого дня тренинга мощность HF-компонента спектра ВСР снижалась у испытуемых всех групп, в меньшей степени у высокорезультативных субъектов. Межгрупповая разница для групп I-B и III-B составила  $75 \text{ мс}^2$  ( $p=0,04$ ), для групп I-O и III-O –  $95 \text{ мс}^2$  ( $p>0,05$ ). К окончанию тренировок тенденция к снижению HF-компонента спектра ВСР при ЦД сохранилась, однако, межгрупповая разница указанного параметра в этих группах становилась статистически незначимой. В 1-й день наблюдений показатель LF-компонента спектра ВСР повышался в группе I-O, но снижался в группе III-O. Таким образом, межгрупповая разница изучаемого показателя составила  $467 \text{ мс}^2$  ( $p<0,05$ ). К 10-му дню тренинга параметр LF ВСР снижался у субъектов всех групп. Данные изменения были наиболее выражены у индивидов с низкой скоростью выполнения заданий, а также у людей с меньшим числом допущенных ошибок. Межгрупповая разница для групп I-B и III-B составила  $490 \text{ мс}^2$  ( $p=0,04$ ), для групп I-O и III-O –  $331 \text{ мс}^2$  ( $p>0,05$ ).

В начале наблюдений выявлена обратная взаимосвязь показателя времени с параметром  $\Delta LF$  ( $r=-0,24$ ,  $p<0,05$ ). Существенно, что в начале исследований число допущенных ошибок отрицательно коррелировало с показателями  $\Delta TP$  ( $r=-0,22$ ,  $p<0,05$ ) и  $\Delta LF$  ( $r=-0,25$ ,  $p<0,03$ ). К окончанию наблюдений достоверных корреляционных связей между параметром времени и показателями ВСР не обнаружено. На 10-й день тренинга установлена прямая корреляционная связь между количеством ошибок и параметром  $\Delta LF$  ( $r=0,21$ ,  $p<0,05$ ).

Нами обнаружено, что в начале наблюдений при целенаправленном поведении наиболее выраженное снижение мощности высокочастотного компонента спектра ВСР характерно для индивидов с низкой результативностью. Это иллюстрирует

ослабление парасимпатических влияний на функциональную активность сердца, что может быть следствием уменьшения адаптационных резервов в указанных условиях. Полученные результаты дополняют опубликованные ранее данные. В частности, в работе Т.Д. Джебраиловой с соавт. (2013) показано, что в процессе когнитивной деятельности высокорезультативные испытуемые отличаются доминирующим влиянием парасимпатического отдела нервной системы на работу сердца.

Установлено, что увеличение мощности LF-компонента спектра ВСР типично для индивидов, допускавших меньшее количество ошибок в 1-й день тренинга. Наибольшая стабильность мощности низкочастотного компонента спектра ВСР в процессе ЦД наблюдалась у людей с меньшим временем выполнения заданий на 10-й день исследования. Низкорезультативные индивиды отличаются статистически значимым снижением LF-компонента спектра ВСР как в начале, так и к окончанию тренировочного процесса, что демонстрирует ослабление симпатических влияний на сердечную деятельность на всех изученных стадиях целенаправленного поведения (Клименко А.В. и др., 2019). Описанные закономерности в целом согласуются с имеющимися данными о физиологической стоимости результата умственной деятельности человека по распознаванию зрительных образов (Зорин Р.А., Лапкин М.М., 2012).

Таким образом, в нашем исследовании впервые представлены данные, свидетельствующие о том, что физиологическая цена целенаправленного поведения на модели ЭХТ отличается у людей с разной результативностью деятельности. Наибольшая физиологическая цена такой деятельности ассоциирована с высокой результативностью в начале наблюдений, но низкой – к окончанию исследования.

### **ВЫВОДЫ**

1. Базовые показатели успешности целенаправленного поведения на модели эндохирургического тренинга отличаются у испытуемых с разными индивидуально-типологическими особенностями. Люди с низким уровнем нейротизма и тревожности, но высоким показателем интро-экстраверсии быстрее справляются с поставленными задачами. Меньшее количество ошибок характерно для субъектов с высоким уровнем нейротизма и интро-экстраверсии, но низкой ситуативной тревожностью. В исходном состоянии параметры эффективности тренировочной деятельности коррелируют отрицательно с показателями нейротизма и интро-экстраверсии, но положительно – с уровнем ситуативной тревожности.

