

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ АКАДЕМИКА И.П. ПАВЛОВА»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

На правах рукописи

ЗОРИН

Роман Александрович

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕХАНИЗМОВ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ У ЗДОРОВЫХ ЛЮДЕЙ И
БОЛЬНЫХ ЭПИЛЕПСИЕЙ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ
ЗАБОЛЕВАНИЯ

03.03.01 – Физиология

14.01.11 – Нервные болезни

Диссертация на соискание учёной степени

доктора медицинских наук

Научные консультанты:

доктор медицинских наук, профессор

ЛАПКИН Михаил Михайлович;

доктор медицинских наук, профессор

ЖАДНОВ Владимир Алексеевич

РЯЗАНЬ – 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	4
ВВЕДЕНИЕ	6
ГЛАВА 1. СИСТЕМНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ И ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗМА В НОРМЕ И ПРИ ЭПИЛЕПСИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)	15
1.1. Понятие эффективности деятельности организма в норме и при патологии	15
1.2. Социальная, экономическая и научная значимость феномена эпилепсии	19
1.3. Физиологические механизмы, влияющие на результативность деятельности организма в норме и при эпилепсии	23
1.4. Психологические показатели и результативность деятельности организма в норме и при эпилепсии	44
1.5. Методы многомерной статистики в исследовании системных механизмов деятельности человека	53
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	59
2.1. Объект исследования	59
2.2. Методы исследования	62
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	84
3.1. Показатели результативности деятельности, клинические и психолого-социальные характеристики в группах исследуемых	84
3.2. Внутрисистемные взаимоотношения в группах исследуемых	130
3.3. Классификация исследуемых практически здоровых лиц и больных эпилепсией на группы с различной результативностью деятельности, клиническими и психолого-социальными характеристиками при помощи технологии искусственных нейронных сетей	175

ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ	205
ВЫВОДЫ	229
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	231
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	232

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ВП – вызванные потенциалы

ВСР – вариабельность сердечного ритма

ГВ – гипервентиляция

ГП – генерализованные приступы

Д HADS – уровень депрессии по «Госпитальной шкале тревоги и депрессии» (Hospital Anxiety and Depression Scale)

ЗВП – зрительные вызванные потенциалы (на шахматный паттерн)

ИН (SI) – индекс напряжения (стресс-индекс) регуляторных систем

ИНС – искусственная нейронная сеть

ПЗМР – простая зрительно-моторная реакция

РР – реакция различения

СВП – слуховые вызванные потенциалы (длинно латентные)

СКО (SDNN) – среднее квадратичное отклонение динамического ряда кардиоинтервалов (standard deviation of normal to normal intervals)

СПП (КПП) – сложные (комплексные) парциальные эпилептические приступы

СЭНМГ – стимуляционная электронейромиография

ТТ – тэппинг-тест

Т HADS – уровень тревоги по «Госпитальной шкале тревоги и депрессии» (Hospital Anxiety and Depression Scale)

УНВ – волна условно-негативного отклонения

ЧСС – частота сердечных сокращений

ЭЭГ – электроэнцефалография

ВР – шкала «Боль» опросника SF-36

FAB – Frontal Assessment Battery, батарея лобной дисфункции

GH – шкала «Общее здоровье» опросника SF-36

H – статистический критерий Краскела-Уоллиса

HF – мощность дыхательных волн в спектре ВСР

LF – мощность медленных волн в спектре ВСР

LQ – нижний квартиль

Me – медиана

MH – шкала «Психическое здоровье» опросника SF-36

MMSE – Minimental State Examination, краткая шкала оценки психического статуса

MOCATEST – Монреальская шкала оценки когнитивных функций

OQLIE-31 – опросник «Качество жизни при эпилепсии», 31 пункт (Quality of Life in Epilepsy)

PH – шкала «Физическое функционирование» SF-36

RE – шкала «Ролевые ограничения, связанные с эмоциональным состоянием» SF-36

RMSSD – квадратный корень из суммы квадратов разности величин последовательных пар интервалов NN (нормальных интервалов RR электрокардиограммы)

RP – шкала «Ролевые ограничения, связанные с физическим состоянием» опросника SF-36

SF – шкала «Социальное функционирование» опросника SF-36

SF OOLIE-31 – субшкала «Социальное функционирование» опросника QOLIE-31

TP – общая мощность спектральных составляющих ВСР

U – статистический критерий Манна-Уитни

UQ – верхний квартиль

VLf- мощность очень низко частотной составляющей спектра ВСР

VT – шкала «Витальность» опросника SF-36

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования

Актуальность настоящего исследования определяется, с одной стороны, значимостью проблемы изучения механизмов эффективности целенаправленной деятельности у практически здоровых лиц, а с другой стороны необходимостью интегративного подхода в изучении эпилепсии, понимания патологических реакций и компенсаторно-приспособительных процессов при данном заболевании [87, 131, 197, 213].

Эффективность деятельности человека предполагает определённые взаимоотношения между результативностью и психофизиологическими затратами, связанными с мобилизацией ресурсов и изменением структуры взаимосвязей целостной системы организма для реализации его функций [131]. В то же время компенсаторные реакции направлены на сохранение эффективного функционирования системы даже в случае нарушения деятельности её элемента. В физиологии понимание эффективности деятельности и её стоимости является одним из узловых вопросов, так же, как в патологии принципиально важной является проблема недостаточности результативности деятельности и возникающих при этом компенсаторно-приспособительных процессов [197, 393].

Актуальность изучения эпилепсии определяется научно-теоретическими, социальными, экономическими и клиническими проблемами, связанными с данным неврологическим расстройством [87, 92]. Клиническая гетерогенность эпилепсии, пароксизмальный характер расстройств и вместе с тем интегративный характер психофизиологической организации поведения данных пациентов определяет актуальность изучения взаимоотношения физиологических, психометрических и клинических параметров при эпилепсии в интериктальный (межприступный) период [275].

Настоящее исследование посвящено сравнительному анализу физиологических механизмов целенаправленной деятельности у здоровых людей и больных эпилепсией.

Цель исследования

Провести сравнительный анализ физиологических и психофизиологических механизмов системной организации целенаправленного поведения у здоровых людей и больных эпилепсией с выделением факторов, влияющих на эффективность их деятельности и особенности течения эпилепсии для оптимизации тактики ведения и реабилитации пациентов, страдающих данным заболеванием.

Задачи исследования

1. Выявить неоднородность групп практически здоровых людей и больных эпилепсией по показателям результативности моделируемой деятельности и описать клинические и психолого-социальные особенности больных эпилепсией с различной результативностью деятельности.

2. Провести сравнительный анализ физиологических показателей системной организации целенаправленного поведения в группах практически здоровых лиц и больных эпилепсией с различной результативностью деятельности.

3. Оценить особенности психометрических характеристик и показателей качества жизни в группах практически здоровых людей и больных эпилепсией с различной результативностью деятельности.

4. Изучить и сравнить особенности внутрисистемных взаимоотношений в группах практически здоровых лиц и больных эпилепсией с различной результативностью деятельности.

5. Выделить и ранжировать в порядке значимости физиологические механизмы, определяющие результативность целенаправленной деятельности в группах практически здоровых людей и больных эпилепсией.

6. Провести сравнительную характеристику физиологических механизмов, определяющих эффективность деятельности практически здоровых людей и больных эпилепсией.

7. Апробировать алгоритмы, основанные на технологии искусственных нейронных сетей, для прогнозирования результативности деятельности в группе практически здоровых лиц и больных эпилепсией, а также для прогнозирования особенностей клинических и психолого-социальных характеристик больных эпилепсией на основе исследуемых показателей.

Методы исследования

В решении указанных задач использовались следующие методы: клинические, электрофизиологические (электроэнцефалография (ЭЭГ), регистрация экзогенных и когнитивных вызванных потенциалов (ВП), стимуляционная электронейромиография (СЭНМГ) с регистрацией F-ответа, анализ variability сердечного ритма (ВСР), физиологические (спирометаболография, капнография), психофизиологические (психомоторное тестирование), психотестирования, исследования качества жизни, нагрузочного тестирования, статистические, методы моделирования с использованием технологии искусственных нейронных сетей (ИНС).

Научная новизна исследования

Проведённые исследования позволили впервые сформулировать представления об особенностях системной организации физиологических функций, определяющих эффективность моделируемой целенаправленной деятельности у практически здоровых лиц и пациентов с эпилепсией и выявить взаимосвязь течения заболевания и эффективности деятельности больных эпилепсией.

В соответствии с выдвигаемыми положениями в группе практически здоровых лиц высокая эффективность моделируемой когнитивной деятельности определяется функционированием специфических афферентных механизмов и ассоциативных корково-подкорковых структур при оптимальном уровне сопряжения функций при нагрузке, тогда как у больных эпилепсией эффективность деятельности определяется преимущественно особенностями функционирования моторных субсистем и синхронизацией корковой активности, при избыточном внутрисистемном напряжении как во время деятельности, так и после снятия функциональной нагрузки.

Снижение эффективности деятельности у больных эпилепсией связано не только с уменьшением её результативности, но и с избыточной мобилизацией физиологических ресурсов, то есть увеличением её физиологической стоимости.

Низкая эффективность деятельности больных эпилепсией ассоциирована с наличием симптоматической (структурно-метаболической) формы заболевания, высокой частотой генерализованных приступов и более высоким уровнем когнитивных нарушений и социальной дезадаптации.

Используемый комплекс физиологических параметров при помощи технологии искусственных нейронных сетей позволил впервые прогнозировать эффективность деятельности у практически здоровых лиц и больных эпилепсией, а также особенности течения заболевания у пациентов с эпилепсией.

Теоретическая значимость работы

Результаты проведённого нами исследования существенно дополняют данные о физиологических, психофизиологических и психологических механизмах, определяющих эффективность моделируемой целенаправленной деятельности у практически здоровых лиц и больных эпилепсией.

Выявлены физиологические механизмы, определяющие высокую эффективность деятельности, как здоровых лиц, так и больных эпилепсией, что может являться основой инструмента прогнозирования результативности и эффективности моделируемой деятельности в норме и патологии.

В данной работе показана специфика внутрисистемных взаимоотношений физиологических показателей у здоровых лиц и больных эпилепсией в ходе моделируемой целенаправленной деятельности, определяющая различия физиологической стоимости деятельности в исследуемых группах. Полученные данные являются основой для дальнейшего исследования специфики данных взаимоотношений в группах практически здоровых лиц с различной результативностью деятельности, а также у пациентов, страдающих различными формами эпилепсии.

Установлены взаимосвязи между эффективностью моделируемой целенаправленной деятельности и клиническими, психологическими, социальными характеристиками пациентов, страдающих эпилепсией.

Выделены физиологические факторы, определяющие особенности течения эпилепсии, что может стать основой для дальнейшего изучения прогностической возможности комплексной оценки физиологических механизмов в определении благоприятного и неблагоприятного течения данного заболевания.

Практическая значимость работы

Полученные данные описывают системные механизмы эффективности деятельности в группе практически здоровых лиц, что может использоваться в различных разделах физиологии (физиологии труда, спортивной физиологии), а также в группе больных эпилепсией, что может быть применено в практической медицине с диагностических и лечебных целях.

Предложенные модели ИНС позволяют прогнозировать результативность деятельности у практически здоровых лиц и больных

эпилепсией, а также оценивать клинические особенности течения заболевания у пациентов с эпилепсией.

Выявленная специфика взаимосвязи физиологических показателей в группах практически здоровых лиц и в группах больных эпилепсией может быть использована для оценки физиологической стоимости деятельности, а также функциональных резервов в этих группах обследуемых.

Предложена балльная оценка степени выраженности эмоциональных, когнитивных нарушений, реакции на проводимую противосудорожную терапию, а также уровня социальной адаптации у больных эпилепсией.

Внедрение результатов в практику

Результаты диссертационного исследования внедрены в практическую деятельность Государственного бюджетного учреждения Рязанской области «Областная клиническая больница», используются в учебном процессе на кафедре нормальной физиологии с курсом психофизиологии, на кафедре неврологии, нейрохирургии и медицинской генетики ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России.

Положения, выносимые на защиту

1. Группы практически здоровых людей и больных эпилепсией неоднородны по показателям результативности деятельности; у больных эпилепсией результативность деятельности ассоциирована с клиническими и психолого-социальными особенностями течения заболевания.

2. У практически здоровых лиц физиологические и психофизиологические механизмы, обеспечивающие неодинаковую результативность моделируемой целенаправленной деятельности, характеризуются активацией специфических афферентных и ассоциативных subsystem при оптимальном уровне взаимодействия физиологических

механизмов в период подготовки и во время функциональных нагрузок, а также достаточной мотивированностью испытуемых на достижение цели.

3. Физиологические и психофизиологические механизмы результативности моделируемой целенаправленной деятельности больных эпилепсией определяются большей ролью функционирования моторных субсистем и патологической синхронизацией корковой активности, избыточной активацией стресс-реализующих систем, а также чрезмерным сопряжением физиологических механизмов при реализации целенаправленной деятельности и после её окончания.

4. Снижение эффективности целенаправленной деятельности у больных эпилепсией отражается не только в уменьшении результативности их деятельности, но и в росте её физиологической стоимости; при этом избыточная мобилизация физиологических ресурсов при недостаточной результативности деятельности направлена на реализацию альтернативных социальным архаичных смещённых моделей поведения, что ассоциировано с более неблагоприятным течением заболевания.

5. Используемый комплекс показателей, характеризующих системную организацию физиологических функций в период подготовки к целенаправленной деятельности организма, позволяет при использовании технологии искусственных нейронных сетей прогнозировать эффективность деятельности у здоровых лиц и больных эпилепсией, а также клинические и психолого-социальные особенности течения эпилепсии.

Степень достоверности и апробация работы

Достоверность результатов исследования определяется достаточным объёмом выполненных исследований (75 практически здоровых лиц и 163 больных эпилепсией), применением современных методов физиологического, психофизиологического, психологического, клинического исследования, соответствующих поставленной цели и задачам; комплексным

использованием методов статистической обработки данных на основе современного пакета статистических программ Statistica 10.0 Ru.

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, основываются на убедительных фактических данных, представленных в приведённых таблицах и рисунках.

Результаты работы представлены на Ежегодной научной конференции РязГМУ, 2012 г. (Рязань, 2012); III конференции молодых учёных и студентов ФГБУ НИИ НФ им. П.К. Анохина РАМН, 2012 (Москва, 2012); Междисциплинарном конгрессе «Нейронаука для медицины и психологии» (Судак, Крым 3-13 июня, 2013); XXII съезде Физиологического общества имени И.П. Павлова (Волгоград, 2013); VI Павловских беседах 14 ноября 2013 года (Рязань, 2013); Ежегодной научной конференции, посвящённой 70-летию основания Рязанского государственного медицинского университета имени академика И.П. Павлова (Рязань, 2013); Региональной конференции посвящённой дню невролога 29.04.2015 (Рязань, 2015); Межрегиональной научной конференции университета с международным участием 03 октября 2014 года (Рязань, 2014); Ежегодной научной конференции Рязанского государственного медицинского университета имени академика И.П. Павлова, посвящённой 65-летию работы университета на Рязанской земле (Рязань, 2015); Межрегиональной научной конференции «Актуальные проблемы клинической и экспериментальной патологии», посвящённой 65-летию РязГМУ на Рязанской земле и 150-летию со дня рождения академика Н.П. Кравкова, г. Рязань, 26 декабря 2015 года (Рязань, 2015); Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Научные основы создания и реализации современных технологий здоровьесбережения» (Ростов-на-Дону, 2016), конференции «Клиническая нейрофизиология и нейрореабилитация» (Санкт-Петербург, 2016); Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Научно-методические проблемы нормальной физиологии и медицинской физики» (Москва, 2017); XVII Всероссийском симпозиуме

«Эколого-физиологические проблемы адаптации» (Рязань, 2017), научно-практической конференции «Актуальные вопросы диагностики и лечения эпилепсии» (Рязань, 2017); межкафедральном совещании кафедр нормальной физиологии с курсом психофизиологии, патофизиологии, неврологии, нейрохирургии и медицинской генетики, факультетской терапии с курсами эндокринологии, клинической фармакологии, профессиональных болезней, травматологии, ортопедии ВПХ ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России (Рязань, 2017).

Публикации

По материалам диссертации опубликовано 41 печатная работа, в том числе 17 статей в журналах, включенных в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук. Получены 2 патента на изобретение № 2611922 РФ, МПК А61В 5/04; заявл. 13.11.15, опубл. 01.03.17; № 2618161 РФ, МПК А61В 5/04, заявл. 15.03.2016, опубл. 02.05.2017.

Объем и структура диссертации

Диссертация изложена на 281 страницах и состоит из введения, 4 глав, выводов, практических рекомендаций и списка литературы. Библиографический указатель содержит 457 источников, в том числе 239 отечественных и 218 иностранных. Текст диссертации иллюстрирован 98 таблицами и 34 рисунками.

ГЛАВА 1. СИСТЕМНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ И ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗМА В НОРМЕ И ПРИ ЭПИЛЕПСИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1. Понятие эффективности деятельности организма в норме и при патологии

Эффективность деятельности организма является одним из узловых понятий системной физиологии и представляет собой соотношение между результативностью деятельности и физиологическими затратами, направленными на достижение результата (стоимость деятельности). Показано, что наиболее значимыми характеристиками состояния функциональной системы в условиях напряжённой деятельности следует считать показатели эффективности системы в целом и отдельных её эффекторов, под которыми подразумевают комплекс значений физиологической цены, уплачиваемой за единицу полезного эффекта системы [34, 131].

