

На правах рукописи

Кулагин Павел Андреевич

**Взаимосвязь показателей реоэнцефалографии,
ритмокардиографии, индивидуальных особенностей ЦНС и мотивации
у испытуемых разного пола при выполнении когнитивной деятельности
с неодинаковой результативностью**

1.5.5. Физиология человека и животных

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Рязань – 2023

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении «Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Научный руководитель:

доктор медицинских наук, профессор **Лапкин Михаил Михайлович**

Официальные оппоненты:

Ткаченко Павел Владимирович, доктор медицинских наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Курский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, заведующий кафедрой нормальной физиологии им. А.В. Завьялова

Джебраилова Тамара Джебраиловна, доктор биологических наук, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), профессор кафедры нормальной физиологии

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет медицины» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Защита диссертации состоится «___» _____ 2024 г. в ___ часов на заседании диссертационного совета 21.2.060.02, созданного на базе ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России по адресу: 390026 г. Рязань, ул. Высоковольтная, д. 9

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России (390026, г. Рязань, ул. Шевченко, д. 34, корп. 2) и на сайте www.rzgmu.ru

Автореферат разослан «___» _____ 2023 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат медицинских наук, доцент

Короткова Н.В.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность и степень разработанности темы исследования

За последние десятилетия исследование причин неодинаковой результативности целенаправленной деятельности человека вызывает у многих специалистов большой интерес (Е.А. Умрюхин, Т.Д. Джебраилова, И.И. Коробейникова, 2004; М.М. Лапкин и др., 2009, М.М. Лапкин и др., 2014; Р.А. Зорин, 2017 и проч.). В связи со значительным возрастанием объема информации, необходимой человеку для его быденной и профессиональной деятельности, и стремительным научно-техническим прогрессом, происходит увеличение интенсивности когнитивной деятельности человека в различных областях.

Не вызывает сомнений, что целенаправленная когнитивная деятельность человека напрямую связана с функционированием клеток коры больших полушарий головного мозга, для оптимальной работы которых требуется постоянное, бесперебойное и адекватное кровоснабжение (D. Attwell, S.B. Laughlin, 2001; D. Attwell et al., 2010; H. Alle, A. Roth, J.R.P. Geiger, 2009; M. Bélanger, I. Allaman, P.J. Magistretti, 2011; M. Vodo et al., 2018 и проч.). Одним из методов оценки мозгового кровообращения является реоэнцефалография – простой, неинвазивный, динамический и относительно недорогой метод оценки церебрального кровотока, основанный на записи колебаний электрического импеданса тканей головного мозга, при прохождении через них низкоамплитудного высокочастотного электрического тока (F.L. Jenkner, 1962; X.X. Яруллин, 1967; Ю.Е. Москаленко и др., 2010; M. Vodo, 2010, 2020).

Хорошо известно, что организация целенаправленного поведения человека во многом обуславливается его индивидуальными психофизиологическими характеристиками (Б.М. Теплов, 1963; В.Д. Небылицын, 1976; В.М. Русалов, 1979, 2004, 2012; Е.Д. Хомская, 2005; В.Ф. Фокин, 2007, П.В. Ткаченко и др., 2020, 2021; V. Rusalov, 2018; I. Trofimova, 2022 и проч.). Такие индивидуальные свойства, как личностная тревожность, устойчивость к стрессу, мотивация, безусловно, определяют то, как человек будет справляться с той или иной задачей (А.В. Котов,

2002; Е.П. Ильин, 2004; Ю.А. Смирнов, 2007; В.П. Дяттерев, 2007, 2012; Т.Д. Джебраилова и др., 2017, 2021; П.В. Ткаченко, Н.И. Белоусова, Е.В. Петрова, 2021; L.C. Bernard, M.E. Mills, 2005). Большое значение в последнее время придается показателям латерализации физиологических функций (В.Ф. Фокин, 2003; В.П. Леутин, Е.И. Николаева, 2005; Е.Д. Хомская, 2009; Н. В. Москвина, В. А. Москвин, 2011; Л.К. Антропова, 2015, Е.М. Бердичевская, 2019; M. Gazzaniga, 2005; D. Adolph, M. von Glischinski, A. Wannemüller, J. Margraf, 2017 и проч.).

Особую роль в физиологическом обеспечении когнитивной деятельности играют неспецифические адаптационные механизмы, состояние которых можно оценить, используя различные методы математического анализа ритма сердца (Р.М. Баевский с соавт., 1984, 1997, 2006; В.М. Михайлов, 2002; В.А. Машин, 2012, S. Delliaux et al., 2019).

Вместе с тем, известно, что результат целенаправленной деятельности во многом зависит не столько от отдельных индивидуальных характеристик человека, сколько от оптимальной их системной организации для достижение нужного результата (П.К. Анохин, 1968, 1973; К.В. Судаков, 1984, 2009, 2013).

Исследования системной организации когнитивной целенаправленной деятельности человека на сегодняшний день является важной научной задачей (К.В. Судаков, 2009, 2013; К.В. Судаков, П.Е. Умрюхин, 2010; М.М. Лапкин и др., 2009; М.М. Лапкин и др., 2014; Р.А. Зорин, М.М. Лапкин, В.А. Жаднов, 2019).

Цель исследования

Определить характер взаимосвязей между реоэнцефалографическими показателями, показателями ритмокардиографии, индивидуальными особенностями ЦНС и мотивацией у испытуемых разного пола при выполнении целенаправленной когнитивной деятельности с неодинаковой результативностью.

Задачи исследования

1) Исследовать статистические характеристики целенаправленной деятельности испытуемых, отличающихся по половому признаку, при решении когнитивных задач.

2) Исследовать показатели мозговой гемодинамики по данным реоэнцефалографии у испытуемых, отличающихся по половому признаку, при решении когнитивных задач с различной результативностью.

3) Исследовать показатели variability сердечного ритма по данным ритмокардиографии у испытуемых, отличающихся по половому признаку, при решении когнитивных задач с различной результативностью.

4) Провести оценку индивидуальных особенностей ЦНС и особенностей мотивационной структуры поведения испытуемых, отличающихся по половому признаку, решающих когнитивные задачи с различной результативностью.

5) Выявить характер взаимосвязей между показателями мозговой гемодинамики, variability сердечного ритма, индивидуальными особенностями ЦНС и мотивационной структуры поведения у испытуемых, отличающихся по половому признаку и различной результативностью когнитивной деятельности.

6) Применить методы кластерного анализа и регрессионного анализа для решения вопросов классификации испытуемых и формирования прогноза результативности их когнитивной деятельности.

Методология и методы исследования

Данное исследование было проведено на основе методологии системного подхода в изучении физиологических функций. В основу легли положения теории функциональных систем, разработанной академиком П.К. Анохиным и развитый его последователями (П.К. Анохин, 1968, 1973; К.В. Судаков, 2009, 2013).

Практическая часть диссертационной работы проводилась на базе кафедры нормальной физиологии с курсом психофизиологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации в период с 2020-2023 гг.