2. Успешность целенаправленного поведения на модели эндохирургического тренинга зависит от индивидуально-типологических характеристик индивидов к окончанию наблюдений. В указанных условиях быстрее справляются с поставленными задачами субъекты с низким уровнем нейротизма, но высоким

показателем интро-экстраверсии. В этих условиях выявлена прямая взаимосвязь числа допущенных ошибок с параметрами личностной тревожности и нейротизма.

3. В исходном состоянии площадь волны кривой электромиограммы, отражающая мышечную работу при целенаправленной деятельности на модели эндохирургического тренинга, меньше у людей с низким уровнем ситуативной тревожности. Данный показатель уменьшается у всех испытуемых вне зависимости от их индивидуально-типологических особенностей к окончанию наблюдений. Независимо от стадии наблюдений меньшая площадь волны кривой характерна для высокорезультативных индивидов, особенно для субъектов с высокой скоростью выполнения заданий.

4. Изменения вариабельности сердечного ритма при целенаправленном поведении на модели эндохирургического тренинга иллюстрируют усиление парасимпатических влияний у индивидов с низким уровнем нейротизма, но высоким показателем интро-экстраверсии. В указанных условиях высокотревожные субъекты характеризуются преобладанием симпатических влияний на работу сердца над парасимпатическими.

5. Усиление симпатических влияний на сердечную деятельность испытуемых обуславливает высокую эффективность целенаправленной деятельности на модели эндохирургического тренинга в начале наблюдений, но низкую – к окончанию исследования.

6. Физиологическая цена целенаправленного поведения на модели эндохирургического тренинга отличается у людей с разными индивидуально-типологическими особенностями: она больше при высоком уровне нейротизма и тревожности, но низком значении интро-экстраверсии. Наибольшая физиологическая цена такой деятельности соотносится с высокой эффективностью в начале наблюдений, но низкой – к окончанию исследования.

В заключении хочется выразить благодарность сотрудникам кафедры нормальной физиологии и медицинской физики ФГБОУ ВО МГМСУ им. А.И. Евдокимова Минздрава России и сотрудникам кафедры общей хирургии ФГБОУ ВО МГМСУ им. А.И. Евдокимова Минздрава России за помощь в проведении исследования, предоставленное оборудование и плодотворное сотрудничество в ходе работы.

## **СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

### **Статьи в журналах, рецензируемых ВАК**

1. **Клименко А.В.** Корреляционные связи индивидуально-типологических особенностей человека с показателями результативности целенаправленной деятельности и вариабельности сердечного ритма [Текст] / Клименко А.В., Перцов С.С., Яковенко И.Ю. // Бюлл. экспер. биол. и мед. – 2019. – Т. 167, №5. – С. 532-536.

2. **Клименко А.В.** Результативность целенаправленной деятельности при отработке базовых эндохирургических навыков у интровертов и экстравертов [Текст] / Клименко А.В., Перцов С.С., Яковенко И.Ю. // Вестник уральской медицинской академической науки. – 2019. – Том 16, № 1 – С. 57-66.

3. **Клименко А.В.** Физиологическая цена и успешность целенаправленной деятельности при эндохирургическом тренинге у людей с различной тревожностью [Текст] / Клименко А.В., Перцов С.С., Яковенко И.Ю. // Технологии живых систем. – 2019. – Том 16, № 4 – С. 35-45.

4. **Клименко А.В.** Физиологическая цена целенаправленной деятельности у людей с разной результативностью в динамике эндохирургического тренинга [Текст] / Клименко А.В., Перцов С.С., Яковенко И.Ю. Левкин Е.И., Самратов Т.У., Губенко М.С. // Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова. – 2019. – Том 27, № 3 – С. 333-341.

5. **Клименко А.В.** Взаимосвязь между уровнем нейротизма и результативностью целенаправленной деятельности человека на модели базовых эндохирургических тренировок [Текст] / Клименко А.В., Перцов С.С., Яковенко И.Ю. // Физиология человека. – 2019. – Том 45, № 6 – (принята в печать).

#### **Материалы в журналах и сборниках конференций**

6. **Клименко А.В.** Эмоциональная устойчивость людей как фактор, определяющий успешность формирования базовых эндохирургических навыков [Текст] / Клименко А.В., Перцов С.С., Яковенко И.Ю. // Современные проблемы нейробиологии. Материалы III международной научной конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки РФ, профессора Шилкина Валентина Викторовича. – Ярославль: ФГБОУ ВО ЯГМУ Минздрава России, 2018. – С. 32-33.