Определение эффективности деятельности организма тесно связано с описанием структуры полезного приспособительного результата. Результат целенаправленного поведения человека рассматривается как мультипараметрическое явление, которое удовлетворяет различные стороны той или иной потребности [78]. Приспособительные результаты классифицируются в виде иерархической структуры, исходя из уровня рассмотрения и обеспечения потребностей, на метаболические, гомеостатические, поведенческие (удовлетворяющие ведущие биологические потребности), результаты зоосоциальной деятельности, результаты социальной деятельности. Таким образом, предусматривается чёткая иерархическая соподчинённость отдельных уровней структуры деятельности

системы в зависимости от возникающей мотивации и обеспечиваемой потребности [103, 156].

Значимость изучения структуры приспособительного результата основывается на серии экспериментальных данных, в которых было доказано, что при высоких физиологических (энергетических, информационных) тратах, даже при большой значимости полезного результата возможен отказ от деятельности [25, 117, 118, 119, 131, 132]. Более широко данный вопрос можно рассматривать с позиции параметризации результата деятельности, при этом, важна не только объективная, но и субъективная, информационная характеристика достигнутых результатов на основе их сравнения с данными, заложенными в акцепторе результата действия, представленного широко разветвлённой по различным структурам коры и подкорковых образований мозаичной архитектурой [78].

Системным механизмом изменения поведения при высокой цене деятельности является перестройка различных его компонентов, в том числе мотивационной основы [9, 117, 197]. Показана роль мотивационных процессов и достижения критического порога мотивации для восприятия информационной значимости объектов для субъекта; подтверждена роль обратной афферентации и сопоставления значимости подкрепляющих раздражителей, «физиологической стоимости» поведения для успешного его реализации; изучена «физиологическая стоимость» и мотивационная основа структуры целенаправленного поведения у человека на основе психофизиологических экспериментальных моделей [84, 117, 119], моделей изучения эффективности деятельности функциональной системы поддержания оптимального газового состава внутренней среды в условиях адаптации к дополнительному респираторному сопротивлению [25, 32, 33, 34, 95] с выделением различных тактик мобилизации физиологических ресурсов и реализации физиологической стоимости деятельности, а также стратегии поведения при долговременной адаптации. Предложены

различные физиологические механизмы выбора поведенческой тактики с различной «стоимостью» поведения [46, 58, 79, 167, 193, 394], согласующиеся с рядом психологических концепций [50]. В психофизиологии разрабатывается проблема физиологической стоимости переключения между различными моделями поведения и когнитивными задачами (task-switching) [311, 394, 395, 417], продемонстрирована тесная связь эффективности деятельности, связанной с переключением когнитивной активности между несколькими задачами и уровнем функциональной готовности субъекта [305]. Особое значение при оценке физиологической стоимости деятельности придаётся оценке механизмов вегетативного обеспечения деятельности [1, 443]. Показано существование стратегии результативного поведения с гипермобилизацией и формированием функционального состояния, заведомого превышающего требования к адекватному ответу, и альтернативной, с постепенным наращиванием числа и мощности механизмов ответа, пока не выявится его адекватность [101].

Обсуждается вопрос конфликта между поведенческими и гомеостатическими уровнями функциональной системы, в том случае, когда достижение поведенческого полезного приспособительного результата требует значительных отклонений гомеостатических параметров [33, 197, 219], при этом степень уравновешенности внешнего (поведенческого) и внутреннего контуров деятельности организма выражает степень оптимальности адаптационных процессов и сопровождается различной степенью эффективности исполнительных механизмов в их интегральной совокупности [32].

Понятие эффективности деятельности организма в патологии тесно связано с вопросами недостаточной результативности деятельности [219], вероятностной организации событий внешней среды и подкрепления, низкопороговой условной стимуляции и информационной недостаточности на различных этапах поведенческой деятельности [183, 184], моделирования деятельности функциональной системы в условиях вероятностно-

детерминированной среды [197, 229], отражающими детерминистические и вероятностные принципы психофизиологической деятельности человека [74, 100]. В теории функциональных систем механизмы деятельности организма в условиях дефицита информационных и временных ресурсов решаются в рамках концепции эмоционального стресса [78], согласно которой при многократных циклах деятельности, не вызывающих достижения полезного приспособительного результата, возникает постоянное рассогласование параметров достигнутого результата с параметрами его идеальной модели в акцепторе результата действия, что активирует оценочные механизмы эмоционального стресса. Предлагалась возможность развития в данной ситуации смещённых поведенческих реакций [188]. С позиции концепции «стресс-реализующих» и «стресс-лимитирующих» систем, запускаемая реакция на стрессор включает комплекс иерархически и реципрокно организованных структур, при этом адекватная долговременная адаптация подразумевает уменьшение роли неспецифических механизмов и включение специфических функциональных систем [168]. Описаны молекулярно-биологические аспекты включения специфических реакций в виде определённого паттерна экспрессии протонкогенов в условиях конфликтных ситуаций, запускающих стресс в эмоциогенных структурах мозга [205].

Системная организация функций при патологии (особенно патологии нервной системы) достаточно полно описывается в рамках теории патологических систем Г.Н. Крыжановского, согласно которой постулируется отсутствие полезного приспособительного результата у патологических систем. Вместе с тем практически во всех случаях в общей патологии обосновывается наличие антисистем, которые выполняют защитную роль, препятствуя реализации деятельности патологической системы [112, 113].

Таким образом, понятие эффективности деятельности организма, отражающее взаимоотношение результативности деятельности и затрачиваемых на её достижение ресурсов, является узловым как в

физиологии, так и в патологии, отражая как успешность различных тактик деятельности, так и адекватность взаимоотношения патологических и компенсаторно-приспособительных реакций.

1.2. Социальная, экономическая и научная значимость феномена эпилепсии

Высокая общепатологическая значимость эпилепсии обусловлена распространённостью заболевания. Считается, что данным заболеванием в мире страдают около 50 млн. человек (до 0,5-1% , а в ряде исследований от 1% до 2% людей в популяции) [133, 138, 172, 354, 437]. Частота возникновения заболевания составляет 50-120 на 100000 населения в год, распространённость активной эпилепсии составляет 5-8 случаев на 1000 населения; 3-5% людей в общей популяции испытывают один или более приступов в течение жизни. Эпилепсия занимает в структуре неврологической патологии 3 место, у 20-30% больных заболевание является пожизненным [27].

Эпилепсия традиционно описывалась как расстройство с максимальной заболеваемостью в детском и юношеском возрасте. В настоящее время показано, что увеличение продолжительности жизни и возрастание численности популяции пожилых людей позволяет выделить второй пик заболеваемости, отмечаемый в пожилом и старческом возрасте. Рост заболеваемости данным заболеванием в пожилом возрасте наиболее значителен для симптоматической эпилепсии [235]. В молодом и зрелом возрасте распространённость криптогенных и симптоматических форм приблизительно одинакова, сохраняются группы пациентов с идиопатическими формами, резистентными к лечению [80, 90, 315].

Абсолютная разница в значениях распространённости эпилепсии между мужчинами и женщинами минимальна [142, 213]. Статистически значимых различий заболеваемости среди европеоидов, афроамериканцев, латиноамериканцев и выходцев из Азии не выявлено [317, 441].

Эпилепсия ассоциирована со спектром проблем, связанных с социальной дезадаптацией больных: низкой возможностью карьерного продвижения, сложностью трудоустройства, высоким уровнем безработицы, и низким уровнем оплаты. Существует предположение, что эпилепсия чаще развивается среди экономически незащищенных слоёв населения, что подтверждается данными о более высокой заболеваемости эпилепсией в развивающихся странах по сравнению с развитыми странами [35, 231, 271, 391].

Эпилепсия до сих пор приводит к значительному росту инвалидизации [35, 230]. Важным аспектом проблемы является стигматизация больных: пациенты с частыми приступами теряют работу, испытывают трудности с трудоустройством и в бытовой сфере; нуждаются в психологической поддержке и вынуждены ограничивать своё посещение общественных мест [35, 203]. Показано, что пациенты с эпилепсией реже вступают в браки и чаще находятся в относительной социальной изоляции по сравнению с основной популяцией или пациентами с другими хроническими заболеваниями [343]. Социальная дезадаптация у лиц молодого и зрелого возраста в значительной степени связана с проблемами вождения автомобиля: до 40% пациентов с эпилепсией, продолжающих вождение, в течение года переносят более 1 приступа за рулём, около 30% пациентов попадают в дорожно - транспортные происшествия в связи с этим, следствием чего является имущественный ущерб, травмы пациентов и других участников дорожных инцидентов [395]. По данным ВОЗ около 500 миллионов человек тем или иным образом участвуют в решении проблем своих больных родственников и коллег, страдающих эпилепсией [275]. Одним из наиболее социально дезадаптирующих аспектов эпилепсии является то, что приступы при данном заболевании развиваются непредсказуемо, что увеличивает риск травматизации и снижает качество жизни [348].

Эпилепсия является важной экономической проблемой: затраты на диагностику и лечение заболевания создают значительную нагрузку на системы здравоохранения разных стран. Среднегодовые расходы на лечение эпилепсии составляют около 0,5% на здравоохранение в мире, включая как прямые, так и непрямые затраты [263, 303, 316, 433, 439]; при фармакотерапии эпилепсии необходимо рациональное использование финансовых ресурсов, при этом своевременный и адекватный способ лечения позволяет снизить прямые экономические затраты [17, 39, 200, 206]. Показано, что затраты на лечение фармакорезистентных форм эпилепсии значительно выше по сравнению с расходами на поддержание ремиссии заболевания [433].

Основными клиническими проблемами, ассоциированными с эпилепсией, являются дифференциальная диагностика эпилептических приступов и эпилепсий, проблема фармакорезистентности [176]. Лишь 15-25% эпилептических припадков не поддаются противосудорожной терапии, то есть являются резистентными [292]. Фармакорезистентность определяют как феномен сохранения припадков, несмотря на адекватное противозепилептическое лечение, включая комбинированную терапию минимум двумя препаратами, содержание которых в плазме соответствует или превышает необходимый терапевтический уровень. Существует рабочее определение, согласно которому фармакорезистентность – это невозможность контроля над приступами при последовательном использовании 2 препаратов первой линии, обычно применяемых при данном эпилептическом синдроме [292].

В ряде случаев эпилепсия сама по себе может провоцировать прогрессирование патологических изменений нервной системы, в таких случаях говорят об эпилептической энцефалопатии [348]. Предполагается наличие механизмов гибели нейронов, вызванной их судорожной активностью [56]. При этом основным критерием «доброкачественности»

или «злокачественности» течения эпилепсии является долговременный прогноз [336, 385, 432].

Научно-теоретическая значимость феномена эпилепсии определяется тесной взаимосвязью различных аспектов данной проблемы: биологического, нейрофизиологического, клинического, психологического и социального [89]. Спектр концепций, описывающих механизмы возникновения эпилепсии и особенности организации функций при данном заболевании достаточно широк. Он включает как аналитические подходы, обсуждающие значимость эпилептического очага, повышенной судорожной готовности, нарушенной пластичности головного мозга и аномальных функциональных нейронных сетей [157, 242], так и системные подходы, связанные с концепциями эпилептических систем и антисистем, эпилептизации мозга, функциональной неврологии, нелинейной динамики эпилептогенеза, эволюционного подхода в эпилептологии [38, 71, 87, 93, 112, 154, 452]. Изменение подходов к пониманию механизмов развития эпилепсии постоянно отражается в изменении классификаций эпилептических приступов, синдромов и эпилепсий с описанием этиологии, типа приступа, локализации эпилептиформной активности и характера приступа [110]. В настоящее время предложен термин системные эпилепсии – типы эпилепсий, зависящих от дисфункции специфических нейронных систем, входящих в области мозга, интегративная активность которых обеспечивает реализацию физиологических функций (ювенильная миоклоническая эпилепсия, роландическая эпилепсия, синдром Веста, фотосенситивная эпилепсия). То есть, физиологические системы, обеспечивающие в норме реализацию определённых функций, при эпилепсии в ответ на значимые стимулы начинают трансформировать свою активность в эпилептиформную [447].

Высокая социальная, экономическая и клиническая значимость проблемы эпилепсии определяет актуальность исследования данного феномена, при этом современный подход к его изучению требует системной

методологии с интеграцией множества методических подходов в континууме целенаправленной деятельности человека.

1.3. Физиологические механизмы, влияющие на результативность деятельности организма в норме и при эпилепсии

Показатели электроэнцефалографии и результативность деятельности. ЭЭГ представляет собой сложный нелинейный колебательный процесс с относительно небольшим числом степеней свободы в зависимости от функционального состояния головного мозга, при этом малое число степеней свободы сигнала указывает на высокую степень самоорганизации в электрической активности головного мозга [73, 274]. С позиции нелинейной динамики ЭЭГ сигнал не является стохастическим феноменом, а отражает поведение скрытых динамических структур, которые не обнаруживаются традиционными линейными методами анализа сигнала ЭЭГ [274].

В регуляции уровня функциональной активности головного мозга, которую отражает суммарная ЭЭГ, участвуют образования ствола головного мозга: стволочно-таламо-кортикальная система приводит к возникновению в коре генерализованной реакции активации за счёт модулирующих влияний ретикулярной формации среднего мозга или локальной реакции вовлечения из неспецифических таламических ядер. За счёт возбуждения холинергических стволочно-корковых проекций возникает ориентировочный рефлекс, включение непроизвольного внимания, а также обработка информации во время парадоксального сна. Каудато-таламо-кортикальная система обеспечивает распределение восходящих неспецифических влияний в коре головного мозга. Базальная холинергическая система переднего мозга принимает участие в регуляции цикла сон-бодрствование и в вызове корковой реакции активации, отвечает за произвольное селективное

внимание к значимым стимулам [73]. На уровне коры взаимодействие различных модулирующих систем трансформируется в распределение очагов активации по мозгу, отвечающее требованиям поставленной задачи и реализации целенаправленного поведения [8].

Взаимодействие модулирующих стволовых структур и функционирование корковых нейронных популяций определяет функциональное состояние головного мозга [129]. Исходя из концепции активации мозга, выделяются следующие функциональные состояния: напряжённое (сверхактивное) бодрствование, активное бодрствование, расслабленное бодрствование, дремота, поверхностный медленный сон, глубокий медленный сон, быстрый сон [60, 154].

В концепции Даниловой Н.Н. [58] о наличии двух систем активации в головном мозге обсуждается их связь со среднечастотными и низкочастотными альфа-генераторами, которые конкурируют в своих влияниях на кору головного мозга. При этом преобладание одной из систем активации вызывает развитие определённого функционального состояния бодрствования (продуктивной и непродуктивной активации). В качестве интегральной характеристики подсистем, модулирующих функциональное состояние бодрствования, автор предлагает использовать гармонический состав реакции перестройки биотоков мозга при фотостимуляции: чем выше уровень функциональной активности при бодрствовании, тем больше сдвиг в гармоническом составе реакции в сторону преобладания высоких гармоник, аналогичные соотношения определяются при сопоставлении с выраженностью реакции перестройки активности головного мозга при ориентировочном рефлексе [18, 58].

Колебательная мозговая активность может быть одним из ключевых механизмов, используемых головным мозгом для интеграции информации в различных специализированных зонах [431, 447]. В ЭЭГ принято выделять несколько частотных диапазонов, каждый из которых имеет специфику генерации, формальные описательные характеристики и функциональное

значение [48, 73]. В целом доказано, что непрерывные колебания уровня функциональной активности головного мозга, в зависимости от внутренних потребностей организма и изменений окружающей среды, обуславливают и сложный спектральный состав ЭЭГ и его существенные изменения в зависимости от конкретных условий жизнедеятельности [73].

Электроэнцефалография и реакции эмоционального напряжения и стресса. Эмоциональные реакции состояния тревожности, напряженности и психоэмоционального стресса находят своё отражение во всём частотном диапазоне ЭЭГ, что позволяет говорить об определённых паттернах ритмики ЭЭГ, специфичных для различных эмоций [179]. Показано, что при выполнении испытуемыми различных заданий, связанных с эмоциональными переживаниями происходит снижение мощности альфа-ритма. В рамках неспецифических реакций (психоэмоционального стресса) происходит наибольшее увеличение мощности бета-колебаний [8, 63, 226, 227]. Интенсивные негативные эмоции, сопровождающие психоэмоциональный дистресс, вызывают десинхронизацию в полосе альфа-2 (10-12 Гц) и бета-1 (12-18 Гц) диапазонов ЭЭГ в височно-теменных областях правого полушария, что отражает роль неспецифической активации в осуществлении эмоциональной реакции. Тета- и дельта-колебания также являются показателем стрессового состояния; так, при негативных эмоциях, связанных с нерезультативным решением сложных интеллектуальных задач, наблюдается преобладание широко распространённого диффузного тета- и дельта-ритма [207, 300]. Установлена связь устойчивого депрессированного альфа-ритма с большим тревожным компонентом личности [167].

Увеличение средней мощности медленноволновых (дельта- и тета-колебаний) в орбито-фронтально-височных областях левого полушария, снижение средней частоты тета-диапазона в лобно-височно-центральных областях ассоциировано с социально-дезадаптирующими формами поведения [236, 330].