Всего в исследовании приняли участие 120 практически здоровых испытуемых обоего пола в возрасте 18-25 лет. Критериями невключения в исследования являлось

наличие в анамнезе любых неврологических заболеваний, заболеваний зрительной сенсорной системы и опорно-двигательного аппарата, возраст меньше 18 и больше 25 лет.

Окончательная выборка была сформирована на основании показателей испытуемых, прошедших этап выполнения моделируемой когнитивной деятельности, и составила 112 испытуемых обоего пола в возрасте 18-25 (19.73 ± 1.38) лет, в т.ч. испытуемых мужского пола – 71 (19.76 ± 1.58 лет), женского пола – 41 (19.68 ± 1.06 лет).

Все участники исследования дали добровольное письменное информированное согласие на участие до момента включения в работу. Протокол исследования одобрен локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России (протокол № 2 от 07.10.2020 года).

В исследовании применялись следующие методы:

- реоэнцефалография;
- ритмокардиография;
- модель целенаправленной когнитивной деятельности – двухцветный тест «Таблицы Шульте-Горбова»;
- психодиагностическое тестирование и оценка мотивационной структуры личности (ОСТ В.М. Русалова; шкала проявлений личностной тревожности J. Teylor (TMAS), шкала тревожности С. Spielberger (STAI), личностный опросник Н.Н. Eysenck (EPI), тест D. Jenkins (JAS), опросники Т.Ehlers, опросник А.А. Реана, опросник В.К. Гербачевского);
- методики для оценки индивидуальных особенностей ЦНС (в т.ч. для определения моторной и сенсорной латерализации): опросник М. Annett, стандартные тесты (моторные пробы, зрительные пробы), динамометрия, теппинг-тест, дихотическое прослушивание, оценка внимания, помехоустойчивость, простая зрительно-моторная реакция, критическая частота слияния световых мельканий;
- математико-статистический анализ данных и визуализация результатов анализа проводились с помощью программ STATISTICA 12 и GraphPad Prism 9.5.1.

Количественные показатели оценивали на предмет соответствия нормальному распределению с помощью критерия Шапиро-Уилка. Поскольку большая часть исследуемых массивов данных характеризовалась отсутствием признаков нормального распределения количественные данные описывались с помощью медианы (Me), нижнего и верхнего квартилей (LQ; UQ), а для статистического анализа использовались непараметрические методы: U-критерий Манна-Уитни, W-критерий Уилкоксона, метод ранговой корреляции Спирмена. Критическим уровнем значимости считали $p < 0,05$. Для решения задачи классификации испытуемых применяли иерархический кластерный анализ и кластерный анализ методом k-средних. Для определения количества факторов, влияющих на показатели результативности целенаправленной когнитивной деятельности, разрабатывали прогностические модели с помощью метода множественной линейной регрессии.

Научная новизна исследования

Выявлены особенности гемодинамического обеспечения головного мозга в качестве фактора неодинаковой результативности целенаправленной когнитивной деятельности испытуемых различного пола, а также для оценки функциональной динамической латерализации. Получены новые данные о взаимосвязях реоэнцефалографических показателей с показателями результативности целенаправленной когнитивной деятельности испытуемых разного пола.

Выявлены различия в структуре корреляционных взаимосвязей психодинамических характеристик и показателей мотивации в формировании неодинаковой результативности целенаправленной когнитивной деятельности у испытуемых, отличающихся по половому признаку, что позволило утверждать о различиях в системной организации их целенаправленной деятельности.

Применение кластерного анализа позволило классифицировать испытуемых в группах, отличающихся по половому признаку, на два однородных кластера – низко и высоко результативных – на основе статистических показателей результативности выполнения теста «Таблицы Шульте-Горбова». С помощью многофакторного регрессионного анализа выявлены наиболее значимые реоэнцефалографические, ритмокардиографические, психодинамические и мотивационные показатели,

отражающие участие различных физиологических и психофизиологических механизмов в формировании неодинаковой результативности целенаправленной когнитивной деятельности испытуемых разного пола.

Теоретическая значимость работы

В основе данной диссертационной работы лежат теоретические подходы и методические принципы отечественной и зарубежной физиологии человека и животных. Полученные в ходе работы данные расширяют сведения об участии мозговой гемодинамики, вариабельности сердечного ритма, индивидуальных особенностей ЦНС и мотивации в обеспечении целенаправленной когнитивной деятельности, осуществляемой с различной результативностью лицами разного пола.

Углублены знания об особенностях гемодинамического обеспечения головного мозга во время выполнения когнитивных задач. Получены представления о внутрисистемных взаимоотношениях физиологических и психофизиологических показателей молодых людей разного пола в ходе реализации целенаправленной когнитивной деятельности.

Выявлены наиболее значимые реоэнцефалографические, ритмокардиографические, психодинамические и мотивационные показатели, оказывающие влияние на результативность целенаправленной когнитивной деятельности, что, при дальнейшем их изучении, может служить основой для разработки методов оптимизации умственной деятельности обучающихся и работников, персонализации образовательного процесса, а также создания экспертных систем прогнозирования результативности деятельности лиц, занятых интеллектуальным трудом.

Практическая значимость работы

Данные, полученные в ходе диссертационной работы, могут быть использованы в дальнейших физиологических и психофизиологических исследованиях, в образовательных целях в курсе преподавания физиологии, психофизиологии и психологии, а также для разработки экспертной системы для прогнозирования результативности когнитивной деятельности человека.

Внедрение результатов в практику

Результаты исследований внедрены в учебный процесс и научные исследования кафедр нормальной физиологии с курсом психофизиологии; неврологии и нейрохирургии; общей и специальной психологии с курсом педагогики ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России, а также в практику научных исследований кафедры нормальной физиологии ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет).

Положения, выносимые на защиту

1) Испытуемые, осуществляющие целенаправленную когнитивную деятельность с различной результативностью, отличаются по характеру корреляционных взаимосвязей показателей реоэнцефалографии, вариабельности сердечного ритма, индивидуальных свойств ЦНС и мотивационных характеристик с параметрами результативности когнитивной деятельности, что может отражать различную системную организацию физиологических функций при ее выполнении.

2) Выявленные с помощью многофакторного регрессионного анализа наиболее значимые реоэнцефалографические, ритмокардиографические, психодинамические и мотивационные показатели оказывают существенное влияние на показатели результативности когнитивной деятельности, моделируемой с помощью теста «Таблицы Шульте-Горбова». Использование данных показателей позволяет осуществлять надежный прогноз результативности целенаправленной когнитивной деятельности у испытуемых разного пола.

Степень достоверности и апробация работы

Достоверность полученных результатов и выводов заключается в применении валидных методов регистрации и обработки физиологических данных, использовании современного, лицензированного и поверенного оборудования, объемом и репрезентативностью выборок испытуемых, а также в применении корректных и современных методов статистической обработки полученных данных. Статистический анализ проведен с использованием современных и лицензированных статистических программ: STATISTICA 12 и GraphPad Prism 9.5.1.