7. **Клименко А.В.** Успешность базовой эндохирургической подготовки и ее физиологическая цена у людей с различным уровнем ситуационной тревожности [Текст] / Клименко А.В., Перцов С.С., Яковенко И.Ю. // Нейронаука для медицины и психологии: XV Международный Н45 междисциплинарный конгресс. Судак, Крым, Россия; 30 мая – 10 июня 2019 г.: Труды Конгресса / Под ред. Е.В. Лосевой, А.В. Крючковой, Н.А. Логиновой. – М.: МАКС Пресс – 2019. – С. 2017.

8. **Клименко А.В.** Особенности физиологического обеспечения при формировании базовых эндохирургических навыков у людей с различным уровнем личностной тревожности [Текст] // Материалы XIV международной научно-практической конференции молодых ученых и студентов, посвящённой «Годам развития села, туризма и народных ремесел (2019-2021)» Душанбе – 2019. – С. 525.

9. **Клименко А.В.** Корреляты показателей результативности целенаправленной деятельности и индивидуально-типологических особенностей человека [Электронный ресурс] / Клименко А.В. // Материалы Международного молодежного научного форума «Ломоносов-2019». – М: МАКС Пресс. – 2019.

10. **Клименко А.В.** Влияние индивидуального уровня тревожности оператора эндотренажера на успешность отработки базовых эндохирургических навыков [Текст] / Клименко А.В., Перцов С.С., Яковенко И.Ю. // Сборник тезисов к Всероссийской юбилейной научно-практической конференции с международным участием “Учить, Лечить, Познавать по-Новому” М: МАКС Пресс. – 2019. – С. 126

11. **Клименко А.В.** Корреляты успешности эндохирургического тренинга и индивидуально-топологических особенностей человека [Текст] / Клименко А.В., Перцов С.С., Яковенко И.Ю. // Сборник тезисов к Всероссийской юбилейной научно-практической конференции с международным участием “Учить, Лечить, Познавать по-Новому” М: МАКС Пресс. – 2019. – С. 126-127

12. **Клименко А.В.** Корреляты показателей variability сердечного ритма и индивидуально-типологических особенностей человека [Текст] / Клименко А.В., Перцов С.С., Яковенко И.Ю. // Сборник тезисов к 5-ой междисциплинарной конференции с международным участием «Современные проблемы системной регуляции физиологических функций». М: МАКС Пресс. – 2019. – С. 99-100.

### СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ВАК – высшая аттестационная комиссия	группа I-N – люди с низким уровнем нейротизма
ЦД – целенаправленная деятельность	группа II-N – люди со средним уровнем нейротизма
ИТХ – индивидуально-типологические характеристики	группа III-N – люди с высоким уровнем нейротизма
ЭХТ – эндохирургический тренинг	
BCP – variability сердечного ритма	
ЭКГ – электрокардиограмма	
ЭМГ – электромиограмма	группа I-IE – интроверты
RRNN – средняя длительность RR-интервалов	группа II-IE – люди со средним уровнем интро-экстраверсии
ΔRR-интервалов – разница средней длительности RR-интервалов до и после эндохирургического тренинга	группа III-IE – экстраверты
TP – общая мощность спектра	
ΔTP – разница общей мощности спектра	группа I-L – люди с низкой личностной тревожностью
HF – High frequency (мощность спектра в высокочастотном диапазоне кривой, огибающей динамический ряд кардиоинтервалов)	группа II-L – люди со средним уровнем личностной тревожностью
ΔHF – разница мощность спектра в высокочастотном диапазоне кривой до и после эндохирургического тренинга	группа III-L – люди с высокой личностной тревожностью
LF – Low frequency (мощность спектра в низкочастотном диапазоне кривой, огибающей динамический ряд кардиоинтервалов)	группа I-C – люди с низкой ситуативной тревожностью
ΔLF – разница мощность спектра в низкочастотном диапазоне кривой до и после эндохирургического тренинга	группа II-C – люди со средним уровнем ситуативной тревожностью
VLF – Very low frequency (мощность спектра в сверхнизкочастотном диапазоне кривой, огибающей динамический ряд кардиоинтервалов)	группа III-C – люди с высокой ситуативной тревожностью
LF/HF – индекс централизации (variability баланса симпатических и парасимпатических влияний)	группа I-B – люди с высокой скоростью выполнения заданий
ΔLF/HF – разница отношения индекса в низко- и высокочастотных колебаний ритма	группа II-B – люди со средней скоростью выполнения заданий
	группа III-B – люди с низкой скоростью выполнения заданий
	группа I-O – люди с малым количеством допущенных ошибок
	группа II-O – люди со средним количеством допущенных ошибок
	группа III-O – люди с большим количеством допущенных ошибок