При исследовании кросскорреляционной функции и функции когерентности показано, что с показателями эмоционального состояния связана внутрислошарная кросскорреляция, а с показателем активированности мозга, готовности к деятельности – межполушарная кросскорреляция. [75, 174]. Установлено возрастание когерентных характеристик ЭЭГ при моделируемых негативных и снижение при позитивных эмоциях [181], увеличение кросскорреляционных характеристик при эмоциональном напряжении различной направленности и снижение при состояниях депрессии [120, 335].

При исследовании *взаимосвязи показателей электроэнцефалографии и результативности выполнения когнитивных задач* установлены положительные корреляции высокой спектральной площади альфа- и бета-колебаний и низкой площади низкочастотных колебаний (дельта и тета) с эффективностью выполнения когнитивных задач [269, 344, 428]. В частности, показано, что наибольшую корреляционную связь с эффективностью выполнения когнитивных задач имеет высокочастотная составляющая альфа-колебаний [304, 344, 428]. При выполнении когнитивных задач тета-ритм может отражать квантование потока извлекаемых из памяти следов, в то время как альфа-ритм квантует сенсорный поток, то есть медленноволновая активность в ЭЭГ состояния бодрствования играет роль в хранении информации и консолидации памяти [58, 228, 274, 289, 367]. Показано, что определённая мощность тета-ритма является критерием развития состояний, оптимальных для образования временных связей без сознательного контроля [274].

Установлена взаимосвязь между интенсивностью биоэлектрических процессов, отражающих количество синаптических генераторов коры головного мозга, и синхронностью их работы в эффективности решения когнитивных задач [276, 428].

Особая роль в реализации когнитивных процессов в настоящее время придаётся высокочастотной ритмической активности мозга с частотой от 30

до 100 Гц (гамма-ритм) [58], при этом наиболее устойчивые взаимосвязи между различными зонами коры больших полушарий выделяют в диапазоне до 100 Гц; широкое распространение получило представление о когерентных гамма осцилляциях как механизме коммуникации между нейронами для связывания различных сенсорных, когнитивных и исполнительных процессов [159, 274].

Формирование динамических связей в различных частотных диапазонах является одним из механизмов объединения различных субсистем головного мозга для организации поведения и когнитивной деятельности. С данных позиций ЭЭГ может рассматриваться как фрактальная (самоподобная) структура. Применение методов исследования ЭЭГ как многомерной самоподобной структуры позволяет решить задачу понижения размерности матрицы ЭЭГ-показателей (то есть редукции множества показателей до отдельных факторов, решаемых в «классической» статистической методологии методами факторного анализа) [274, 428]. Становится возможным решение задачи прогноза динамики ЭЭГ на основе коротких фрагментов [274, 347].

В целом напряжённость деятельности головного мозга вообще может оцениваться по оптимальному уровню интенсивности синхронизации активности, так как в определённом диапазоне существует прямая зависимость между увеличением трудности выполнения заданий и интенсивностью роста синхронизации [114, 169, 228]. Ритмическая и синхронизированная активность нейронных ансамблей является одним из основных механизмов сознания, а также осуществления координации активности в разных зонах коры головного мозга, относящихся к восприятию одного и того же объекта [431].

В то же время при выполнении когнитивных задач пониженный уровень корреляции и когерентности ЭЭГ в фоновом состоянии относительного покоя положительно коррелирует с уровнем выполнения в дальнейшем когнитивных задач [301, 428], что связывают с повышением

пространственной дифференциации и, таким образом, увеличением сложности организации церебральных процессов, скорости и эффективности обработки информации [301]. Сообщается о негативных корреляциях между избыточной синхронизацией ЭЭГ в лобных долях в покое и эффективностью выполнения когнитивной задачи [301, 428].

ЭЭГ и реакция на гипервентиляционную нагрузку

Выделяют следующие последовательные фазовые сдвиги на ЭЭГ при гипервентиляционной гипокании у здоровых людей: десинхронизация ЭЭГ, активация альфа-ритма, гиперсинхронизация [124]. У здоровых взрослых людей при стандартной 3-х минутной гипервентиляции отмечается небольшое усиление синхронизации альфа-ритма, больше в передних отделах мозга, увеличение его индекса и амплитуды, что приводит к распространению альфа-ритма на все отделы головного мозга при практически неизменной локализации зоны его доминирования и нерезком усилении или сохранении пространственного градиента; в некоторых случаях при функциональной дезорганизации альфа-ритма это смещение выражено более отчётливо [48]. Усиление пароксизмальности на ЭЭГ, рост показателей медленно-волновой активности при гипервентиляции отражает снижение толерантности к функциональным нагрузкам [48].

Особенности ЭЭГ у больных эпилепсией. Эпилептиформная активность у больных эпилепсией описана достаточно подробно и включает межприступные (интериктальные) паттерны (пики, острые волны, доброкачественные эпилептиформные нарушения детства, комплексы пик-медленная волна, комплексы пик-медленная волна 3 Гц, медленные комплексы пик-медленная волна, множественные пики (полиспайки), гипсаритмию, фотопароксизмальный ответ) и приступные (иктальные) эпилептиформные изменения (ЭЭГ приступа и ЭЭГ статуса) [147, 264]. Показано, что эпилептические приступы возникают, когда критические параметры нейронной сети в точке бифуркации меняются скачкообразно по направлению к малоразмерному аттрактору [302]. Существуют гипотезы,

описывающие возникновение абсансных приступов с повышением способности головного мозга возвращать мозговую нейродинамику к определённом исходному состоянию, что установлено на основании экспериментальных исследований [245].

Предполагается, что эпилептический мозг функционирует в нормальных режимах в период между приступами, при этом переход от нормальных к патологическим режимам происходит пароксизмальным путём, что позволяет отнести эпилепсию к большому классу заболеваний с нелинейной динамикой физиологических параметров [452]. Особенность функционирования головного мозга в интериктальный период имеет и специфические особенности. Умственная деятельность (счёт, решение задач) может провоцировать пик-волновую активность, а иногда и приступы при некоторых формах эпилепсии (в частности юношеской миоклонической эпилепсии), что обозначается как нейрофизиологическая активация [73, 434].

У больных эпилепсией гипервентиляция приводит к появлению и усилению эпилептической активности, в то же время гипоксическая тренировка приводит к достоверному снижению амплитуды острых бета-2 волн во всех отведениях коры головного мозга и увеличению амплитуды основного ритма, что свидетельствует о смещении у больных эпилепсией электрической активности мозга в ответ на гипервентиляцию в сторону реакций, характерных для здорового мозга в результате адаптации к гипоксии. Результаты анализа спектральных характеристик ЭЭГ периода гипервентиляции у детей и подростков с эпилептическими и неэпилептическими пароксизмами позволили выделить определённый нейрофизиологический тип реакции, связанный с эпилепсией: частотный спектр ЭЭГ содержит избыточную активность в диапазоне тета-ритма; ЭЭГ при этом обладает особенностями динамики при гипервентиляции, в частности в виде более низкой частоты альфа-ритма [154].

Саногенетическая активность антиэпилептических систем, опосредованная взаимодействием модулирующих стволовых структур на

активность корковых нейронных популяций, наиболее ярко выражается реализацией приступов в состоянии сниженного внимания (деактивации). Этим может объясняться и факт регистрации на ЭЭГ эпилептической активности у практически здоровых лиц. Вместе с тем показано, что любая ситуация прекращения эпилептического припадка связана с медленной активностью на ЭЭГ [154]. При использовании методики компьютерного картирования пространственной синхронности корковых биопотенциалов выявлено, что прогрессирование эпилепсии увеличивает синхронность корковых биопотенциалов в низкочастотном диапазоне с преобладанием в заднелобной и центральной областях мозга [87, 154]. Клиническим выражением избыточной гиперсинхронизации в работе нейронных популяций является развитие эпилептических приступов. При гипервентиляции отмечено усиление межполушарной кросскорреляции в передних зонах полушарий, причем по мере утяжеления заболевания данный феномен становится более отчетливым [233].

Регистрация вызванных потенциалов как метод оценки функционального состояния сенсорных систем и деятельности ассоциативных корково-подкорковых структур

В зависимости от выделяемой реакции мозга, вызванные потенциалы (ВП) обычно классифицируют по модальности предъявляемого стимула (зрительные вызванные потенциалы – ЗВП, слуховые вызванные потенциалы – СВП, соматосенсорные вызванные потенциалы). Кроме того ВП классифицируют по характеру ответов на экзогенные и эндогенные стимулы. Основным методом, используемым в настоящее время для выделения вызванных потенциалов, является метод синхронного (когерентного) накопления, которое может быть временным или пространственным [47].

Отдельные компоненты ВП соотносятся с определёнными стадиями процессов обработки информации: от базовых сенсорных процессов до высших интегративных уровней и отражают длительность и интенсивность активации специфических мозговых структур [322, 329]. Показатели ВП

головного мозга, отражая специфические афферентные процессы, находятся в тесной зависимости от деятельности неспецифических модулирующих систем мозга и функционального состояния головного мозга. Выявлено изменение реактивности корковых механизмов афферентных систем в зависимости от синхронизации активности корковых структур в различных частотных диапазонах [48]. Установлено, что синхронизация вызванной активности различных областей коры больших полушарий на этапах, протекающих позднее 100 миллисекунд от момента подачи стимула, играет принципиальную роль в осуществлении перцептивных процессов [75, 174]. Взаимоотношения между амплитудными характеристиками, латентностью компонентов ВП и результативностью деятельности организма носят нелинейный характер [75, 174].

Классическими представлениями об особенностях ВП при эпилепсии являются данные об увеличении неспецифической информационной составляющей потенциала при данном заболевании [73, 286], то есть в зоне эпилептогенного очага при эпилепсии определяется увеличение поздних компонентов вызванного ответа [87, 88]. Показано, что при идиопатических фотосенситивных эпилепсиях наблюдается расширение участков генерации ЗВП в ответ на шахматный паттерн, что указывает на зоно-специфическую гипервозбудимость [147]. При стимулсенситивных эпилепсиях ВП позволяют идентифицировать зону сенсibilизированной проекционной коры [87, 88].

Исследование ВП при эпилепсии позволяет оценить изменения реактивности головного мозга и уровня сознания во время непродолжительного комплекса разрядов, не сопровождающегося видимым изменением сознания [47, 48] для чего используется методика избирательного усреднения ВП во время разряда и во время его отсутствия. При сравнении двух ответов возможно определение изменения реактивности мозга во время эпилептических разрядов (региональных или билатерально-синхронных) [88].

Когнитивные (эндогенные) вызванные потенциалы, включающие потенциал негативного рассогласования (mismatch negative – MMN), волну P300, условно негативную волну (УНВ), представляют собой зафиксированную во времени электрическую активность головного мозга, отражающую определённые фазы корковых процессов восприятия и обработки информации [48]. Эндогенные вызванные потенциалы являются объективными показателями состояния когнитивных функций и могут служить для оценки результативности когнитивной деятельности и её нарушений [42, 243, 451, 455].

Волна P300, тесно связанная с оценкой значимости стимулов, отражает информацию, встречающуюся в контексте, окружающем субъекта, то есть в определённой степени характеризует перцептивную готовность субъекта [58, 380, 381]. В целом данный когнитивный ВП отражает так называемый процесс перцептивного решения, то есть отождествление стимула с определённым известным по прошлому опыту классу объектов после возникновения определённого ощущения [51, 167].

Компонент N2 когнитивного ВП P300 характеризует активность нейронной сети, связанной с префронтальной областью, которая регулирует направление внимания и процессы подготовки моторной реакции [311, 418]; его связывают также с автоматическими и контролируемыми процессами выделения стимула (дискриминации) [308]; классическими являются представления о связи данного компонента с активацией ассоциативных зон коры при опознании стимула. Компонент P3 отражает воспроизведение информации из памяти и произвольное внимание [308]. Скальповый потенциал P300 в модели дипольной локализации когнитивных слуховых вызванных потенциалов связан с активностью верхней височной извилины, надкраевой извилины, дорсолатеральной префронтальной коры, поясной извилины, прямой извилины, гиппокампа, задних отделов париетальной доли и вентралатеральной префронтальной коры [48]. Таким образом, широко

распределённые корковые системы вовлекаются в генерацию потенциала P300 [329].

Даже в простой когнитивной задаче активация мозга достаточно распространена, но концентрируется в определённых мозговых системах. В связи с этим поздние компоненты когнитивных ВП могут быть использованы для оценки активации ассоциативных структур мозга при выполнении когнитивных задач. Показано, что из различных переменных наиболее значимое влияние на параметры P300 оказывают способность выполнения когнитивных задач, типология личности, в том числе экстравертность и интровертность с преобладанием амплитуды P300 в первом случае, а также уровень активированности головного мозга [47]. Для лиц молодого возраста характерен максимум амплитуды в теменных отведениях, для пожилых характерно смещение максимума амплитуды в лобные отведения, при этом амплитуда потенциала P300 прямо коррелирует с эффективностью выполнения когнитивных задач [305]. В целом с возрастом характерно сглаживание межполушарной асимметрии амплитуд [96, 218]. При решении сложных когнитивных задач определяется увеличение амплитуды потенциала P300, распространение максимума амплитуды по лобным, центральным и теменным отведениям; усложнение когнитивной задачи приводит к удлинению латентности N2 компонента когнитивного ВП P300 [96, 161, 207, 444]. Выявляется корреляционная связь амплитуды потенциала P300 в лобных и центральных отведениях с уровнем внимания, быстротой инициации психической деятельности, при этом амплитуда данного потенциала повышается у лиц с низким уровнем данных функций, что связывают с нарушением габитуации и восприятием повторяющихся стимулов как новых [48, 387].

Определяется увеличение амплитуды потенциала P300 при исходно высоком уровне психоэмоционального напряжения, описана положительная корреляция тревожности и амплитуды потенциала P300 [247]. Сниженная активация нервной системы приводит к изменениям когнитивных ВП,

характеризующихся увеличением латентности и снижением амплитуды компонентов N2 и P3 [405], что ассоциируется с замедлением времени сенсомоторных реакций [384]. Продемонстрирована сниженная амплитуда P3 компонента P300 у лиц со сниженной чувствительностью к положительному и отрицательному подкреплению [355].

Исследование когнитивных ВП при эпилепсии чаще связывают с потенциалом P300, так как само заболевание приводит к существенным сдвигам в когнитивной сфере, а длительный приём противоэпилептических препаратов в качестве побочного эффекта имеет снижение когнитивных функций [48], при этом наиболее часто описываются изменения латентности компонентов потенциала P300, реже изменение амплитудных характеристик данного когнитивного ВП [258, 401].

Функциональная активность моторных систем и их влияние на результативность деятельности организма

Совокупность двигательных центров с позиции функционально-системного подхода не образует изолированной системы, а является скорее аппаратом, обеспечивающим непосредственно построение и реализацию двигательной эффекторной программы [156]. Детальный анализ организации моторных систем имеет принципиальное значение для эпилептологии в связи с участием отдельных компонентов субсистем инициации двигательного акта в активации и угнетении эпилептиформной активности, что клинически может манифестировать в виде простых парциальных моторных, комплексных парциальных и генерализованных судорожных приступов [86].

В организации моторных систем ведущим считается принцип иерархической многоуровневой организации, основоположником в выделении которого являлся J.H. Jackson [342], описывавший явления эволюции и диссолюции в организации движений в норме и патологии. Данный принцип блестяще развит Н.А. Бернштейном [19]. Иерархический принцип организации, дополненный принципом обратной связи, указывает на наличие не только вертикальных, но и множества горизонтальных

кольцевых связей в моторных системах, которые определяют иерархическое и кооперативное взаимодействие различных структур, при этом формирующиеся нейронные круги модулируют активность моторных зон коры. Кроме того, в организации моторных систем следует учитывать принцип прямого программного управления и принцип сенсорных коррекций [166, 321]. Отражением принципа антагонистической регуляции в деятельности систем, обеспечивающих двигательную активность, является выделение позно-тонических и фазно-динамических субкомпонентов [5, 190, 249].

Система регуляции движений имеет ресурсную избыточность и распределённый характер организации, является динамичной и самоорганизующейся, что осуществляется за счёт адаптирующихся синапсов в различных звеньях системы и за счёт многочисленных прямых и обратных связей [270, 423]. Кроме того, двигательные системы имеют устойчивую неравновесность, которая делает возможным быстрое реагирование на меняющуюся ситуацию и возможность приобретать новые двигательные навыки [115, 246, 249; 397]. Самоорганизация деятельности моторных систем реализуется за счёт наличия пейсмейкеров как в структурах модуляции активности, так и в нейронных популяциях, обеспечивающих формирование двигательной программы [225, 409]. Наличие в моторных подсистемах триггерных и программных нейронов, обладающих пейсмейкерными свойствами, поднимает вопрос о роли пейсмейкеров в физиологических и патологических (в частности в рамках эпилептогенеза) нейродинамических процессах [10, 217, 347].

При параметрировании функциональной активности моторных подсистем показано, что в структуре ЭЭГ информационный поток от базальных ганглиев приводит к десинхронизации над моторными зонами, что выявляется в период, как предшествующий движению, так и во время движения. Данный феномен отражает переключение нейронов моторных зон коры с холостого альфа-ритма на рабочий ритм, обеспечивающий

синхронизацию, интеграцию активности различных элементов распределённой системы регуляции движений для выбора, подготовки и реализации необходимых в данный момент движений [167, 196, 225].