Основные материалы исследования были представлены на III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Агаджаньяновские чтения» (Москва, 2020); VI Всероссийской научной конференции молодых специалистов, аспирантов, ординаторов «Инновационные технологии в медицине: взгляд молодого специалиста» (Рязань, 2020); Ежегодной научной конференции Рязанского государственного медицинского университета имени академика И.П. Павлова, посвящённой 70-летию основания вуза на Рязанской земле (Рязань, 2020); Ежегодной научной конференции Рязанского государственного медицинского университета имени академика И.П. Павлова, Году науки и технологий в Российской Федерации (Рязань, 2021); XLVI Итоговой научной сессии ФГБНУ «НИИНФ имени П.К. Анохина» (Москва, 2022); Конференции молодых ученых и студентов, посвященной 100-летию МГМСУ им. А.И. Евдокимова «Физиология и физика в современной медицине» (Москва, 2022); IV Междисциплинарной конференции с международным участием, посвященной 90-летию со дня рождения академика К.В. Судакова (Москва, 2022); конференции с международным участием «Медицинская физика, физиология и смежные дисциплины в академической и вузовской науке», посвященной 100-летию со дня образования МГМСУ им. А.И. Евдокимова (Москва, 2022); Международной научной конференции «Фундаментальные и прикладные науки – медицине» (Республика Беларусь, Минск, 2022), межкафедральной научной конференции кафедр нормальной физиологии с курсом психофизиологии, патофизиологии, неврологии и нейрохирургии, физического воспитания и здоровья, общей гигиены Рязанского государственного медицинского университета имени академика И.П. Павлова (Рязань, 23.06.2023).

Публикации

По материалам диссертации опубликовано 12 печатных работ, полно отражающих основные положения диссертационной работы, в том числе 4 статьи в журналах перечня ВАК при Минобрнауки России, 2 из которых индексируются в международной цитатно-аналитической базе данных Scopus, получено 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Личный вклад автора

Автор диссертации непосредственно участвовал в разработке плана и дизайна исследования, проведении исследований, получении исходных данных и в их анализе, участвовал в разработке методического обеспечения работы, лично и совместно с соавторами обрабатывал и интерпретировал экспериментальные данные, лично и с соавторами подготовил публикации по выполненной работе, лично представлял материалы диссертации на различных этапах апробации результатов работы.

Объем и структура диссертации

Диссертация изложена на 161 странице и состоит из введения, 4 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций и списка литературы. Библиографический указатель содержит 206 источников, в том числе 92 отечественных и 114 иностранных. Текст диссертации иллюстрирован 52 таблицами и 17 рисунками.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Характеристика результативности целенаправленной когнитивной деятельности испытуемых разного пола

Выборка испытуемых ($n = 112$) была разделена на две группы по критерию половой принадлежности (испытуемые мужского пола (М) = 71, испытуемые женского пола (Ж) = 41). При сравнении представителей данных групп по показателям результативности теста «таблицы Шульте-Горбова» значимых различий выявлено не было.

Для объективной внутригрупповой классификации испытуемых по параметрам результативности выполнения теста Шульте-Горбова применяли иерархический кластерный анализ (метод Варда) и метод k -средних. При проведении кластерного анализа было выделено два кластера в группе мужчин: первый кластер включал 21 человек, второй – 50 человек. Группа женщин была также разделена на два кластера: в первый кластер вошло 19 человек, во второй – 22 человека.

В обеих группах, разделенных по половому признаку, 1 кластер характеризуется значительно большим общим временем выполнения задания, средним временем выбора числа и более низким коэффициентом полезного действия, чем 2 кластер. Исходя из этого 2 кластер как у мужчин, так и у женщин был обозначен как «высоко результативный», а кластер 1 – «низко результативный».

При сравнении одноименных кластеров в группах испытуемых разного пола обнаружено, что кластер 2 в группе женщин отличается меньшим общим временем выполнения теста и меньшим средним временем выбора числа, чем кластер 2 в группе мужчин (Рисунок 1).

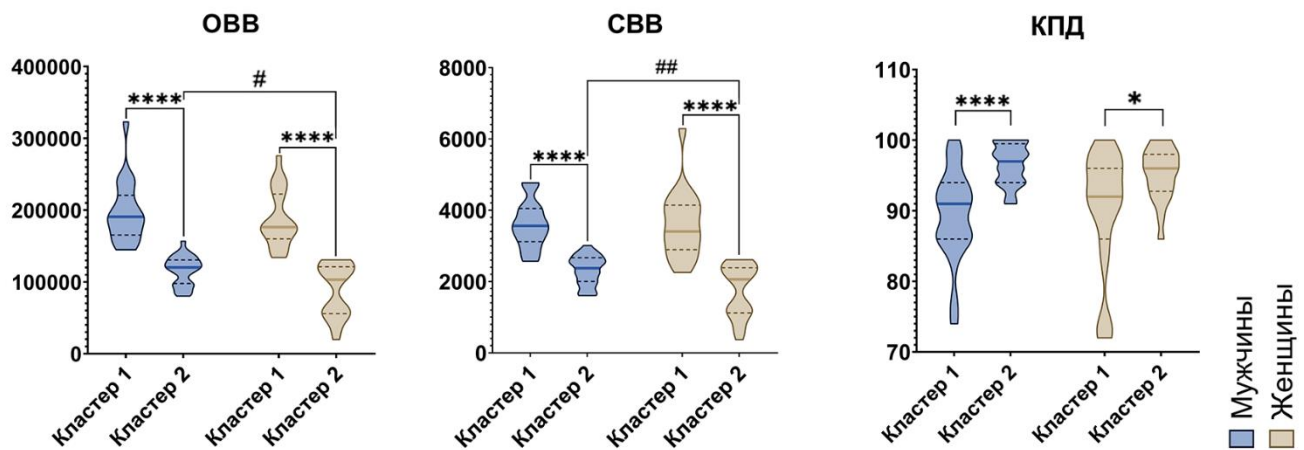


Рисунок 1 – Сравнение показателей результативности теста Шульте-Горбова представителей различных кластеров у испытуемых разного пола

Примечание: ОВВ – общее время выполнения, СВВ – среднее время выбора числа, КПД – коэффициент полезного действия; * - $p < 0.05$, ***** - $p < 0.0001$ – для U-критерия Манна-Уитни при сравнении кластеров внутри группы; # - $p < 0.05$, ## - $p < 0.01$ – для U-критерия Манна-Уитни при сравнении кластеров разного пола. Здесь и далее графики представлены в виде скрипичных диаграмм. Медиана обозначена сплошной линией, межквартильный размах показан пунктирными линиями, верхняя и нижняя граница диаграмм обозначают максимальное и минимальное значение соответственно. Форма и ширина графика представляют распределение данных среди испытуемых путем оценки функции плотности вероятности.

Характеристика реоэнцефалографических показателей испытуемых с различной результативностью целенаправленной когнитивной деятельности

Анализ реоэнцефалографических показателей испытуемых позволил выявить различия в мозговой гемодинамике как между испытуемыми разного пола, так и между испытуемыми, осуществляющими когнитивную деятельность с различной результативностью (Рисунок 2). У испытуемых мужского пола как в исходном

состоянии относительного покоя, так и во время выполнения когнитивной задачи наблюдаются более низкие скоростные показатели кровенаполнения (максимальная скорость быстрого кровенаполнения в Fmd и Fms отведениях; средняя скорость медленного кровенаполнения в Fmd, Fms и Oms отведениях) и более низкий дикротический индекс в Fmd, Fms, Omd и Oms отведениях, чем у испытуемых женского пола. Данная особенность может быть связана с отличиями в тонусе и эластичности сосудов головного мозга у представителей разного пола.

Анализ динамики реоэнцефалографических показателей во время осуществления когнитивной деятельности по отношению к исходному состоянию позволил выявить ряд значимых изменений в исследуемых кластерах. Одним из них является динамика реографического индекса. У испытуемых мужского пола обоих кластеров наблюдается уменьшение данного показателя в окципито-мастоидальных отведениях, что отражает снижение интенсивности кровенаполнения в бассейне позвоночных артерий во время выполнения когнитивной задачи. В то время как у испытуемых женского пола обоих кластеров отмечается увеличение реографического индекса во фронто-мастоидальных отведениях, что отражает увеличение интенсивности кровенаполнения в бассейне внутренних сонных артерий. К другим значимым реоэнцефалографическим показателям можно отнести такие показатели, как: максимальная скорость быстрого кровенаполнения, средняя скорость медленного кровенаполнения, дикротический индекс и диастолический индекс. Данные показатели были достоверно выше у испытуемых женского пола как в исходном состоянии, так и во время целенаправленной когнитивной деятельности, особенно при сравнении этих параметров среди низко результативных испытуемых разного пола.

Проведенный корреляционный анализ позволил обнаружить значимые взаимосвязи РЭГ-показателей с показателями результативность целенаправленной когнитивной деятельности, а также оценить их структуру (Рисунок 3). Различия в структуре корреляционных связей, по-видимому, отражают различную системную организацию гемодинамического обеспечения головного мозга во время целенаправленной когнитивной деятельности.

При проведении анализа асимметрии гемодинамики головного мозга путем сравнения реоэнцефалографических показателей, зарегистрированных с правой и с левой стороны головы, выявили достоверные отличия по ряду показателей в исследуемых кластерах.

У низкорезультативных испытуемых мужского пола в исходном состоянии время распространения реографической волны в Omd отведении больше, чем в Oms, а средняя скорость медленного наполнения больше в Oms отведении. Во время выполнения теста Шульте-Горбова у испытуемых данного кластера время распространения реографической волны в Omd отведении больше, чем слева, а время быстрого и медленного кровенаполнения больше в Oms отведении, чем в Omd.

У высокорезультативных испытуемых мужского пола в исходном состоянии время распространения реографической волны, средняя скорость медленного кровенаполнения и максимальная скорость быстрого кровенаполнения больше в Omd отведении, а время быстрого и медленного кровенаполнения больше в Oms отведении. Значимой асимметрии реографических показателей во время целенаправленной когнитивной деятельности у испытуемых данного кластера выявлено не было.

У низкорезультативных испытуемых женского пола в исходном состоянии время быстрого кровенаполнения выше в Oms отведении. Во время осуществления когнитивной деятельности у представителей данного кластера отмечается более высокий диастолический индекс в Omd отведении.

У высокорезультативных женщин в исходном состоянии средняя скорость медленного кровенаполнения выше в Oms отведении, а максимальная скорость быстрого кровенаполнения выше в Omd. Также наблюдается более высокий реографический индекс в Fms и Oms отведениях. Во время целенаправленной когнитивной деятельности у испытуемых данного кластера значимой асимметрии реографических показателей не обнаружено.

Стоит отметить, что у высокорезультативных испытуемых обоего пола не выявлено значимой асимметрии показателей РЭГ во время осуществления целенаправленной когнитивной деятельности.

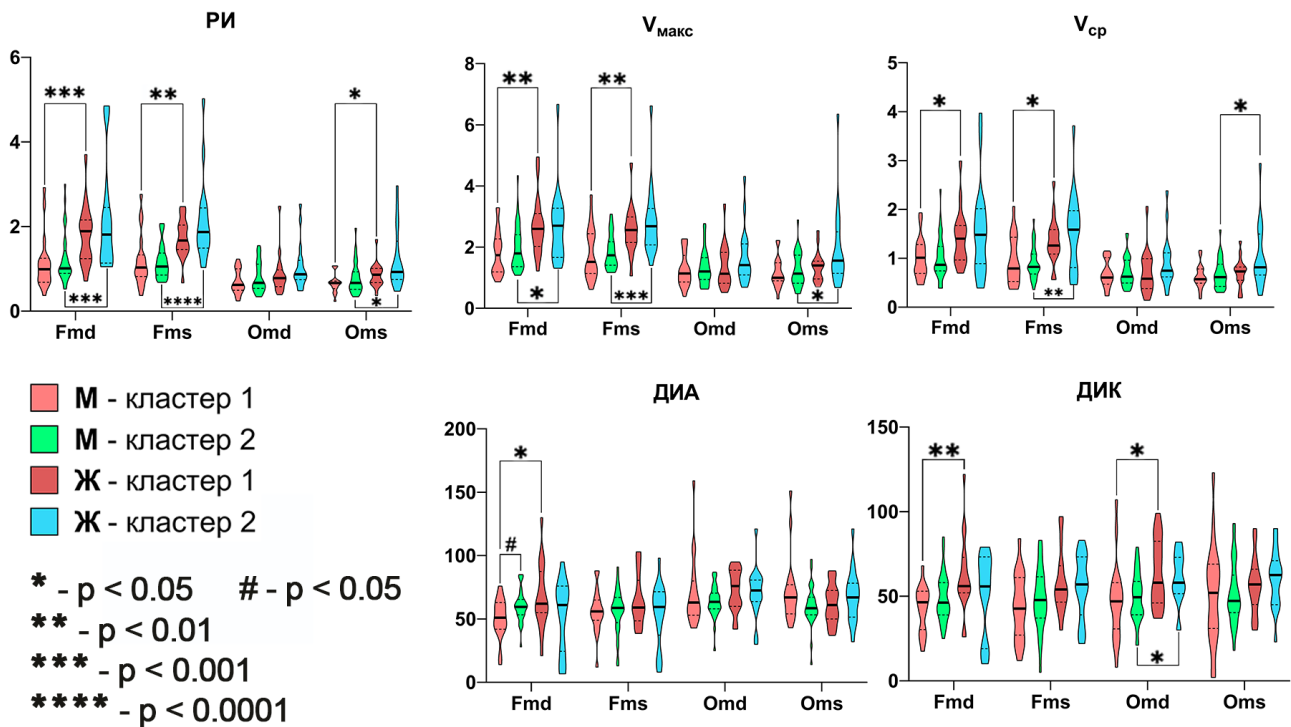
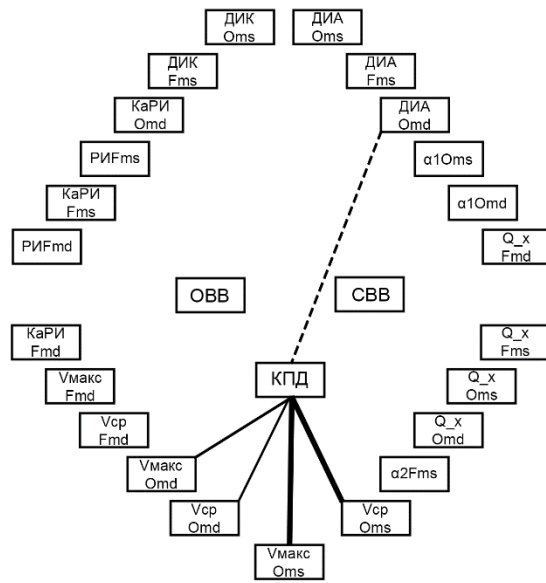