Намерение выполнить движение при необходимости реагировать на пусковой стимул, следующий за предупреждающим, приводит к формированию медленной негативной волны (потенциал готовности), который сменяется быстрым потенциалом, связанным с посылкой управляющей команды. Считается, что потенциал готовности развивается биполярно в премоторной коре (фронтальные и центральные отведения) за 0,5-1,5 секунды до начала движения и трудно дифференцируем от волны ожидания (Е-волна), которая максимальна в центральных отведениях и достигает пика к моменту нанесения второго (императивного) стимула, и характеризуется асимметричной амплитудой (с преобладанием в области, контралатерально движению) [167]. В целом УНВ включает негативность, возникающую после предупреждающего стимула, возвращение к базовой линии и затем негативность, предшествующую пусковому стимулу [243], то есть имеет когнитивный и моторный компоненты [265]. Показано, что амплитуда УНВ увеличивается прямо пропорционально скорости моторной реакции, нарастает при активации внимания и увеличении волевого усилия, что отражает связь данного феномена с механизмами произвольной регуляции двигательной активности [128, 410].

Амплитуда УНВ зависит от уровня тревожности как личностной, так и ситуативной, что связывают с изменением произвольного внимания при изменениях данного фактора. Амплитудные характеристики УНВ меньше у эмоционально нестабильных интровертов, по сравнению со стабильными экстравертами, она снижается при высоком уровне тревожности и психоэмоционального напряжения [192]. Показано увеличение амплитуды УНВ при снижении активности симпатического контура автономной нервной системы [265, 363].

Одними из электрофизиологических феноменов, позволяющих оценить функцию сегментарного мотонейронного аппарата, а также супраспинальные влияния на него, являются поздние ответы СЭНМГ в виде F-волны, H-рефлекса, A-волны, которые имеют различную природу и включают как возвратные ответы (F-волна), рефлекторные ответы (H-рефлекс), так и смешанные компоненты (A-волна) [151]. Наиболее известным феноменом является H-ответ, связанный с возбуждением Ia афферентов и моносинаптической передачей в нейронных популяциях спинного мозга, однако регистрируемый на ограниченной группе мышц (в частности камбаловидной мышце). По данным В.В. Скупченко [190] в популяции практически здоровых людей наблюдается значительная вариабельность показателя Н/М. По показателю отношения максимальной амплитуды H-ответа к амплитуде M-ответа при данной величине стимуляции выявлены также изменения состава мотонейронов, рекрутируемых в ответ на действие стимула. При этом происходит флуктуация функционального состояния пула мотонейронов от преобладания в рефлекторном ответе больших фазических мотонейронов до вовлечения в основном малых тонических мотонейронов, что связано с супраспинальными влияниями, определяющими механизм пресинаптического торможения [190]. При патологии амплитуда H-рефлекса может уменьшаться в результате снижения возбудимости спинальных центров вследствие, например, торможения при болевом синдроме, а повышение амплитуды H-рефлекса может наблюдаться при ослаблении супраспинальных влияний, так как в этом случае возрастает возбудимость пула мотонейронов и повышается синхронизация их активности [152].

Показано изменение мышечного электрогенеза при эпилепсии и влияние центральной пароксизмальной активности на параметры H-рефлекса. В целом при отсутствии двигательных расстройств в неврологическом статусе в межприступном периоде соотношение амплитуды Н/М в 2 раза меньше у больных эпилепсией, чем у здоровых; также показано достоверное снижение максимальной амплитуды H-рефлекса, при этом порог

H-рефлекса достоверно снижен на контралатеральной эпилептическому очагу стороне тела [71].

F-волна у взрослого человека, в отличие от H-ответа, лучше регистрируется с мелких мышц кисти и стопы (впрочем возможна регистрация H-рефлекса с верхних конечностей) и как физиологический феномен отражает ответ мышцы на возвратный разряд, возникающий при антидромном раздражении и возбуждении мотонейрона в области аксонального холмика, что определяет вариабельность амплитуды, латентности и формы F-волны и описание её как вероятностного феномена [152, 273]. Показано, что отношение максимальной амплитуды F-волны и амплитуды M-ответа отражает возбудимость мотонейронов и является достаточно устойчивым параметром при повторных измерениях. Выявлена также связь показателей F-волны со скоростными характеристиками моторной деятельности организма [177].

При генерализованных идиопатических эпилепсиях показатели F-волны не меняются. Возможны вторичные изменения данных электрофизиологических показателей при лечении фенитоином, выявляемые при оценке F-волны и H-рефлекса; показана роль данных электрофизиологических феноменов в определении коркового генеза эпилептического миоклонуса [398].

Показатели сенсомоторного тестирования, включающие простые сенсомоторные реакции, реакции различения (PP), традиционно являются интегративными характеристиками моторных функций и ассоциируются с результативностью целенаправленной деятельности [209, 210, 261]. Отмечено, что характер сенсомоторной реакции определяется уровнем специфической и неспецифической активации нервной системы, структурой активируемых компонентов и уровнем напряжения физиологических систем [198]. В целом показатели моторных реакций отражают совокупность процессов от сенсорного (восприятие и идентификация стимула) до

моторного периода; реакция различения как разновидность сложной сенсомоторной реакции реализуется по принципу отбора сигналов [126].

У больных эпилепсией показатели моторного тестирования традиционно ассоциируются не только с характеристикой неврологического дефицита при симптоматических эпилепсиях, но и используются для оценки побочного действия лекарственных препаратов [267, 291, 386].

Вегетативное обеспечение деятельности организма человека является необходимым фактором любой формы целенаправленной поведенческой деятельности [36, 156]. Методика исследования variability сердечного ритма (ВСР) является одним из наиболее распространённых методов оценки вегетативной регуляции и вегетативного обеспечения деятельности организма, как в норме, так и при патологии [14, 16, 23, 140].

Наиболее разработан иерархический подход к описанию систем, регулирующих ВСР, который первично рассматривался как двухконтурная модель регуляции сердечного ритма [52]. В дальнейшем данный подход был расширен за счёт представлений о многоуровневой организации центрального контура управления сердечным ритмом, который включает подкорковые нервные центры, обеспечивающие внутрисистемный гомеостазис, высшие вегетативные центры, осуществляющие межсистемный гомеостазис и уровень, координирующий функциональную деятельность всех систем организма в соответствии с изменениями условий внешней среды (корковые механизмы регуляции) [7]. Предложена схема четырёх уровней регуляции variability сердечного ритма: кора больших полушарий (префронтальные корковые зоны), гипоталамический уровень, ствол мозга и сегментарный уровень автономной регуляции [127, 429]. Взаимоотношение между сердечно-сосудистой системой, системой регуляции и тканями укладывается в кибернетический принцип обратной связи [143, 211].

При анализе ВСР используются как статистические показатели и производные от них индексы [15]; так и показатели спектрального анализа

ВСП, при этом мощность спектральной плотности колебания может быть рассмотрена как информационная стоимость адаптации в системе регуляции. Установлено, что чем больше период и спектральная мощность колебания, тем больше звеньев системы управления включилось в активную регуляторную деятельность [2, 15]. Кроме того, доказано, что структура сердечного ритма включает не только колебательные компоненты в виде дыхательных и недыхательных волн, но и непериодические процессы (так называемые фрактальные компоненты), происхождение которых связывают с многоуровневым и нелинейным характером процессов регуляции сердечного ритма и наличием переходных процессов [127].

У практически здоровых людей определяется уравновешенность симпатических барорефлекторных, определяемых по мощности медленных волн спектра ВСП (LF), и вагусных, характеризуемых мощностью дыхательных волн спектра ВСП (HF), влияний при минимальной мощности очень низкочастотной составляющей спектра ВСП (VLF) и отсутствии корреляции данного показателя с СКО. Такое взаимодействие оценивается как ненапряжённый вегетативный баланс. Преобладание церебральных эрготропных влияний, оцениваемое по доминирующей в спектре VLF составляющей, при снижении активности сегментарных систем (LF и HF) в формировании variability ритма сердца указывает на напряжённое вегетативное равновесие, кроме того предлагается выделение состояния абсолютной симпатикотонии и относительной симпатикотонии с участием эрготропных систем. Показано, что доминирующая в спектре компонента VLF при изменении функционального состояния мозга дезорганизует работу механизмов саморегуляции [36, 212].

Использование методов факторного анализа (метода главных компонент) при изучении показателей ВСП во время когнитивной нагрузки позволило выделить сильно нагружающие параметры ВСП сосудистый, дыхательный и энергометаболический факторы. Описано два типа состояний, возникающих при данном виде деятельности: сопровождающееся

редукцией мощности дыхательной и сосудистой модуляции, ростом ЧСС, с увеличением тревожности (активация оборонительных реакций) и противоположное (усиление дыхательной и сосудистой модуляции, сопровождающееся снижением ситуативной тревожности), отражающее ориентировочную реакцию в составе когнитивной деятельности [58, 123, 130].

Динамика ВСП коррелирует с рядом психологических состояний, при этом показатель LF/HF значимо различается у представителей различных психолого-поведенческих типов; так у лиц с тактикой преодоления он выше в связи с преобладанием у них симпатической активности [383]. Показаны достоверные корреляции показателей ВСП с определёнными психологическими характеристиками: положительные корреляции амплитуды моды и индекса напряжения (ИН), характеризующих в основном симпатическую составляющую регуляции ВСП, с импульсивностью и оптимистичностью, а также положительные корреляции ИН с тревожностью. Причём данные показатели значимо различались в группах с функциональным напряжением и неудовлетворительной адаптацией [43].

При когнитивных и эмоциональных нагрузках, по данным ВСП, было показано достоверное уменьшение HF компонента спектра ВСП при ментальном стрессе у здоровых субъектов, в то же время продемонстрирован прирост низкочастотного компонента (LF) [7, 343]; стрессовые воздействия увеличивают частоту дыхания, но уменьшают показатели дыхательного объёма [104]. В целом показано, что эффективное выполнение задач на различение предъявляемых объектов характеризуется умеренным уменьшением вариабельности динамического ряда R-R интервалов [282, 429].

Были предложены методы исследования корреляции показателей ВСП с показателями внешнего дыхания для оценки психоэмоционального напряжения [84], для чего использован криволинейный коэффициент корреляции показателей кардиоритмограммы и пневмограммы; получены

достоверные корреляции данного показателя с ИН и мощностью спектра колебаний ВСР в диапазоне дыхательных волн (HF) [84].

Выявлены фазовые изменения ВСР и вегетативного баланса при гипервентиляции с выделением 3 фаз: фаза первичной активации парасимпатического отдела вегетативной нервной системы (ВНС), межфазовый период одновременно высокой активности обоих отделов ВНС, фаза активации симпатического и истощения парасимпатического отдела ВНС [21]. Гипервентиляция сопровождается появлением доминирующего пика в районе HF спектра variability сердечного ритма, менее выраженным при высокой стрессогенности данной нагрузки [332]. В целом целенаправленная деятельность человека закономерно сопровождается изменением лёгочной вентиляции и уровня энергозатрат; при этом для эффективных режимов деятельности организма характерна оптимизация потребления уровня кислорода [290, 372]. Оценка уровня потребления кислорода, энергозатрат при гипервентиляции, а также характера включения в обеспечение целенаправленной деятельности определённых метаболических субсистем обсуждается как критерий оценки состояния пациентов неврологического профиля. Адекватная интеграция механизмов вегетативного обеспечения, в том числе функции внешнего дыхания в обеспечение когнитивной и моторной деятельности человека является одним из показателей эффективности реализуемой его деятельности [307].

При анализе ВСР у пациентов с эпилепсией наиболее часто выявляется уменьшение variability сердечного ритма [416], а гиповентиляция во время приступа вносит вклад в развитие сердечной аритмии и внезапной смерти [297]. Характерно увеличение частоты сердечных сокращений (ЧСС), снижение среднего квадратичного отклонения (СКО) и треугольного индекса во время припадка и возвращение данных показателей к исходному уровню после приступа, данные феномены преобладают при височной и орбито-фронтальной локализации эпилептического очага [251]. Изменения ВСР во время эпилептических приступов отражают выраженное повышение

симпатических влияний, что позволило создать модель логит-регрессии для дифференции эпилептических и неэпилептических приступов [382]. В целом для эпилепсии характерно снижение СКО, RMSDD, треугольного индекса, значительное уменьшение парасимпатического тонуса и повышение симпатического тонуса [232]. Линейный регрессионный анализ продемонстрировал, что политерапия и длительность эпилепсии более 10 лет являются независимыми переменными, связанными с уменьшением СКО при данном заболевании [251]. Вышеописанные изменения вегетативного баланса могут быть механизмами, предрасполагающими к внезапной смерти у молодых лиц с эпилепсией; снижение вариабельности сердечного ритма часто сочетается с нарушением реполяризации, характеризующимся аномальным укорочением или удлинением QT-интервала ЭКГ [262].

Медленное снижение дозировки противоэпилептических средств у пациентов с эпилепсией повышает как парасимпатическую, так и симпатическую активность, что проявляется увеличением суммарной мощности колебаний в соответствующих зонах спектра [277].

При функциональных нагрузках показано, что у пациентов с височной фармакорезистентной эпилепсией определяется достоверно более низкая вариабельность сердечного ритма в покое, а также при клиноортостатической пробе по сравнению с группой лиц с хорошо контролируемыми припадками или здоровыми людьми, при этом уровень давления не различается в данных подгруппах. Кроме того, пациенты, получающие карбамазепин, имеют сниженную реакцию на пробу с глубоким дыханием и клиноортостатическую пробу по сравнению с контролем [339].

Существуют данные о преимущественно симпатической дисфункции у больных со сложными парциальными эпилептическими приступами и парасимпатической дисфункции у больных с преобладанием генерализованных приступов. При этом чаще патологических изменений функции внешнего дыхания в интериктальный период не выявляется [306, 389]. Вместе с тем, имеются данные об изменении функции внешнего

дыхания в интериктальный период при абсансных эпилепсиях, что ассоциировано с дисфункцией таламокортикальных нейронных сетей [337].

Комплекс представленных физиологических показателей позволяет характеризовать деятельность неспецифических модулирующих структур головного мозга, функциональную активность афферентных систем, ассоциативных коркового-подкорковых структур, механизмов моторного и вегетативного обеспечения целенаправленной деятельности. Установлены связи отдельных параметров и их констелляций с результативностью деятельности, а также изменения данных характеристик при эпилепсии, при этом данные зависимости чаще имеют сложный нелинейный характер.

1.4. Психологические показатели и результативность деятельности организма в норме и при эпилепсии

Предложено большое количество концепций, описывающих взаимодействие различных психологических факторов и определяющих их влияние на результативность деятельности организма; в том числе решение данной проблемы в русле теории функциональных систем [9, 220] и современного эволюционизма [173, 186, 195]. Психическая сфера в рамках системного решения психофизиологической проблемы может рассматриваться как субъективное отражение объективного соотношения организма со средой, а её структура как система взаимосвязанных функциональных систем. Анализ данной структуры и является изучением субъективного психического содержания [220]. Важным моментом в описании структуры результата поведения человека, как в норме, так и при патологии является выявление личностных психологических характеристик [71, 117].

Предложена иерархическая организация психических систем с выделением следующих уровней: 1) нулевой (допсихический,

обеспечивающий жизнедеятельность организма); 2) психофизиологический (регулирует простейшие виды психической деятельности – автоматизмы, простые схемы навыков); 3) мезопсихический (уровень регуляции действий, отношение произвольных и произвольных процессов, сознания и бессознательного); 4) макропсихологический (регуляция целостной психики, которая взаимодействует с социальными нормами); 5) уровень уникальности (целостная индивидуальность, субъект жизненной активности, творчества, строящий свой неповторимый жизненный путь) [64]. В отечественной науке психическая индивидуальность рассматривается с двух сторон: содержательной (черты характера, мотивы, направленность, моральные установки, интересы) и динамической (темперамент, когнитивные и поведенческие стратегии). Психодинамика (нейродинамика) с позиции психофизиологии представляет собой перекрытие биологической и социальной сфер в психике, в значительной степени определяется наследственностью, поэтому относится к общей конституции человека [76, 125, 167]. Именно темперамент определяет способ расходования мобилизованных психофизиологических ресурсов человека [136]. Предложены нейрофизиологические и факторные психологические детерминации темперамента человека, которые не противоречат друг другу [3, 49, 77, 180].

В психофизиологии описаны модели альтернативных систем активации в состоянии бодрствования (продуктивной и непродуктивной), определяющие влияния мотивации и эмоционального состояния на результативность деятельности организма [58, 82, 430]; показано, что специфические формы поведения возникают только при пороговом уровне возбуждения с соответствующей картиной активации головного мозга. При подпороговых раздражениях, наблюдается лишь ориентировочно-исследовательская реакция [78]. Установлено, что мотивации, направленные на достижение высокой результативности деятельности, определяют оптимальный уровень взаимодействия различных физиологических механизмов [146, 155, 222, 435].

С нейрофизиологических позиций данные феномены определяются взаимодействием модулирующих стволовых структур головного мозга и функциональной активности корковых структур, при этом сила (уровень активации) и динамичность нервных процессов рассматриваются как два подфактора темперамента, относящихся к общему вектору, то есть выступают двумя проявлениями одного и того же физиологического явления [77]. Чрезмерная активация нервной системы может определять психотизм как фактор темперамента [50]. В целом показатели структуры темперамента коррелируют с активационными характеристиками деятельности человека [260, 426], а характеристики вертированности, нейротизма, тревожности влияют на результативность целенаправленной деятельности организма, образуя между собой сложные нелинейные отношения [84]. Показана связь индивидуальной специфики механизмов афферентного синтеза поведенческих функциональных систем со степенью выраженностью экстраверсии, а также связи нейротизма с акцептором результата действия и оценкой результатов деятельности [145, 179].

Характеристики эмоциональной стабильности и реактивности (эмотивности) включены практически во все концепции структуры индивидуальности [413]. Согласно функционально-системной концепции организации психической деятельности эмоции представляют собой особый класс психических процессов и состояний, связанных с потребностями и мотивами, отражающих в форме непосредственных субъективных переживаний значимость действующих на индивида явлений и ситуаций [156]. Одной из наиболее развитых нейрофизиологических и этологических концепций эмоций является теория оппонентной организации механизмов эмоций (теория «приближения-избегания»), постулирующая наличие в головном мозге двух антагонистических систем: системы положительного подкрепления и системы отрицательного подкрепления (избегания, наказания) [220, 349].

При описании связей мотивационной и эмоциональной сферы показано, что преобладание функции информационных структур (лобной коры и гиппокампа) определяет преимущественную ориентацию субъекта на внешнюю среду и его зависимость от происходящих в ней событий (экстравертированность), а преобладание мотивационных систем вызывает увеличение интровертированности с устойчивостью внутренних мотивов, установок и их малой зависимостью от внешних влияний [187]. Установлена взаимосвязь между особенностями социально ориентированных мотивов поведения и уровнем экстраверсии [358].

Высокая личностная тревожность характеризует крайние психотипы и коррелирует с наличием невротического конфликта, эмоциональными и психосоматическими заболеваниями. Повышение ситуативной тревожности свидетельствует о наличии эмоционального стресса, сочетанное повышение уровня как личностной, так и ситуативной тревожности (особенно в сочетании с высокими показателями нейротизма) свидетельствует о трудностях адаптации хронического характера [194]. В то же время рост ситуативной тревожности нелинейно коррелирует с результативностью деятельности и уровнем социальной адаптации [373, 375]. Показано, что механизм избегания социально приемлимых форм поведенческой деятельности более выражен у лиц с более высоким уровнем тревожности [167].

Одной из проблем исследования эмоционально-мотивационной сферы тестовыми самооценочными методами является значительная субъективность данных методов. Проблема проективных и непроективных методов при исследовании мотивационной сферы может быть поставлена более широко как проблема «произвольных» и «непроизвольных» методик изучения свойств нервной системы, что определяет необходимость использования в качестве параллельного теста при исследовании мотивации «проективных методик» исследования психологических свойств [77, 194, 199, 253].

Важным феноменом, определяющим структуру поведения, является феномен агрессии и аутоагрессии, который характеризуется как специфическая форма поведения человека, отражающая активность, обусловленную психологической, биологической и социальной дезадаптацией, возникающую преимущественно в экстремальной ситуации и направленную на изменение этой ситуации путём причинения ущерба чужому или своему психическому и физическому здоровью [53, 135, 162].

Считается, что человек имеет постоянную тенденцию к саморазрушению, которая различается лишь по степени выраженности или интенсивности проявлений [326]. Описана мотивационная основа аутоагрессивности в виде защитного поведения, способа достижения желаемого через страдание и беспомощность как средство получения помощи; замаскированного обвинения других людей. Для реализации аутоагрессивных тенденций важны определённые личностные особенности, а именно эмоциональная и личностная ригидность в сочетании с высоким уровнем тревожности, приводящие к неконструктивному стилю переживаний и саморазрушающему поведению [85, 94].

Эмоциональные и поведенческие расстройства встречаются практически у 50% лиц, страдающих эпилепсией. Они включают депрессию, тревогу, вплоть до психотических расстройств. Выделяют приступные, пред- и послеприступные, а также межприступные расстройства данной группы [287, 421]. Исследование депрессии и тревожности у пациентов с эпилепсией демонстрирует высокий её уровень и связь как с особенностями патогенеза и клинической картины заболевания, так и качеством их жизни [70, 252, 278, 368].

Показана связь между латерализацией эпилептогенного очага и уровнем тревожности, в свою очередь тревожность при этом сильно коррелирует с низким качеством жизни [252]. Наиболее мощным предиктором, определяющим качество жизни больных фармакорезистентной височной эпилепсией, является тяжесть депрессии, тревожность же достоверно, но

менее слабо влияет на качество жизни, а особенности клинических характеристик оказывают наименьшее влияние [278]. Высокий уровень тревожности у больных эпилепсией может приводить к паническим, фобическим и обсессивно-компульсивным расстройствам [422]. Установлена связь тревожности, уровня расстройств по шкале обсессивно-компульсивного поведения и патологических форм влечений у больных с височной эпилепсией, что объясняется вовлечением в патологический процесс мезолимбических дофаминергических систем, обеспечивающих в норме положительное подкрепление [280]. Важно отметить, что с позиции психосоматической медицины эпилептический приступ может рассматриваться как чрезмерно интенсивный разряд подавленной враждебности, возникающий вследствие психологического конфликта, сопровождающегося выраженной тревожностью [388, 450].

Выявляется достоверное снижение показателей по шкале экстраверсия-интроверсия (то есть увеличение интроверсии) у больных эпилепсией, повышение показателей нейротизма и психотизма, а также большая динамичность показателей эмоционального состояния [388, 340, 424, 425]. У пациентов с эпилепсией в ряде исследований определяются достоверно более высокие показатели по шкале лжи [388], что объясняют склонностью к сокрытию данных об истории заболевания и своего состояния в целом. В ряде работ показано отсутствие достоверных различий между группой здоровых лиц и группой больных эпилепсией по показателям вертированности и нейротизма (с тенденцией к повышению последнего показателя), что объясняется включением механизма компенсации, искажающим самооценку своего состояния в данной группе больных, что также ассоциируется с преобладанием отрицания как компенсаторного и защитного психологического механизма у больных эпилепсией [71, 107, 109].

Длительность эпилепсии рассматривается как независимый фактор риска психотизма при эпилепсии, другими факторами риска являются билатеральная локализация эпилептиформных очагов, а также рефрактерные

к лечению формы эпилепсии [154, 388]. В рамках изучения стратегии поведения показано, что стратегии преодоления ассоциированы не только с коронарной патологией, но и повышенной частотой встречаемости эпилептических приступов [154, 388].

Некоторый физиологический уклон в оценке состояния больного, базирующийся исключительно на данных лабораторных и инструментальных исследований, перестаёт удовлетворять многих специалистов. В соответствии с новой парадигмой клинической медицины *качество жизни* пациента является либо главной, либо дополнительной целью лечения; при этом главной задачей лечения оно становится при заболеваниях, не ограничивающих продолжительность жизни [153].

Качество жизни – это интегральная характеристика физического, психологического, эмоционального и социального функционирования больного, основанная на его субъективном восприятии [153]. Качество жизни представляет собой динамическое состояние; поэтому оцениваться оно должно как меняющийся параметр, зависящий от вида и течения заболевания, процесса лечения [29]. Качество жизни входит в содержание понятия «функциональный диагноз», который описывается с клинических, психологических и социальных позиций [44, 153, 234]. Качество жизни включает три основных аспекта [154, 295]: физическое здоровье, психическое здоровье, социальное здоровье. Высокое качество жизни у здоровых лиц ассоциировано с высоким уровнем физической и когнитивной активности [257, 266].

Проведённые многочисленные популяционные исследования показали, что качество жизни у пациентов с эпилепсией ниже, чем в популяции в целом и сопоставимо с качеством жизни у пациентов с другими хроническими заболеваниями. Пациенты с эпилепсией чаще нуждаются в медицинской и социальной поддержке, включая необходимость госпитализации, проведения реанимационных мероприятий, помощь психологов, социальных работников [272]. В своей повседневной жизни пациенты с эпилепсией регулярно

испытывают сложности, связанные с заболеванием. В основном это проблемы семейной жизни, снижение социальных и персональных перспектив, увеличение уровня тревожности и депрессии, низкая самооценка по сравнению со здоровыми людьми. Больные эпилепсией реже вступают в браки, имеют сложности в общении, чаще являются безработными [343].

Дети и подростки с эпилепсией чаще, чем их сверстники имеют трудности в решении школьных, социальных и семейных проблем, в том числе в связи с необходимостью ежедневного приёма препаратов [456]. Низкая успеваемость у трети детей с эпилепсией сочетается с эмоциональными расстройствами (бедность мотиваций, депрессия, низкая самооценка) и нарушениями формирования социальных навыков [54, 154].

На оценку больными качества жизни существенное влияние оказывали и их индивидуально-личностные характеристики: так больные с выраженным уровнем депрессии и тревоги ниже оценивали своё качество жизни практически во всех сферах жизнедеятельности [54, 154]. В целом выделено три основных механизма воздействия эпилепсии на качество жизни пациента: психосоциальные изменения, неврологические, экономические факторы [141].

При исследовании качества жизни больных эпилепсией с использованием опросника ВОЗ КЖ-100 было установлено, что больные эпилепсией оценивают качество своей жизни как удовлетворительное; исследователи склонны считать, что полученные данные следует рассматривать как показатель высокого реабилитационного потенциала больных эпилепсией, отражающих то, что вне припадков многие из них рассматривают себя как практически здоровых людей [142]. Самые низкие оценки пациенты определяют в рамках субсфер «окружающая среда» и «финансовые ресурсы» [154].

Наиболее изменёнными у больных эпилепсией считаются те стороны жизни, которые связаны с припадками и их последствиями: физическая безопасность и защищённость, зависимость от лекарств и лечения, боли и

физический дискомфорт, когнитивные нарушения, повышенная утомляемость, переизбыток отрицательных и недостаток положительных эмоций, ограниченные возможности в развлечениях, отдыхе и приобретении новых навыков, а также невозможность получения качественной медицинской и социальной помощи [296, 356]. Оценка пациентами отдельных субсфер своей жизни позволяет выявить и сохраняющиеся субсферы, несущие в себе ресурс и опору для преодоления заболевания: «работоспособность», «подвижность», «способность к выполнению повседневной работы». Более половины опрошенных, независимо от тяжести болезни, отмечают относительную сохранность работоспособности и подвижности, что во многом определяет тенденцию больных эпилепсией к социальной гипернормативности (стремление во всем следовать социальным нормам, «быть не хуже других», переоценка своих сил). В то же время такие особенности личности в большинстве случаев стимулируют больного к достижению поставленной цели, способствуют его адаптации в обществе [91].

Использование шкалы QOLIE-31 позволило выявить приоритетные факторы, влияющие на качество жизни. Отмечено, что высокая частота припадков, депрессия, длительность течения эпилепсии и уровень образования являются наиболее значимыми факторами. Повышение возраста сочетается со снижением качества жизни [298, 299]. Спонтанность и непредсказуемость появления эпилептических припадков, отсутствие самоконтроля во время приступа, спутанность сознания в послеприступном периоде явились причиной негативного отношения общества к пациентам с эпилепсией [343].

Системная организация психических функций предполагает изучение динамики психических процессов: от мотивационно-эмоциональных до процессуально-динамических, а также их влияния на уровень социальной адаптации как у практически здоровых лиц, так и у больных эпилепсией; однако описание взаимосвязей характеристик данных сфер требует моделирования сложных нелинейных отношений.

1.5. Методы многомерной статистики в исследовании системных механизмов деятельности человека

Обычно поведенческие феномены встроены в сеть причинно-следственных отношений, что требует применения мощных аналитических процедур. При более сложной, чем двумерная модель взаимосвязи показателей, может использоваться модель множественной регрессии (для идентификации множественных независимых переменных – предикторов), а при увеличении числа связей между переменными – технология искусственных нейронных сетей (ИНС) [149]. Методологические аспекты описания системных отношений статистическими (математическими) методами имеют несколько вариантов решения – от разработки регрессионных моделей объектов по результатам экспериментов, применения метода главных компонент в задачах многокритериальной оптимизации, кластерного анализа для задач классификации при отсутствии априорной информации до использования метода моделирования структурными уравнениями, технологии ИНС [45, 65, 191].

Процедура кластерного анализа достаточно широко распространена в медико-биологической сфере для изучения гетерогенности выборки по исследуемым параметрам, когда экспертная оценка и разделение на группы сложно реализуемы или требуется формализация данной процедуры. Данная технология представляет собой совокупность алгоритмов и математических методов, используемых для формирования групп близких между собой объектов по информации о статистических расстояниях или связях (мерах близости) между ними [149, 208]. Метод кластеризации достаточно широко используется в клинической и экспериментальной медицине, в частности при выделении групп симптомов, для создания моделей синдромного подхода в диагностике, моделирования поведенческой деятельности, создания деревьев дифференциальной диагностики [33, 84, 216, 237, 440].

Кластерный анализ позволяет оценить гетерогенность группы больных эпилепсией по клиническим, нейровизуализационным, физиологическим параметрам, осуществлять дифференциальную диагностику приступов, реализовать процедуру детекции эпилептиформной активности на ЭЭГ [71, 80, 327, 362, 412].

Технология графического описания взаимоотношений в виде корреляционных плеяд (correlation graphs, linear correlation graphs) применяется для количественного анализа признаков в медико-биологических науках. Методика получила широкое распространение в психологии (особенно дифференциальной), социологии и медицине [25, 32, 58, 61, 70, 71, 72, 84, 118, 160, 172]. Сходными являются методические приёмы использования графического изображения парных корреляций для описания механизмов реализации мозговых функций [399], характеристик графического анализа нейронных сетей, реализующих когнитивные функции и их взаимосвязи между собой, оценки динамических процессов методом графов [288, 414].

Формально корреляционная плеяда представляет собой граф с множеством вершин и связей между ними, отражающих парные линейные корреляции между отдельными параметрами, при этом степень объединения отдельных компонентов системы в единое целое может оцениваться количественными характеристиками силы связей отдельных элементов друг с другом [32, 33, 132]. Данная графическая структура представляет собой способ отображения информации о корреляциях, позволяющая структурировать взаимодействующие параметры [175]. Увеличение количества и силы корреляционных связей отражает увеличение напряжения в изучаемых системах; малое количество и слабость корреляционных связей в корреляционной плеяде в соответствии с идеологией межсистемных отношений указывает на низкий уровень напряжённости в изучаемой системе, а также на отсутствие сильных внешних возмущающих воздействий [72]. Методом корреляционных плеяд показано существование относительно

устойчивых вариантов соотношения функций с разным характером перестроек при адаптивном напряжении, возможность преобладания гомеостатических или гомеокинетических моделей жизнедеятельности практически здоровых лиц [95].

Использование метода корреляционных плеяд для сравнительного качественного и количественного анализа внутри- и межсистемных отношений у практически здоровых людей и у больных эпилепсией при реализации деятельности продемонстрировало пароксизмальный тип реагирования, характеризующийся специфической организацией внутрисистемных связей с уменьшением степеней свободы в исходном состоянии и усложнением внутрисистемных связей при функциональной нагрузке у больных эпилепсией [70, 71].

Адекватной и хорошо разработанной альтернативой корреляционным плеядам является метод факторного анализа или метод моделирования при помощи структурных уравнений [149]. Под фактором подразумевается гипотетическая, латентная, непосредственно не измеряемая переменная, которая имеет линейные корреляционные связи с исходными переменными.

Факторный анализ, возникший в психометрике, впоследствии приобрёл более широкое междисциплинарное значение и получил распространение в медицине. Он преследует две основные цели: сокращение числа переменных (редукция данных), то есть переход от пространства входных признаков к пространству факторов, и определение структуры взаимосвязей между переменными, то есть выделение ненаблюдающихся факторов, объясняющих корреляционную матрицу. В ходе научного исследования факторный анализ может выступать в двух видах: как разведочный (эксплораторный) и как проверочный (конфирматорный) метод анализа данных [57]. В клинической медицине, в неврологии данный метод нашёл наибольшее применение в сфере нейровизуализационных технологий, функциональной диагностики, в функциональном картировании головного мозга [99, 240, 346, 453].

Данная методология достаточно широко распространена для изучения психологических и нейропсихологических особенностей у больных эпилепсией [319, 402], особенностей взаимоотношений показателей ЭЭГ, в том числе для решения задачи прогнозирования приступов [364], а также комплексного анализа нейрофизиологических, нейровизуализационных данных и для определения особенностей течения заболевания [28, 80].

Технология искусственных нейронных сетей (ИНС) имеет большие перспективы для использования в медицине в связи с разноразмерностью исходной информации, использованию в данной технологии принципов организации нейронных структур и когнитивных процессов, лежащих в основе мыслительной деятельности человека [67, 83]. Технология ИНС высокоэффективна в случае, когда реальные физиологические и патологические процессы не могут быть адекватно описаны с помощью традиционных статистических моделей, поскольку являются нелинейными, имеют хаотическую, квазипериодическую либо смешанную основу [30, 201]. Именно способность к моделированию нелинейных процессов, работе с зашумленными данными и адаптивность дают возможность применять нейронные сети для решения широкого класса задач [30]. Дополнительное включение в нейронные сети генетических алгоритмов позволяет использовать их для анализа структуры нейронных сетей, подбора параметров (преобразования пространства параметров), выбора правил обучения [182].