Рисунок 2 - Сравнение некоторых реоэнцефалографических показателей, зарегистрированных во время выполнения теста Шульте-Горбова у испытуемых с различной результативностью целенаправленной когнитивной деятельности

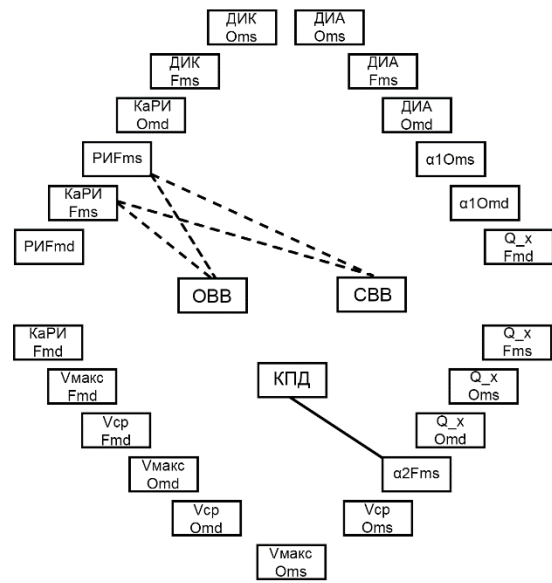
Примечание: ДИА – диастолический индекс, ДИК – дикротический индекс, РИ – реографический индекс, V_{\max} – максимальная скорость быстрого наполнения, V_{cp} – средняя скорость медленного наполнения; Ж – женщины, М – мужчины.

Вышеприведенные факты могут свидетельствовать о том, что особенности мозговой гемодинамики, объективно отражающиеся в показателях реоэнцефалографии, существенно влияют на результативность целенаправленной когнитивной деятельности испытуемых. При этом гемодинамические показатели указывают на различия физиологических механизмов, участвующих в формировании неодинаковой результативности целенаправленной деятельности у испытуемых мужского и женского пола.

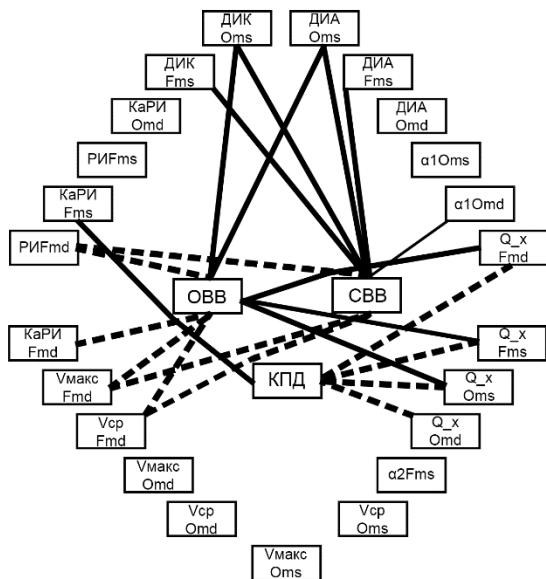
М - кластер 1



М - кластер 2



Ж - кластер 1



Ж - кластер 2

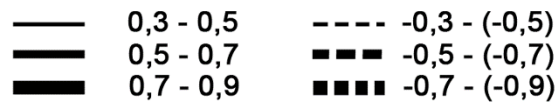
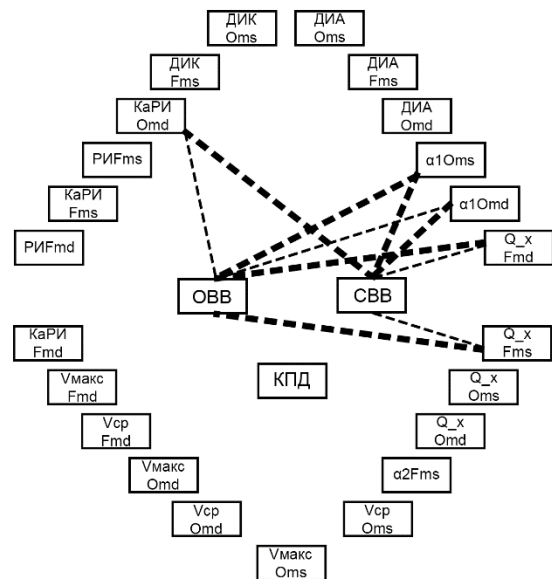


Рисунок 3 - Корреляционные плеяды, отражающие взаимосвязи реоэнцефалографических показателей с показателями результативности когнитивной деятельности испытуемых сравниваемых кластеров

Примечание: ОВВ – общее время выполнения, СВВ – среднее время выбора числа, КПД – коэффициент полезного действия, Q_x – время распространения реографической волны, α1 – время быстрого кровенаполнения, α2 – время медленного кровенаполнения, РИ – реографический индекс, КаРИ – коэффициент асимметрии реографического индекса, Vмакс – максимальная скорость быстрого наполнения, Vcp – средняя скорость медленного наполнения, ДИК – дикротический индекс, ДИА – диастолический индекс. Fms – левое фронто-мастоидальное отведение; Fmd – правое фронто-мастоидальное отведение; Oms – левое окципито-мастоидальное отведение; Omd - правое окципито-мастоидальное отведение.

Характеристика показателей ритмокардиографии у испытуемых с различной результативностью целенаправленной когнитивной деятельности

Испытуемые мужского пола отличались от испытуемых женского пола большей мощностью спектра в низкочастотном диапазоне (pLF) и более высоким индексом вагосимпатического взаимодействия (LF/HF) в исходном состоянии и меньшей мощностью спектра в высокочастотном диапазоне (pHF) и более высоким индексом вагосимпатического взаимодействия (LF/HF) во время когнитивной деятельности, что свидетельствует о высоком уровне напряжения неспецифических адаптационных механизмов у данной группы испытуемых в исходном состоянии и готовности к предстоящей деятельности.

Значимые различия показателей ВСР у испытуемых с различной результативностью целенаправленной когнитивной деятельности представлены на Рисунке 4.

Характеристика индивидуальных свойств центральной нервной системы испытуемых разного пола, принимавших участие в исследованиях

Исследование параметров латерализации физиологических функций позволило выявить ряд отличий среди испытуемых разного пола и с различной результативностью когнитивной деятельности.

В кластере низко результативных женщин наблюдали преобладание левостороннего коэффициента ПЛЮ, а также левостороннего коэффициента зрительной асимметрии, в отличие от кластера высоко результативных женщин, где отмечалось преобладание правосторонних коэффициентов.

При анализе индивидуальных психодинамических характеристик испытуемых разного пола было установлено, что у испытуемых женского пола такие показатели, как социальная эмоциональность (ОСТ), нейротизм (опросник EPI) и личностная тревожность (шкала TMAS) значительно выше, чем у испытуемых мужского пола. Такие же различия наблюдаются среди высоко результативных испытуемых разного пола. Среди низко результативных испытуемых личностная тревожность (TMAS) также выше у представителей женского пола.

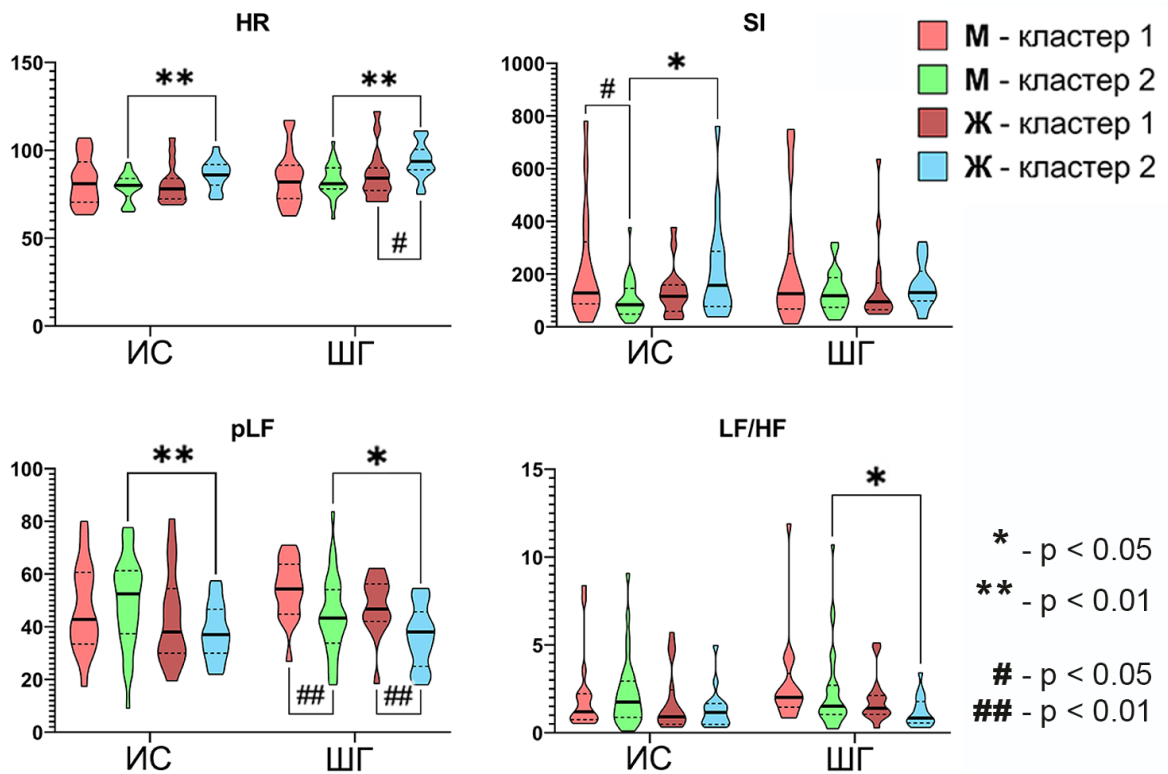


Рисунок 4 - Сравнение значимых показателей variability сердечного ритма у испытуемых с различной результативностью целенаправленной когнитивной деятельности

Примечание: ИС – исходное состояние, ШГ – выполнение теста Шульте-Горбова; HR – частота сердечных сокращений, pLF – мощность спектра в низкочастотном диапазоне, LF/HF – индекс вагосимпатического взаимодействия, SI – стресс-индекс.

Характеристика мотивационной структуры поведения испытуемых разного пола, принимавших участие в исследованиях

Исследование мотивационной основы целенаправленной когнитивной деятельности позволило выявить, что испытуемые мужского пола характеризуются более высоким показателем «Ожидаемый уровень результатов» (выражает понимание испытуемым собственных возможностей в достижении результата деятельности), чем представители женского пола. В группе мужчин высоко результативные испытуемые характеризовались значительно более высокими показателями «Мотив самоуважения» (выражает стремление субъекта ставить перед собой все более трудные цели) и «Оценка своего потенциала» (отражает готовность испытуемого к выполнению задания и достижению определенных результатов), чем низко результативные испытуемые.

Проведенный анализ значимых корреляционных взаимосвязей реоэнцефалографических показателей, показателей математического анализа ритма сердца, показателей мотивации (Рисунок 5) и индивидуальных психодинамических характеристик с показателями результативности выполнения теста Шульте-Горбова у испытуемых исследуемых групп позволяет предположить, что различная результативность целенаправленной когнитивной деятельности связана с различной спецификой системной организации данной деятельности. Возможно, ключевыми звеньями в данных системах являются определенные лимбико-ретикулярные взаимодействия, обеспечивающие взаимосвязи психодинамических свойств и мотивации, а также механизмы, обеспечивающие оптимальное гемодинамическое обеспечение структур головного мозга.