Наибольший интерес представляют системы диагностики и дифференциальной диагностики, основанные на технологии нейронных сетей при наличии обучающих последовательностей [6]. Одним из наиболее интенсивно развиваемых направлений является применение нейросетей в кардиологии [69, 241]; ортопедии [11, 12], оториноларингологии [163], пульмонологии [165, 214], ревматологии [223], хирургии [164]. Показано, что нейропрограммы могут с успехом работать с медицинскими данными, относящимся к субъективным категориям, например в психиатрии [281],

широко используются в иммунологии, неврологии и нейрохирургии [239, 255, 351, 365]. Применение нейросетей для исследований в области нейрофизиологии строится на тождественных принципах функционирования искусственных нейросетей и нервных структур живых организмов [374].

Технология ИНС нашла применение в распознавании функциональных состояний человека, прогнозировании результативности деятельности организма [137, 144, 148, 250, 256]. Основными преимуществами нейросетевых экспертных систем перед обычными является решение трудно алгоритмизируемых задач [6]. ИНС позволяют вычислять информативность обучающих параметров и минимизировать их набор, решать обратную задачу – определять какие входные параметры необходимо изменять для получения требуемого ответа. Типовыми приложениями нейронных сетей являются задачи распознавания, классификации, анализа и сжатия образов [182]. Успешное использование технологии ИНС продемонстрировано для прогнозирования эффективности целенаправленной деятельности организма и уровня психоэмоционального напряжения [84].

Технология ИНС приобрела широкое распространение в клинической эпилептологии; в частности при оптимизации режима стимуляции глубинных структур мозга для подавления эпилептических приступов в интериктальном периоде [283]; предикции эпилептических приступов, при этом достаточно часто предсказание приступов основывается на данных ЭЭГ и ЭКГ; в том числе с использованием модифицированных ЭЭГ-данных [328, 341, 400, 406]. ИНС также используются для разделения на подгруппы пациентов с различными типами эпилептических приступов на основании клинических данных; для анализа длинных ЭЭГ записей с целью поиска эпилептиформной активности, решения задач дифференциальной диагностики [370].

Современные методы многомерной статистики и вычислительных технологий позволяют описывать сложные системные взаимоотношения в динамике реализации целенаправленной деятельности, как у здоровых людей, так и у больных эпилепсией, обеспечивая также и реализацию задачи

индивидуального прогнозирования. Многообразие механизмов заболевания и их внутренняя противоречивость вызывает очевидную необходимость системного подхода в изучении эпилепсии [89]. Накоплен большой объём данных, характеризующих отдельные компоненты системной организации физиологических функций у здоровых лиц и больных эпилепсией, разработаны адекватные методологические и методические подходы для многомерного анализа данных и решения задач прогнозирования, как результативности деятельности человека, так и особенностей течения заболевания. В то же время актуальной остаётся задача системного анализа эффективности целенаправленной деятельности у здоровых лиц и больных эпилепсией.

Описанию конкретных методологических и методических подходов для достижения данной цели посвящена следующая глава.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Объект исследования

Исследование выполнялось на кафедре неврологии, нейрохирургии и медицинской генетики (заведующий кафедрой – д.м.н., профессор В.А.Жаднов), кафедре нормальной физиологии с курсом психофизиологии (заведующий кафедрой – д.м.н., профессор М.М. Лапкин) Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный медицинский университет им. акад. И.П.Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России) (ректор – д.м.н., профессор Р.Е. Калинин) на базе государственного бюджетного учреждения «Рязанская областная клиническая больница» (ГБУ РО ОКБ, главный врач – д.м.н. А.В. Кузнецов).

В диссертационное исследование включено 238 человек; из них 75 практических здоровых лиц и 163 больных эпилепсией.

Среди практически здоровых лиц наблюдалось 42 мужчины и 33 женщины; средний возраст которых составил 33,1 лет, стандартная ошибка средней равна 0,56 лет.

Средний возраст больных эпилепсией составил 35,8 лет, стандартная ошибка средней – 1,08 лет, из них обследовано 84 мужчины и женщин 79.

В группу практически здоровых лиц включались лица в возрасте от 18 лет и старше, подписавшие договор информированного согласия, способные после предварительной инструкции выполнять тестовые задания исследования. К критериям исключения относились беременность, наличие заболеваний или травм нервной системы в анамнезе, наличие эпилептических приступов в анамнезе, приём нейротропных препаратов в течение 3 месяцев до включения в исследование; заболевания дыхательной и сердечно-сосудистой системы в стадии декомпенсации.

В группу больных эпилепсией включались пациенты в возрасте от 18 лет и старше с идиопатической, симптоматической и криптогенной формами заболевания. Тип приступов устанавливался в соответствии с диагностической схемой верификации эпилептических приступов и эпилепсий [313], с учётом предложений по обновлению классификации [110, 396]. В исследование включались пациенты, имеющие как минимум 1 приступ в течение 1 года, предшествующего обследованию, подписавшие договор информированного согласия, способные после предварительного инструктирования выполнить протокол обследования. Критериями исключения являлись беременность, заболевания дыхательной и сердечно-сосудистой системы в стадии декомпенсации.

При первичном обращении проводился сбор анамнеза, анализ медицинской документации с оценкой возраста начала заболевания, частоты приступов (средней в течение 1 месяца за последний год наблюдения), время возникновения приступа в цикле «сон-бодрствование», факторов, провоцирующих приступы, динамики частоты и характера приступов при развитии заболевания; количества, группы, названия и дозировки принимаемых противоэпилептических препаратов (учитывались препараты, принимаемые систематически в дозе не ниже средней терапевтической). Осуществлялась оценка неврологического статуса, анализ данных нейровизуализации (МРТ в 3 стандартных срезах в T1 и T2 взвешенных изображениях, мощность томографа 1,5 Тл), проводилась электроэнцефалография для оценки эпилептиформной активности.

Симптоматическая (структурно-метаболическая) форма эпилепсии установлена у 91 пациента, криптогенная форма эпилепсии – у 62 больных, у 10 пациентов установлен диагноз генерализованной идиопатической юношеской миоклонической эпилепсии.

Среди локализационно-обусловленных форм заболевания височная эпилепсия диагностирована у 77 пациентов, лобная эпилепсия – у 76 пациентов.

Средний возраст начала заболевания составил 22,8 лет, стандартная ошибка средней – 1,26 лет; средняя длительность заболевания до момента исследования составила 10,8 лет, стандартная ошибка средней – 0,91 лет.

Проводилась балльная оценка эмоциональных, когнитивных нарушений, уровня социальной адаптации. Для исследования эмоциональной сферы заполнялась «Госпитальная шкала тревоги и депрессии» с оценкой уровня тревоги и депрессии (Т HADS и Д HADS соответственно). Когнитивные нарушения оценивались при помощи краткой шкалы оценки психического статуса (MMSE) и батареи тестов для оценки лобной дисфункции (Frontal Assessment Battery - FAB) [403, 438]. Монреальская шкала оценки когнитивных функций (MOCATEST) [442] применялась как параллельный тест. Показатели качества жизни исследовались как критерий уровня социальной адаптации пациентов. Использовались опросники SF-36 и QOLIE-31 (Quality of Life in Epilepsy Inventory) [295, 407]. Критерии, используемые для оценки, представлены ниже: 0 баллов по сфере «Эмоциональные нарушения» соответствовал уровень тревоги или депрессии по шкале HADS 0-3 балла; 1 баллу – тревога или депрессия по шкале HADS 4-6 баллов; 2 баллам - тревога или депрессия по шкале HADS более 6 баллов, а также наличие субъективных жалоб на тревогу, депрессию у пациентов или психотических эпизодов, связанных с эпилепсией в анамнезе. При оценке когнитивных нарушений 0 баллов соответствовал уровень MMSE от 30 до 27 баллов или FAB 17-18 баллов; 1 баллу - MMSE 24-26 баллов или FAB 15-16 баллов; 2 баллам – уровень MMSE менее 24 или FAB менее 15 баллов. Оценка социальной адаптации предполагала выделение 0 баллов при оценке шкалы «Рольевые ограничения, связанные с физическим состоянием» (RF) опросника SF-36 от 100 до 75 баллов или сферы социального функционирования (SF) опросника QOLIE-31 от 100 до 80 баллов; 1 балла при оценке шкалы RF опросника SF-36 от 74 до 40 баллов, сферы SF QOLIE-31 от 79 до 55 баллов, 2 баллов при оценке шкалы RF SF-36 менее 40 баллов, сферы SF QOLIE-31 менее 55 баллов.

Оценивалось среднее число приступов по данным анамнеза за 1 год, предшествующий визиту в клинику и по данным последующего катamnестического 4-6 месячного наблюдения после проводимой по необходимости коррекции фармакотерапии. Учитывались сложные (комплексные) парциальные приступы (СПП) (фокальные моторные приступы с автоматизмами), первично- и вторично-генерализованные приступы (ГП). Оценивалось число принимаемых пациентами антиконвульсантов, после проводимой по необходимости коррекции фармакотерапии заболевания; препараты назначались в дозах не ниже средней терапевтической.

Разделение пациентов на подгруппы в зависимости от результативности деятельности организма, особенностей течения заболевания с клинической характеристикой подгрупп проводилось методом кластерного анализа и представлено в результатах исследования.

Целенаправленная деятельность моделировалась при помощи теста Шульте-Горбова, оценивался средний интервал между выборами чисел, среднее время до и после ошибки, среднее число ошибок [126]; определялся уровень притязаний испытуемых при помощи теста Гербачевского В.К.

2.2. Методы исследования

Проводилось комплексное клинико-нейрофизиологическое и психологическое обследование групп здоровых лиц и больных эпилепсией.

Электроэнцефалография Регистрация и анализ ЭЭГ проводились с целью оценки состояния неспецифических модулирующих систем ствола мозга, корковых нейронных популяций в динамике целенаправленной деятельности, а также для оценки характера и степени выраженности (индекса) эпилептиформной активности [73].

Регистрация электроэнцефалограмм проводилась при помощи 19-канального цифрового электроэнцефалографа «Нейро-спектр-3» и

соответствующего программного обеспечения «Нейрон-спектр» (ООО «Нейрософт», Россия).

Монтаж электродов проводился по схеме «10-20» (Fp1, Fp2, F7, F3, F4, F8, T3, C3, C4, T4, T5, P3, P4, T6, O1, O2, Fz, Cz, Pz) с референтными электродами на ушах (A1 и A2). Частота квантования аналогово-цифрового преобразователя составляла 200 Гц, фильтр высоких частот (постоянная времени) – 0,5 Гц (0,32 с), фильтр нижних частот – 75 Гц. Средняя эпоха анализа составила 20,48 секунд (4096 отсчётов).

Регистрация ЭЭГ проводилась в следующих функциональных состояниях: фоновое состояние, проба с открыванием и закрыванием глаз, двухсторонняя (бинокулярная) фотостимуляция с расстояния 30 см красным цветом, длительностью 50 мс, с частотой 4 Гц, 6 Гц, 8 Гц, 9 Гц, 10 Гц, 12 Гц, 14 Гц, 18 Гц, 22 Гц; запись во время когнитивной нагрузки (теста Шульте-Горбова), после когнитивной нагрузки, в течение 5-минутной гипервентиляционной пробы (со спирографическим и капнографическим контролем) и в течение 5 минут после неё.

Перед проведением математического анализа ЭЭГ проводилось выделение и исключение из анализа артефактов, а также выделение эпилептиформной активности как визуально, так и путём программной детекции спайков и острых волн. Для анализа использовались фрагменты записи без эпилептиформной активности и артефактов.

Анализ ЭЭГ проводился методами спектрального анализа на основании быстрого преобразования Фурье с выделением следующих частотных диапазонов: дельта- (0,5-3,9 Гц), тета- (4,0-7,9 Гц), альфа- (8-13 Гц), бета-1- (14-19,9 Гц), бета-2- (20-35 Гц), гамма-колебания (36-100 Гц).

При спектральном анализе исследовались следующие показатели: полная мощность, средняя мощность, средняя амплитуда и средняя частота альфа-колебаний; бета1-колебаний и бета2-колебаний, тета- и дельта колебаний.

Проводился кросскорреляционный анализ с расчётом межполушарных и внутриполушарных показателей коэффициента кросскорреляции, а также средней частоты кросскорреляционной функции.

Анализ функции когерентности осуществлялся для внутриполушарных и межполушарных монтажей в целом для ЭЭГ, а также по отдельным частотным диапазонам с определением средней мощности спектра когерентности и средней частоты по диапазонам тета-, альфа-, бета-1-, бета-2-, гамма-колебаний.

Регистрация вызванных потенциалов Регистрация экзогенных зрительных и слуховых ВП проводилась для оценки деятельности соответствующих сенсорных систем [47].

Регистрация ВП осуществлялась при помощи программно-аппаратного комплекса «Нейро-МВП» (ООО «Нейрософт», Россия). Регистрация зрительных ВП на шахматный паттерн проводилась при расположении активных электродов в отведениях O1, O2, Oz, референтный электрод Fz, с заземляющим электродом на ушах, максимальный подэлектродный импеданс составлял 5 кОм.

Стимуляция проводилась реверсивным шахматным паттерном, для которого более характерна чёткая выраженность специфической афферентации, при помощи 17 дюймового монитора Samsung TFT, угловая величина стимула составила 40 угловых минут, расстояние до экрана 1,5 м. Стимуляция осуществлялась на оба полуполя зрения одновременно (полным полем) с фиксацией взгляда в центре экрана. Частота реверсии шахматных паттернов составила 1 Гц. Чувствительность усиления составила 10 мкВ/дел, окончательная чувствительность после усреднения – 2-5 мкВ/дел. Частотная полоса пропускания составила 0,5-100 Гц, эпоха анализа – 400 мс. Число усреднений было равно 120.

Идентификация компонентов на основании выделения пиков ВП осуществлялась путём наложения кривых. При анализе оценивались следующие показатели: латентность компонентов P50, N75 (потенциалы

ближнего поля, 17 поля по Бродману), P100 (результат генерации биопотенциалов в корковых полях 17-18), N145 (генез потенциала связан с ассоциативной областью зрительного анализатора, в основном с полями 18 и 19), P200, а также межпиковая амплитуда P50N75, N75P100, P100N145, N145P200.

Исследование слуховых ВП проводилось путём регистрации длиннолатентных слуховых ВП, отражающих в большей степени функцию таламокортикального отдела слухового анализатора.

Для стимуляции при помощи наушников бинаурально использовались щелчки длительностью 50 мс, наполнением 1000 Гц, частотой 1-1,5 Гц со случайным компонентом (для исключения феномена привыкания на периодичность), усиление составило 5-20 мкВ/мм, эпоха анализа – 500 мс, число суммации (усреднений) – 100.

Отводящие электроды располагались на голове пациента в зоне С3, С4, Сz, референтные электроды – в точках А1, А2, заземляющий электрод располагался на лбу (Fpz). Уровень подэлектродного импеданса составлял не более 10 кОм.

Верифицировались пики P1, N1, P2, N2; оценивалась латентность и межпиковая амплитуда волн P1N1, N1P2, P2N2. Происхождение волн связывают с суперпозицией потенциалов ближнего поля от зон первичной слуховой коры, дающей максимальный суммарный ответ в вертексной области [47].

Для объективизации психофизиологических феноменов (извлечение информации об объекте из памяти, принятие решения, готовность к деятельности, нейрофизиологические корреляты внимания и тревожности) как функциональной характеристики деятельности ассоциативных корково-подкорковых структур регистрировались эндогенные (когнитивные) ВП (P300, УНВ).

Проводилась регистрация потенциала P300 в рамках вероятностной парадигмы со значимыми и незначимыми стимулами (odd-ball).

Осуществлялась звуковая стимуляция с частотой и вероятностью незначимого стимула соответствующего 1000 Гц и 80%, значимого – 2000 Гц и 20%, длительность стимула составляла 50 мс, интенсивность – 60 Дб SPL, межстимульный интервал составил 2 с. Регистрация и усреднение ответа проводились по отведениям Pz, Cz, Fz с референтными электродами на ушах (A1, A2), полоса пропускания составила от 0,5 Гц до 30 Гц, эпоха анализа соответствовала 750 мс. Испытуемый находился в положении сидя с открытыми глазами, предварительно ему давалась инструкция о нажатии на кнопку ответа пациента при появлении значимого стимула.

В структуре ВП осуществлялась идентификация поздней волны N2-P3-N3, то есть когнитивной составляющей ответа на значимый стимул. При этом пик N2 в комплексе P300 ассоциировался с правильностью опознания стимула, а пик P3 с принятием решения. Анализировались следующие параметры: латентность N2; амплитуда N2 как межпиковая амплитуда P2N2; латентность P3, мс; амплитуда P3 как межпиковая амплитуда N2P3, также оценивалось среднее время реакции на значимый стимул, число верных и неверных нажатий.