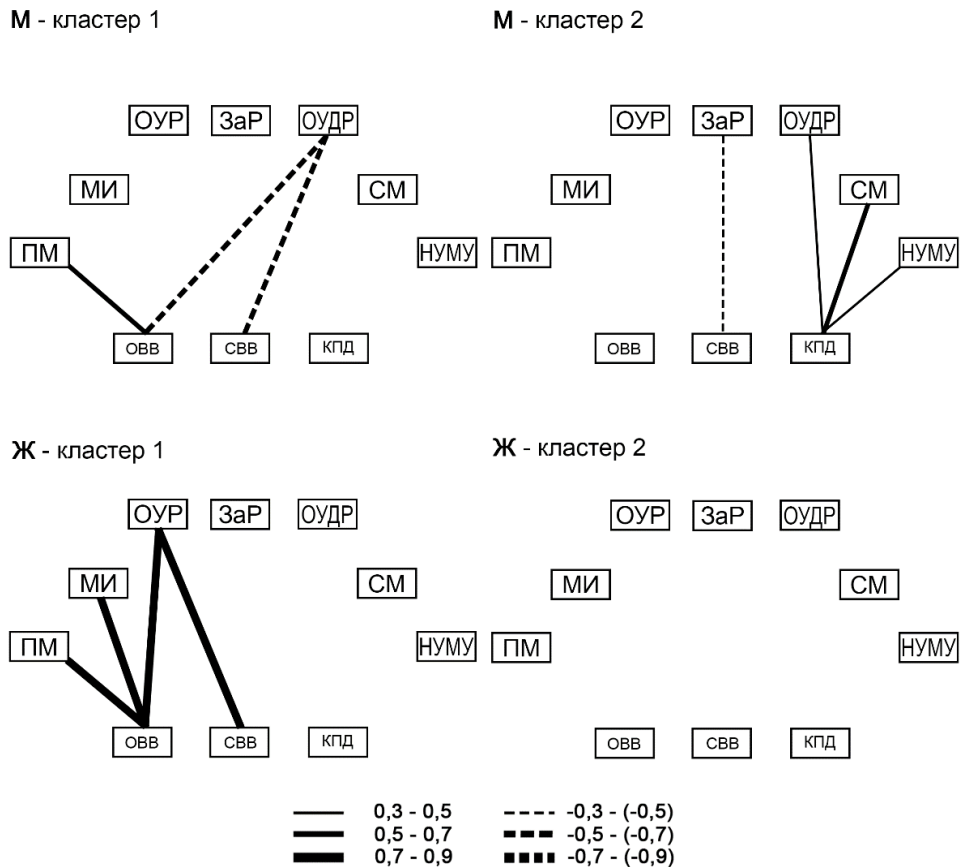


Рисунок 5 - Корреляционные плеяды, отражающие взаимосвязи показателей мотивационной структуры поведения с показателями результативности когнитивной деятельности испытуемых сравниваемых кластеров

Примечание: ОВВ – общее время выполнения, СВВ – среднее время выбора числа, КПД – коэффициент полезного действия, ПМ – познавательный мотив, МИ – мотив избегания, ОУР – ожидаемый уровень результатов, ЗаР – закономерность результатов, ОУДР – оценка уровня достигнутых результатов, СМ – состязательный мотив, НУМУ – намеченный уровень мобилизации усилий.

Прогнозирование результативности целенаправленной когнитивной деятельности испытуемых при помощи многофакторного регрессионного анализа

С целью определения наиболее значимых факторов, влияющих на параметры результативности целенаправленной когнитивной деятельности, а также для возможности прогнозирования результативности данной деятельности, использовали математические модели многофакторной регрессии.

Полученные данные по результатам многофакторного регрессионного анализа позволили выявить наиболее значимые факторы, влияющие на изменения изучаемых параметров результативности целенаправленного когнитивного поведения испытуемых в исследуемой выборке: «Общее время выполнения», «Среднее время выбора числа», «Коэффициент полезного действия».

На исследуемой поведенческой модели, при использовании в качестве предикторов ограниченное количество наиболее значимых показателей, вероятность надежного прогноза высокой результативности целенаправленной когнитивной деятельности как у испытуемых мужского пола, так и женского пола составила, в среднем, более 70%, что свидетельствует о целесообразности многофакторного регрессионного анализа для прогнозирования результативности целенаправленной когнитивной деятельности.

ВЫВОДЫ

1) Группы испытуемых, разделенных по половому признаку, неоднородны по статистическим характеристикам целенаправленной когнитивной деятельности: общему времени выполнения теста Шульте-Горбова, среднему времени выбора числа, коэффициенту полезного действия. Применение кластерного анализа позволило объективно выделить высоко результативные и низко результативные кластеры испытуемых в изучаемых группах.

2) Анализ мозгового кровообращения по данным реоэнцефалографии позволил выявить существенные различия у испытуемых как в группах, разделенных по половой принадлежности, так и выделенных кластерах. У испытуемых мужского пола обоих кластеров наблюдается уменьшение

реографического индекса в окципито-мастоидальных отведениях во время выполнения теста «таблицы Шульте-Горбова» относительно исходного состояния, что отражает снижение интенсивности кровенаполнения в бассейне позвоночных артерий во время когнитивной деятельности. В то время как у испытуемых женского пола обоих кластеров отмечается увеличение реографического индекса во фронтально-мастоидальных отведениях, что отражает увеличение интенсивности кровенаполнения в бассейне внутренних сонных артерий при выполнении когнитивной задачи.

3) Наиболее значимые различия при реоэнцефалографии наблюдались по показателям: средняя скорость медленного наполнения, максимальная скорость быстрого наполнения, диастолический индекс, диастолический индекс. Данные показатели были достоверно выше у испытуемых женского пола как в исходном состоянии, так и во время целенаправленной когнитивной деятельности, особенно при сравнении этих параметров среди низко результативных испытуемых разного пола. По результатам анализа реоэнцефалографических показателей, зарегистрированных в симметричных участках головы испытуемых, не выявлено значимой асимметрии мозговой гемодинамики у высоко результативных испытуемых обоего пола во время осуществления целенаправленной когнитивной деятельности, в то время как у низко результативных испытуемых в этих условиях наблюдались различия по ряду показателей.

4) Анализ вариабельности сердечного ритма по данным ритмокардиографии позволил выявить существенные различия у испытуемых как в группах, разделенных по половой принадлежности, так и выделенных кластерах. Большая мощность спектра в низкочастотном диапазоне и высокий индекс вагосимпатического баланса у испытуемых мужского пола, по сравнению с испытуемыми женского пола, может свидетельствовать о высокой активности регуляторных механизмов сосудистого тонуса и преобладании стресс-реализующих систем.

5) Оценка индивидуальных особенностей ЦНС и особенностей мотивационной структуры поведения испытуемых позволила выявить различия в

изучаемых группах и выделенных кластерах. Испытуемые женского пола характеризовались высокими уровнями социальной эмоциональности, нейротизма и личностной тревожности. Низко результативные испытуемые мужского пола характеризовались низкими уровнями мотива самоуважения и оценки своего потенциала, при сравнении с высоко результативными испытуемыми мужского пола. У низко результативных испытуемых женского пола наблюдалось преобладание левостороннего слухоречевого коэффициента и левостороннего интегрального профиля латеральной организации физиологических функций, в отличие от высоко результативных испытуемых данного пола.

6) Корреляционный анализ позволил выявить различные варианты системной организации целенаправленной когнитивной деятельности, приводящие к неодинаковой ее результативности у испытуемых разного пола по показателям выраженности, знака и количеству корреляционных взаимосвязей, т.к. это отражает характер взаимодействия различных механизмов для формирования определенной результативности когнитивной деятельности.

7) Многофакторный регрессионный анализ позволил определить наиболее значимые реоэнцефалографические, ритмокардиографические показатели, психодинамические характеристики, показатели функциональной латерализации и мотивации, оказывающие влияние на статистические характеристики результативности когнитивной деятельности у испытуемых разного пола, а также рассчитать эффективные математические модели для прогнозирования данных характеристик. На исследуемой поведенческой модели, при использовании в качестве предикторов наиболее значимых показателей вероятность надежного прогноза высокой результативности целенаправленной когнитивной деятельности как у испытуемых мужского пола, так и женского пола составила, в среднем, более 70%.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1) С целью объективного выявления однородных групп испытуемых при изучении результативности целенаправленной деятельности по методу Шульте-Горбова рекомендуется применение кластерного анализа.

2) Для описания системной организации целенаправленной когнитивной деятельности у испытуемых разного пола рекомендуется использовать комплекс показателей: показатели гемодинамического обеспечения головного мозга, показатели математического анализа ритма сердца, психодинамические показатели, показатели функциональной латерализации и показатели мотивационной основы целенаправленного поведения.

3) Для определения наиболее значимых факторов, влияющих на результативность целенаправленной когнитивной деятельности у испытуемых разного пола, а также для создания математических прогностических моделей, рекомендуется использовать многофакторный регрессионный анализ.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Кулагин, П.А. Гендерные особенности гемодинамического обеспечения мозга в условиях моделируемой когнитивной деятельности / П.А. Кулагин, Е.А. Трутнева, М.М. Лапкин // Агаджаньяновские чтения: матер. III Всеросс. научно-практ. конф. с междунар. уч., Москва / РУДН. – Москва, 2020. – С. 118-119.

2. Кулагин, П.А. Взаимосвязь показателей гемодинамики головного мозга и индивидуальных психофизиологических характеристик в системной организации когнитивной деятельности человека / П.А. Кулагин, М.М. Лапкин, Е.А. Трутнева // Матер. ежег. науч. конф. РязГМУ, посвящённой 70-летию основания ВУЗа на Рязанской земле. – Рязань, 2020. – С. 106-107.

3. Кулагин, П.А. Гендерные особенности гемодинамического обеспечения головного мозга в формирование неодинаковой результативности целенаправленной когнитивной деятельности человека / П. А. Кулагин, Е. А. Трутнева, М. М. Лапкин // Инновационные технологии в медицине: взгляд молодого специалиста : Сборник докладов VI Всеросс. науч. конф. молодых специалистов, аспирантов, ординаторов, Рязань, 08 октября 2020 года. – Рязань: ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России, 2020. – С. 95-97.

4. **Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020615115** Российская Федерация. Программа для проведения психофизиологических исследований «Физiotест»: № 2020614228: заявл. 14.05.2020: опубл. 18.05.2020 / М.М. Лапкин, А.В. Алпатов, Р.А. Зорин, Е.А. Трутнева, **П.А. Кулагин**; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

5. Кулагин, П.А. Половые различия гемодинамического обеспечения головного мозга человека при выполнении моделируемой когнитивной деятельности / П.А. Кулагин, М.М. Лапкин, Е.А. Трутнева, Р.А. Зорин // **Вестник Волгоградского государственного медицинского университета.** – 2022. – Т. 19, № 3. – С. 34-40.

6. Кулагин, П.А. Половые различия реоэнцефалографических показателей человека при выполнении моделируемой когнитивной деятельности / П.А. Кулагин, М.М. Лапкин, Е.А. Трутнева, Г.С. Маркитан // Физиология и физика в современной медицине: сборник материалов. – Москва, 2022. – С. 54-55.

7. Кулагин, П.А. Характеристика гемодинамического обеспечения головного мозга и вариабельности сердечного ритма у молодых мужчин при выполнении моделируемой когнитивной деятельности с неодинаковой результативностью / П.А. Кулагин, М.М. Лапкин, Е.А. Трутнева // Современные проблемы системной регуляции физиологических функций: Тезисы докладов IV Междисц. конф. с междунар. уч., посв. 90-летию со дня рождения академика К.В. Судакова. – Москва, 2022. – С. 306-307.

8. Кулагин, П.А. Показатели реоэнцефалографии и кардиоритмографии у молодых мужчин при выполнении моделируемой когнитивной деятельности с неодинаковой результативностью / П.А. Кулагин, М.М. Лапкин, Е.А. Трутнева // Медицинская физика, физиология и смежные дисциплины в академической и вузовской науке: Сборник тезисов конф. с междунар. уч., посв. 100-летию МГМСУ им. А.И. Евдокимова. – Москва, 2022. – С. 224-227.

9. Кулагин, П.А. Взаимосвязь мотивации и личностных психодинамических характеристик в формировании целенаправленной когнитивной деятельности с различной результативностью / П.А. Кулагин, М.М. Лапкин // Новости медико-биологических наук. – 2022. – Т. 22, № 3. – С. 68-69.

10. Кулагин, П.А. Применение реоэнцефалографии как метода оценки функциональной латеральной организации в молодежной выборке / П.А. Кулагин, М.М. Лапкин, Е.А. Трутнева [и др.] // **Теория и практика физической культуры**. – 2023. – № 1. – С. 31-34.

11. Кулагин, П. А. Характеристика личностных психодинамических свойств, мотивации и вариабельности сердечного ритма у молодых мужчин при выполнении когнитивной задачи с неодинаковой результативностью / П.А. Кулагин, М.М. Лапкин, Е.А. Трутнева // **Современные вопросы биомедицины**. – 2023. – Т. 7, № 1(22). – С. 116-126.

12. Кулагин, П. А. Особенности гемодинамики головного мозга и вариабельности сердечного ритма у молодых мужчин при выполнении моделируемой когнитивной деятельности с неодинаковой результативностью / П.А. Кулагин, М.М. Лапкин, Е.А. Трутнева // **Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова**. – 2023. – Т. 31, № 1. – С. 79-88.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ВСР – вариабельность сердечного ритма
ВМ – внутренний мотив
ВУ – волевое усилие
ЗаР – закономерность результатов
ЗнР – значимость результатов
КА – коэффициент асимметрии
КПД – коэффициент полезного действия
ЛТ – личностная тревожность
МС – мотив самоуважения
МСД – мотив смены деятельности
НУМУ – намеченный уровень мобилизации усилий
ОВВ – общее время выполнения
ОСП – оценка своего потенциала
ОСТ – опросник структуры темперамента
ОУДР – оценка уровня достигнутых результатов
ОУР – ожидаемый уровень результатов
ПЛО – профиль латеральной организации

ПМ – познавательный мотив
ПЭ – предметная эргичность
РКГ – ритмокардиография
РЭГ – реоэнцефалография
СВВ – среднее время выбора
СЗ – сложность задания
СМ – состязательный мотив
С.ПЛАСТ – социальная пластичность
СТ – ситуативная тревожность
С.ТЕМП – социальный темп
ЭВ-ИВ – экстра-, интравертированность
Fmd – правое фронто-мастоидальное отведение
Fms – левое фронто-мастоидальное отведение
Omd – правое окципито-мастоидальное отведение
Oms – левое окципито-мастоидальное отведение