Исследование показателей функционирования моторных систем

При исследовании моторных систем оценивались как показатели состояния сегментарного мотонейронного аппарата (и опосредованно супраспинальные моторные регуляторные влияния) при помощи стимуляционной электронейромиографии (СЭНМГ) с регистрацией F-ответа, так и центральные механизмы реализации готовности к моторному ответу (условно-негативная волна - УНВ), а также интегративные характеристики моторных систем в рамках исследования простой зрительно-моторной реакции (ПЗМР), реакции различения (РР) и теппинг-теста (ТТ).

Условно-негативная волна (УНВ, CNV – contingent negative variation) оценивалась как психофизиологический коррелят внимания и готовности к деятельности (моторной реакции), то есть оценка УНВ использовалась и как характеристика когнитивных ВП, так и характеристика корковых механизмов

деятельности моторных систем. Регистрация УНВ проводилась эпохами до 2,5 секунд, в парадигме предупреждающего и пускового стимулов. Регистрация проводилась в отведениях Fz, Cz, Pz с расположением референтных электродов на ушах (A1 и A2). Использовалась более высокая постоянная времени (фильтр высоких частот) 0,1 Гц, фильтр низких частот - 70 Гц, сетевой фильтр - 50 Гц, импеданс под электродами – менее 5 кОм. В качестве предупреждающего стимула выступал звуковой стимул частотой 2000 Гц, интенсивностью 80 Дб, длительностью 40000 мкс, в качестве пускового применялся сигнал с частотой 1000 Гц, число усреднений составило 40. УНВ выделялась как негативная волна между предупреждающим и пусковым стимулом, оценивалась амплитуда волны.

При исследовании СЭНМГ F-волна представляет собой поздний ответ мышцы, вызванный возвратным разрядом альфа-мотонейронов в ответ на антидромную волну возбуждения в аксонах, при электрическом раздражении периферического нерва [151]. Регистрацию F-волны проводили при стимуляции правого и левого срединного нервов в области запястья, длительность стимула составила 0,2 мс, величина стимула соответствовала 150% от моторного порога, с периодической подачей стимула с частотой 1 Гц, запись осуществлялась блоками по 40 кривых. Эпоха анализа составила 80 мс.

Анализировались следующие показатели: латентность F-волны (минимальная, максимальная, средняя), разность максимального и минимального значений латентности (хронодисперсия), среднеквадратичное отклонение латентности F-волны, амплитуда F-волны (от пика до пика – минимальная, максимальная, средняя), площадь F-волны, соотношение амплитуд и площадей F-волны и M-ответа. Дополнительно оценивались повторные F-волны: блоки (пропуски) F-волны, не повторяющиеся волны; повторы волн, количество гигантских F-волн (амплитуда более 1 мВ), периферическая латентность F-волны.

В качестве психофизиологических методик, объективизирующих интегративное состояние моторных систем испытуемых, были использованы простые зрительно-моторные реакции (ПЗМР), реакции различения (РР) и тэппинг-тест (ТТ) [126].

В рамках методики ПЗМР проводилось последовательное предъявление сигналов красного цвета, при этом при появлении сигнала обследуемый должен как можно быстрее нажать на соответствующую кнопку, стараясь при этом не допускать ошибок (ошибками считаются преждевременное нажатие кнопки и пропуск сигнала). Световой сигнал подавался в случайные моменты времени, но с определённой регулярностью, чтобы каждый очередной сигнал был ожидаемым. Интервал между сигналами составлял от 0,5 до 2,5 с, при этом первые 5-7 сигналов являлись пробными, предназначенными для адаптации обследуемого, и не регистрировались. Сигналы предъявлялись бинокулярно. Оценивались следующие показатели: среднее значение времени реакции, стандартное отклонение как мера стабильности сенсомоторного реагирования, число преждевременных нажатий и пропусков, а также ряд вторичных показателей – критерии Лоскутовой Т.Д., включающие функциональный уровень системы, устойчивость реакции, уровень функциональных возможностей и коэффициент точности Уиппла, выявляющий соотношение ошибок и правильных нажатий.

Методика РР предназначена для измерения подвижности нервных процессов в центральной нервной системе. Обследуемому последовательно предъявлялись разноцветные световые сигналы, в ответ на предъявление сигнала определённого цвета обследуемый должен был быстро нажать на соответствующую кнопку на зрительно-моторном анализаторе, стараясь не допускать ошибок. Интервалы между предъявляемыми сигналами были различными, диапазон значений интервала между сигналами составлял от 0,5 до 2,5 секунд. Последовательность цветов также была случайной. Основным цветом сигнала, требующим реакции, являлся красный. Анализ полученных

результатов осуществлялся на основании среднего значения и стандартного отклонения, учитывалось количество ошибок и показатель коэффициента точности.

Методика ТТ использовалась как компонент психомоторного тестирования для оценки силы нервных процессов путём измерения динамики темпа движений кисти. Обследование проводилось при помощи специальных приборов: «карандаша» и резиновой «платформы», при этом респонденту требовалось в течение заданного времени ударять «карандашом» по «платформе» с максимально возможной частотой даже при ощущении утомления, исследователь при этом проводил дополнительное вербальное стимулирование. Данное обследование проводилось в течение 30 секунд. При анализе результатов оценивались: 1) количество движений, осуществлённых в течение каждого из пятисекундных интервалов обследования, 2) частота ударов за 1 секунду, 3) средний междударный интервал.

Исследование ВСП и функции внешнего дыхания как методы оценки вегетативного обеспечения целенаправленной деятельности
Исследование ВСП применялось для оценки вегетативного обеспечения целенаправленной деятельности обследуемых лиц. Использовался метод кратковременных записей (5 минут). Регистрация ЭКГ проводилась при помощи прибора Варикард 2,5 (фирма «Рамена», Россия) и программы «ИСКИМ» (версия 6.0, разработка фирмы «Рамена», Россия). Запись ЭКГ осуществлялась в I стандартном отведении (при вертикальной электрической оси сердца во II отведении) при положении испытуемого сидя. Настройки фильтра верхних частот соответствовали 0,1 Гц, нижних частот - 100 Гц, режекторный фильтр – 50 Гц, частота дискретизации – 300 Гц. После регистрации проводилась дополнительная фильтрация записи для устранения артефакта колебания электродов и распознавание зубцов R-R.

Использовались статистические методы анализа ВСП с определением среднего квадратичного отклонения (СКО, SDNN), мс; коэффициента

вариации (CV) как нормированной оценки СКО, квадратного корня из суммы квадратов разности величин последовательных пар интервалов NN (нормальных интервалов RR) - RMSSD; методы вариационной пульсометрии (геометрические методы) с расчётом амплитуды моды (AMo), индекса напряжения (ИН) регуляторных систем (стресс-индекса - SI). При спектральном анализе использовалось быстрое преобразование Фурье, окно усреднения составляло 30 мс. Проводился анализ мощности спектральных составляющих в следующих частотных диапазонах: высокочастотный диапазон (HF, дыхательные волны) – 0,4-0,15 Гц; низкочастотный диапазон – (медленные волны 1 порядка, LF) – 0,15-0,04 Гц; очень низкочастотный диапазон (медленные волны 2 порядка, VLF) – 0,04-0,003 Гц. Анализировался также и диапазон ультранизких частот (ULF – более 0,003 Гц), который, однако более применим в оценке длительных записей. Кроме того проводилась оценка суммарной мощности во всех диапазонах (Total Power - TP), а также относительное значение мощности различных диапазонов от суммарной мощности. Вычислялись следующие показатели: индекс централизации ($IC=(HF+LF)/VLF$) и индекс вагосимпатического взаимодействия (LF/HF) [333].

Регистрация ЭКГ проводилась при моделировании всех форм целенаправленной деятельности: в исходном состоянии, во время реализации теста Горбова-Шульте, после теста Горбова-Шульте, во время 5-минутной гипокапнической гипервентиляции и в течение 5 минут после гипокапнической гипервентиляции (восстановление газового гомеостаза).

Параметрирование показателей функции внешнего дыхания (ФВД) использовалось как для характеристики вегетативного обеспечения деятельности, так и для стандартизации гипервентиляционной нагрузки. Во время всех функциональных проб и в период восстановления после них оценивались показатели лёгочной вентиляции (усреднённый объём выдоха V_e , л/мин), частота дыхания (ЧД, в мин). При проведении гипервентиляционной пробы контролировалась ЧД испытуемых, которая

задавалась на уровне 20 дыхательных движений в минуту и объём выдоха, который составил от 60 до 80% от ЖЕЛ.

Исследование энергетической «стоимости» (энерготрат - E) организма во время целенаправленной деятельности осуществлялось методом непрямой калориметрии с неполным газовым анализом при помощи метаболического анализатора Fitmate Med фирмы Cosmed (Италия). Регистрация воздушных потоков на входе и выходе осуществлялась при помощи лицевой маски, фиксируемой на голове при помощи ремней, с расположенным в ней опто-электронным датчиком и каналом для отбора проб воздуха.

Калибровка прибора проводилась автоматически перед началом записи в течение 20 секунд с последующей записью фазы контроля (1 фаза) (1 минута, которая исключалась из вычисления энерготрат, после чего запускался режим регистрации (2 фаза) (в течение 2 минут). Регистрировались следующие параметры: утилизация/потребление кислорода ($\dot{V}O_2$, л/мин), лёгочные вентиляционные показатели: средняя вентиляция (V_e , л/мин), частота дыхания (ЧД, в мин), доля/концентрация кислорода в выдыхаемом воздухе ($F_e O_2$, %) за каждые 30 секунд записи, а также вычисленные значения энерготрат, на основании потребления кислорода за последние 30 секунд и за всё время записи на единицу массы тела человека. Дыхательный коэффициент составил 0,85.

Оценка энерготрат организма во время целенаправленной деятельности проводилась при запуске прибора в режиме кардиореспираторного фитнеса с использованием типа теста «энерготраты» (caloric cost). Калибровка прибора также осуществлялась автоматически в течение 20 секунд с последующей записью первой фазы теста без сохранения данных для оценки состояния оборудования и адаптации испытуемого к прибору (в течение 1 минуты). Регистрация осуществлялась в течение 2 минут во время выполнения теста Шульте-Горбова (моделирование целенаправленной когнитивной деятельности), после выполнения теста Шульте-Горбова в течение 3 минут

(восстановление), в течение 3 минут во время гипервентиляционной пробы и в течение первых 3 минут после гипервентиляции.

Регистрация уровня углекислоты осуществлялась при помощи ультразвукового капнометра (прибора КП-01 «Еламед») и программы «Капнометрия КП-01» производства Елатомского приборного завода (Россия). Оценивалась процентная концентрация углекислого газа в конечной порции выдыхаемого воздуха (ЕТ CO₂). Осуществлялась регистрация и сохранение значений концентраций CO₂ с графическим представлением данных в виде капнограммы (зависимости значения концентрации CO₂ от времени) и тренда. Расчет капнографических показателей осуществлялся с учетом поправок, связанных с фактическим на момент исследования атмосферным давлением. Парциальное давление уровня углекислого газа в конечной порции выдыхаемого воздуха оценивалось по формуле: $P_{ETCO_2} = [(B-47)/100] * ET_{CO_2}$, где В – атмосферное давление, а ЕТ CO₂ – процентная концентрация углекислоты в выдыхаемом воздухе. Кроме того проводилось определение временных параметров дыхания: длительности вдоха и выдоха, ЧД, отношения длительности вдоха к длительности выдоха (Ti/Te). При проведении гипервентиляционной пробы дополнительно оценивались показатели ЕТ CO₂ в восстановительном периоде (3 минута) к исходному уровню (%), а также отношение исходного уровня ЕТ CO₂ к уровню ЕТ CO₂ 3-ей минуты гипервентиляции.

Регистрация показателей капнограммы осуществлялась в исходном состоянии, во время моделирования интеллектуальной деятельности, после интеллектуальной нагрузки, во время гипервентиляционной пробы и после гипервентиляции. Время регистрации составило 2 минуты в течение каждого функционального состояния обследуемых.

Исследование психологических характеристик

У практически здоровых лиц и пациентов с эпилепсией оценивались показатели мотивационно-эмоциональной сферы, основные

нейродинамические личностные свойства, стратегии поведения, а также качество жизни. Исследование проводилось в форме заполнения бланков тестов, анализ полученных данных осуществлялся при помощи программного обеспечения компьютерного комплекса для психофизиологического тестирования «НС-Психотест» (фирма «Нейрософт», Россия), версия 1.6.7.7 от 27.11.2009 г.

Для исследования *уровня тревожности* испытуемых как личностной характеристики и как психического состояния был использован опросник Спилбергера-Ханина. Опросник включает 40 суждений: 20 ориентированы на диагностику ситуативной тревожности, под которой подразумевается текущее психическое состояние, и 20 – на диагностику личностной тревожности (предрасположенность человека к данному состоянию). При этом ситуативная тревожность отражала реакцию на стрессоры в качестве ожидания негативной оценки, восприятия неблагоприятного к себе отношения, а личностная тревожность давала представления об индивидуальных различиях и подверженности к действию разнообразных стрессоров. Респонденту необходимо было оценить степень согласия с утверждениями опросника по 4-х балльной шкале. Помимо оценки уровня тревожности, проводилось также сравнение текущей (ситуативной) тревожности и личностной тревожности респондента для выявления рассогласования характеристик.

В качестве парного теста была использована методика оценки тревоги «Шкала проявлений тревоги Дж. Тейлор» (первично была предложена как одна из шкал MPI), в модификации Норакидзе В.Г., 1975 г.

Методика представляет собой самоопросник, предназначенный для измерения уровня личностной тревожности. В адаптации В.Г. Норакидзе методика дополнена шкалой лжи и состоит из 60 утверждений, при этом обследуемому предлагалось выразить согласие или несогласие с утверждениями.

Оценка *уровня депрессии* проводилась при помощи опросника депрессивности А.Т. Бека (BDI) по когнитивно-аффективной шкале и шкале соматизации, а также при помощи субшкалы депрессии «Госпитальной шкалы тревоги и депрессии» (HADS) [455].

Агрессивность оценивалась в качестве психологической характеристики, отражающей как устойчивую способность испытывать эмоциональные состояния с готовностью нанести вред окружающему, так и ситуативный характер данных феноменов. Агрессивное поведение рассматривалось как неадекватная защитная реакция на стрессовые факторы, которая является противоположностью адаптивному поведению. Для оценки агрессивности личности, возникающей на основе соответствующего мотива, был использован опросник А. Басса и А. Дарки в адаптации Л.Г. Почебута с выделением 5 шкал: вербальной агрессии; физической агрессии, предметной агрессии, эмоциональной агрессии и самоагрессии. Личностно-психологические показатели агрессии оценивались при помощи опросника State Trait Anger Inventory (STAXI) Спилбергера по шкалам направленности гнева (агрессии) на себя (STAXI AX/IN), направленности гнева вовне (STAXI AX/OUT), контроля агрессии (STAXI AX/CON), личностной агрессии (агрессии как черты характера).

Исследование нейродинамических свойств личности проводилось при помощи опросника трёхфакторной модели личности Г.В. Айзенка (EPQ), включающего показатели экстра- и интроверсии, нейротизма и психотизма. Нейротизм представляет собой показатель эмоциональной неустойчивости личности, психотизм отражает склонность к асоциальному поведению, аутизму и эгоцентричной демонстративности, экстра- и интроверсия характеризует направленность психических процессов. По своему диагностическому предназначению опросник EPQ аналогичен опросникам EPI, MPI, но его отличительной особенностью является наличие шкалы психотизма. Опросник содержит 101 вопрос [221].

Исследование поведенческих черт личности проводилось при помощи теста Jenkins C.D., 1982, основывающегося на концепции индивидуальных поведенческих факторов риска заболевания, в котором главная роль принадлежит психосоциальному фактору, предложенной Фридменом и Розенманом. Тест представляет собой 61 утверждение с несколькими вариантами ответа на них. По результатам теста оценивается принадлежность индивида к одному из поведенческих типов (стереотипов), которым данные люди реагируют на различные жизненные ситуации: тип А, тип Б или промежуточный тип АБ [170].

Для изучения процессуальных характеристик предметно-деятельного и коммуникативного (социального) аспектов темперамента был использован опросник структуры темперамента В.М. Русалова (ОСТ) с описанием эргичности, пластичности, темпа, эмоциональности, социальной эргичности, социальной пластичности, социального темпа и социальной эмоциональности [179].

Исследование мотивационной сферы испытуемых проводилось с применением как проективных, так и самооценочных методик.

Тест *В.К. Гербачевского* (определение потребности в достижениях или методика оценки уровня притязаний личности) проводился для оценки структуры мотивации испытуемых в ходе исследования. Под уровнем притязания подразумевается стремление к достижению цели той степени сложности, на которую человек считает себя способным. Расхождение между притязаниями и реальными возможностями человека может приводить к неверной оценке с повышением тревожности, эмоциональными срывами, то есть уровень притязаний тесно связан с самооценкой личности и мотивацией достижения успеха в различных видах деятельности. После инструктирования пациентов о задачах и методике проведения нагрузочных проб и их реализации им предлагался для заполнения бланк вопросов. Тест Гербачевского включает 42 вопроса (утверждения) с 7 стандартными

вариантами ответов на них («совершенно неверно», «не верно», «по видимому неверно», «не знаю», «по видимому верно», «верно», «совершенно верно»). После анализа результатов определялась структура мотивов испытуемых во время исследования по следующим классам: мотив избегания, состязательный мотив (демонстрирует роль для субъекта результатов деятельности других субъектов), мотив смены деятельности (раскрывает переживаемые субъектом тенденции к прекращению работы, которой он занят в данный момент), мотив самоуважения (отражает стремление субъекта ставить перед собой всё более и более трудные цели в однотипной деятельности), значимость результатов, сложность задания, волевое усилие (отражает оценку степени выраженности волевого усилия в ходе работы над заданием), оценка уровня достигнутых результатов (соотносится с возможностями субъекта в определённом виде деятельности), оценка своего потенциала, намеченный уровень мобилизации усилий (мотив необходимый для достижения целей деятельности), ожидаемый уровень результатов, закономерность результатов (выражает понимание субъектом собственных возможностей в достижении поставленных целей), инициативность (выражает проявление индивидом инициативы и находчивости при решении поставленных перед собой задач), внутренний мотив (увлечённость заданием, выявляет аспекты, придающие выполнению задания привлекательность), познавательный мотив (характеризует субъекта как проявляющего интерес к результатам своей деятельности) с балльной оценкой каждого из компонентов.

Метод портретных выборов (в модификации Л.Н. Собчик) использовался как проективная методика исследования личности, а точнее её глубинных психоаналитических компонентов. Данная методика основана на выборе 48 стандартных карточек с портретами психически больных людей (гомосексуализм, садизм, эпилепсия, истерия, кататоническая шизофрения, депрессия и мания), определяемом бессознательными влечениями [22].

Пациентам предлагалось по 6 серий карточек (по 8 карточек в серии) с выбором двух наиболее и наименее понравившихся портретов. При интерпретации результатов исходили из того, что если четыре или более портретов одной категории больных получили благоприятную или неблагоприятную оценку, то данную «диагностическую область» следует считать значимой для обследуемого. При этом неудовлетворённые потребности, действующие с большой динамической силой, приходят к позитивному выбору (признаваемые потребности) или негативному выбору (подавленные потребности). Оценивались интенсивность реакции (нулевая, средняя, полная – более 4 выборов портретов), их направленность (позитивная и негативная), а также распределение данных реакций по определённым факторам влечений (побуждений) (h – сексуальная недифференцированность, s – садизм-мазохизм, e – эпилептоидные тенденции, hu – истерические склонности, k – кататонические проявления, p – паранойяльность, d – депрессивное состояние, m – маниакальные проявления), а также векторов (сексуальное влечение, пароксизмальное влечение, я-влечение, контактное влечение), с интерпретацией филогенетических, характерологических черт, интересов и выборов направленности социально-культурной жизни человека.

Для пациентов, страдающих эпилепсией, дополнительно проводилась оценка выраженности тревоги и депрессии по шкале HADS, а также оценка когнитивного статуса (MMSE, MOCA-TEST, батарея лобных тестов – FAB) для дополнительной объективизации тревожно-депрессивных расстройств и когнитивных нарушений [438, 442].

Исследование качества жизни Оценка качества жизни у здоровых людей и пациентов, страдающих эпилепсией проводилась при помощи опросников: краткого опросника ВОЗ для оценки качества жизни, MOS SF-36, QOLIE-31

Опросник ВОЗ-КЖ, имеющий модульную структуру, оценивает субъективные показатели качества жизни по 26 пунктам в следующих

сферах: физическое здоровье, психологическое здоровье, социальные отношения, окружающая среда; представляет собой сокращенную версию исходной методики. Использовался бумажный вариант теста с самостоятельным заполнением его респондентом [154].

В качестве парного теста оценки качества жизни был использован опросник *MOS SF-36* (Medical Outcomes Study 36-Item Short Form Health Survey), его русскоязычная форма [407]. Опросник включает 11 разделов и позволяет оценить субъективную удовлетворённость физическим и психическим состоянием, социальным функционированием, а также самооценку степени выраженности болевого синдрома (при его наличии).

Испытуемым выдавались бланки для заполнения. Результаты представлялись в виде оценок в баллах по 8 шкалам, при этом более высокая оценка указывала на лучшее качество жизни. Показатели каждой шкалы варьировали от 0 до 100, где 100 представляет оптимальную характеристику. Количественно были оценены следующие показатели: физическое функционирование (*physical functioning - PF*), которое отражает степень ограничения выполнения физических нагрузок (самообслуживание, ходьба, переноска тяжестей); влияние физического состояния на ролевое функционирование (*role-physical - RF*) (работа, выполнение будничной деятельности); интенсивность боли (при её наличии) (*Bodily Pain - BP*) и её влияние на способность заниматься повседневной деятельностью (в том числе работа по дому и вне дома); общее состояние здоровья (*General Health - GH*) как оценку больным своего состояния здоровья в настоящий момент и перспектив лечения; жизненная активность (*Vitality - V*) – степень ощущения полноты сил и энергии; социальное функционирование (*Social Functioning - SF*), отражающее степень ограничения физическим или эмоциональным состоянием социальной активности и общения; влияние эмоционального состояния на ролевое функционирование (*Role emotional - RE*) – оценка степени, в которой эмоциональное состояние мешает выполнению работы или другой повседневной деятельности, включая большие затраты времени,

уменьшение объёма работы, снижение её качества; оценка психического здоровья (Mental Health - МН), характеризующего настроение как общий показатель положительных эмоций, наличия депрессии, тревоги.

Для оценки качества жизни у пациентов с эпилепсией использовался *опросник качества жизни QOLIE-31*. Данный опросник включает 30 пунктов, относящихся к отдельным шкалам симптоматики: субъективное отношение к припадкам (боязнь приступов), общее качество жизни, эмоциональное благополучие, энергичность/усталость, когнитивное функционирование, влияние антиэпилептических препаратов, социальное функционирование и пункт, характеризующий общее состояние здоровья [134, 295]. Оценка этих пунктов опросника проводилась в режиме самотестирования. Полученные значения трансформировались в 100-балльную шкалу, при этом более высокие значения отражали более высокое значение качества жизни.

Показатели качества жизни у больных эпилепсией использовались не только как самостоятельные показатели, характеризующие социальную адаптацию, но и как один из критериев кластеризации для оценки особенностей течения эпилепсии.

Статистический анализ полученных данных проводился при помощи пакета программ Statistica 10.0 Ru

Для решения задачи классификации испытуемых применялись 2 *метода кластерного анализа*: иерархический кластерный анализ (метод иерархического дерева) для принятия решения о числе групп, на которое целесообразно разбить исходное множество испытуемых и метод К-средних [139]. Для оценки расстояния между кластерами был использован квадрат евклидова расстояния, определённый с использованием стандартизированных значений, как дистанционная мера и «манхэттенское расстояние» («расстояние городских кварталов»).

Иерархический кластерный анализ использовался для принятия решения о числе кластеров (групп), на которое целесообразно разбить

исходное множество данных. Процесс определения количества кластеров устанавливался при помощи анализа графика пошагового изменения межкластерного расстояния (график схемы объединения), по тому этапу, где расстояние между кластерами увеличивалось скачкообразно. В качестве оптимального определялось число кластеров равное разности количества наблюдений и количества шагов, после которого происходило скачкообразное увеличение расстояния.

Метод К-средних использовался для дальнейшего изучения различия показателей в кластерах, основываясь на выделенном исходно числе кластеров. Проводилась идентификация элементов, входящих в кластеры, оценивалась описательная статистика для каждого кластера, расстояние между кластерами [121].

Методом кластерного анализа решалась задача разделения практически здоровых испытуемых и больных эпилепсией по показателям результативности моделируемой целенаправленной когнитивной деятельности, а для больных эпилепсией дополнительно осуществлялось решение задачи разделения пациентов по критерию вида и частоты приступов, количеству принимаемых противоэпилептических препаратов, уровню когнитивных, эмоциональных нарушений и социальной адаптации.

Для *описательной характеристики подгрупп* пациентов применялись медиана (Me), верхний (UQ) и нижний квартиль (LQ), среднее значение (M), стандартная ошибка средней. Для попарного сравнения выборок применялся непараметрический критерий Манна-Уитни (U) (с поправкой на множественность сравнений). Анализ различия параметров между несколькими группами проводился при помощи дисперсионного анализа (теста Краскела-Уоллиса (H), значимым считался достигнутый уровень $p < 0,05$). Для оценки различий числа исследуемых в подгруппах использовался метод таблиц сопряженности и критерий хи-квадрат при уровне значимости ошибки $p < 0,05$.

Корреляционный анализ проводился с использованием рангового коэффициента корреляции Спирмена (R_s), парные корреляции считались статистически значимыми при $p < 0,05$. Сила корреляции оценивалась как слабая при $R_s < [0,3]$, средняя при $R_s = [0,3-0,69]$, сильная – при $R_s > [0,7]$ [178]. По данным парного корреляционного анализа отдельных показателей строились графы в виде корреляционных плеяд. Узлами корреляционных плеяд являлись физиологические параметры, соединительные линии (рёбра) отражали силу и значение корреляционных связей между элементами (узлами). При анализе корреляционных плеяд сила и число парных корреляций оценивались как показатели напряжённости внутрисистемных отношений [175].

Факторный анализ был использован для выявления структуры взаимосвязей различных групп физиологических показателей и выделения латентных переменных (факторов), объясняющих данные параметры. Для факторного анализа был применён соответствующий модуль пакета прикладных программ Statistica 10.0 (Ru). Для определения количества факторов использовался критерий процента от общей дисперсии (собственное значение), объяснённой фактором (критерий Кайзера), согласно которому отбираются факторы с собственными значениями более 1 и критерий «факториальной» осыпи Кэттела, в соответствии с максимальным замедлением убывания собственных значений факторов на графике слева направо. Определялось минимальное количество факторов, которые объясняли большой процент дисперсии переменных [208].

Поиск оптимальной факторной структуры осуществлялся методом максимизирующего дисперсию вращения (варимакс). Помимо оценки значений факторных нагрузок, то есть корреляций между измеренными показателями (нагружаемыми факторами), отражающими наиболее важную информацию, на которой основывается интерпретация факторов, оценивался также процент от общей дисперсии, объяснённый данным фактором [178].

Технология нейронных сетей. Создание, обучение и тестирование искусственных нейронных сетей проводилось при помощи пакета программ Statistica 10.0 (Ru) и Statistica Neural Networks 4.0. Наблюдения разделялись на 3 выборки: обучающие, контрольные, тестовые. Обучающее множество являлось основой для обучения нейронной сети, контрольное – для независимой оценки хода обучения, тестовое – для окончательной оценки после завершения серии обучения и тестирования. Выделялись выходные переменные (номер выделенных кластеров испытуемых) и входные переменные (физиологические показатели).

Исходные данные были оценены как набор показателей, где каждое значение является независимым. В случае использования номинальных переменных использовалась процедура преобразования значений. При этом все текстовые значения нумеровались натуральными числами. Для масштабирования данных использовалась минимаксная функция, которая находит минимальное и максимальное значение переменной по обучающему множеству и выполняет линейное преобразование. Создание нейронных сетей проводилось в режиме автоматического конструктора сети с определением типа нейронной сети, её архитектуры, входных данных. Использовались нейронные сети типа многослойный персептрон (трёхслойный и четырёхслойный), а также сети, основанные на радиальных базисных функциях.

Процедура проектирования ИНС реализовывалась в расширенном режиме, в процессе проектирования оценивалось 1000 ИНС, предлагалось для сохранения 10 нейронных сетей с оптимальными свойствами с представлением данных суммарной статистики классификации лучшей нейронной сети. Для отбора входных показателей (обучающих переменных) использовался выбор пользователя с ранжированием показателей по их значимости и определением усреднённого ранга группы показателей, так и генетические алгоритмы отбора данных, которые позволили исключить

взаимозависимые и избыточные данные во входных данных [111, 149, 178, 208].

Тестирование нейронной сети проводилось как при помощи обработки по одному наблюдению, так и на всём наборе данных с оценкой фактических выходных данных и сопоставлением их с целевыми выходными значениями. Описывалась чувствительность и специфичность ИНС. Для оценки качества модели использовались ROC-кривые с определением площади под кривой. Для оценки точности и адекватности результатов прогнозирования использовались значения целевой выходной переменной, соответствие между целевым вектором характеристик и реальным выходным вектором в процентах для обучающей, тестовой и контрольной выборок и для всех выборок в целом.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. Показатели результативности деятельности; клинические и психолого-социальные характеристики в группах исследуемых

В качестве модели целенаправленной деятельности как в группе практически здоровых лиц, так и в группе больных эпилепсией использовался тест Горбова-Шульте. На основе показателей результативности выполнения теста Горбова-Шульте проводился кластерный анализ методом k-средних, позволивший выделить 2 подгруппы в группе практически здоровых лиц: в первую подгруппу вошли 38 человек, во вторую – 37 человек. Показатели выполнения теста Горбова-Шульте в подгруппах представлены в таблице 1 и на рисунке 1.

Таблица 1 – Различия показателей теста Горбова-Шульте в подгруппах практически здоровых лиц

Показатели	Подгруппа 1			Подгруппа 2			U	p
	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ		
Средний интервал выбора, с	1,1	0,9	1,2	1,2	1,0	1,4	349	0,065
Время после ошибки, с	0,0	0,0	0,2	1,2	0,8	1,6	3	0,001
Время до ошибки, с	0,0	0,0	0,2	0,5	0,4	1,1	46	0,001
Среднее число ошибок	0,1	0,0	0,2	1,0	0,6	1,7	32	0,001

Примечание: в данной таблице и далее Me – медиана, LQ – нижний квартиль, UQ – верхний квартиль, U – критерий Манна-Уитни

При сходном уровне среднего интервала выбора, были выявлены достоверные различия по показателю среднего времени выбора после ошибки, среднему времени выбора до ошибки, среднему числу ошибок, в связи с этим подгруппа 1 практически здоровых лиц обозначена как результативная, а подгруппа 2 как низко результативная.

Процедура кластеризации по аналогичным показателям теста Горбова-Шульте была проведена в группе пациентов с эпилепсией, результаты представлены в таблице 2.

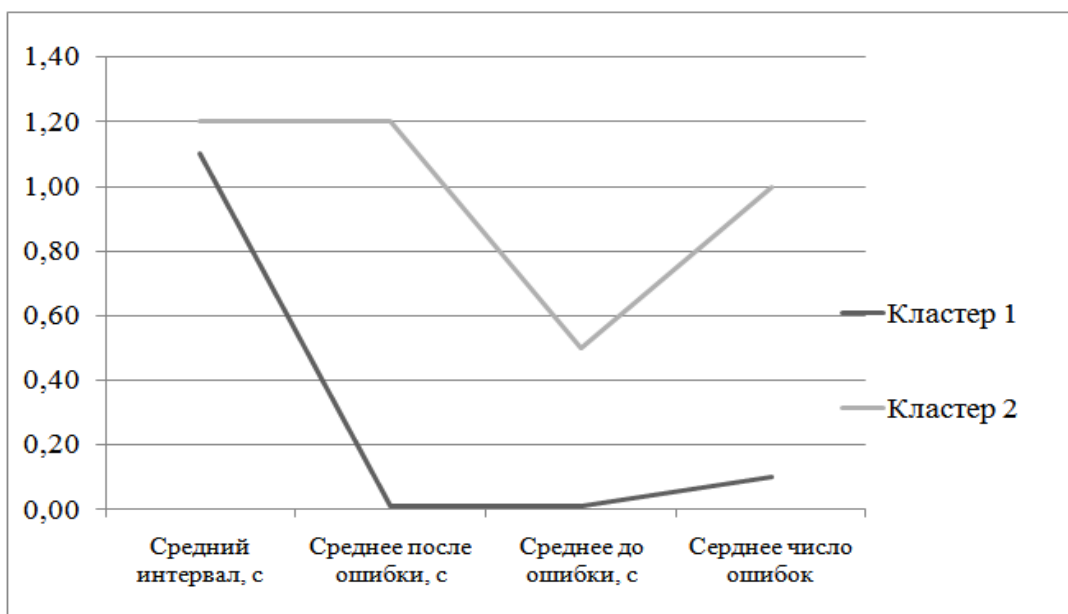


Рисунок 1 – Показатели теста Горбова-Шульте среди практически здоровых лиц с различной результативностью деятельности. Примечание: показатели подгруппы 1 обозначены чёрной линией, подгруппы 2 – серой линией

Процедура кластеризации по аналогичным показателям теста Горбова-Шульте была проведена в группе пациентов с эпилепсией, результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Различия показателей теста Горбова-Шульте в подгруппах больных эпилепсией

Показатели	Подгруппа 1			Подгруппа 2			U	p
	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ		
Средний интервал выбора, с	1,3	1,2	1,7	2,4	1,9	2,5	724	0,001
Время после ошибки, с	0,4	0,0	0,9	2,5	1,0	2,5	1018	0,001
Время до ошибки, с	0,1	0,0	0,3	0,5	0,2	1,1	1098	0,001
Среднее число ошибок	0,3	0,0	1,0	1,5	0,8	4,0	1225	0,001

На основе кластерного анализа группа больных эпилепсией разделена на 2 подгруппы: подгруппа 1 пациентов с меньшим числом ошибок,

меньшим временем выбора, временем выбора после ошибки и до ошибки (99 человек) и кластер 2 с достоверно большими значениями этих показателей (64 человека) (рисунок 2). Достоверные различия по показателям теста позволили группу 1 пациентов с эпилепсией обозначить как результативную; а группу 2 как низко результативную.

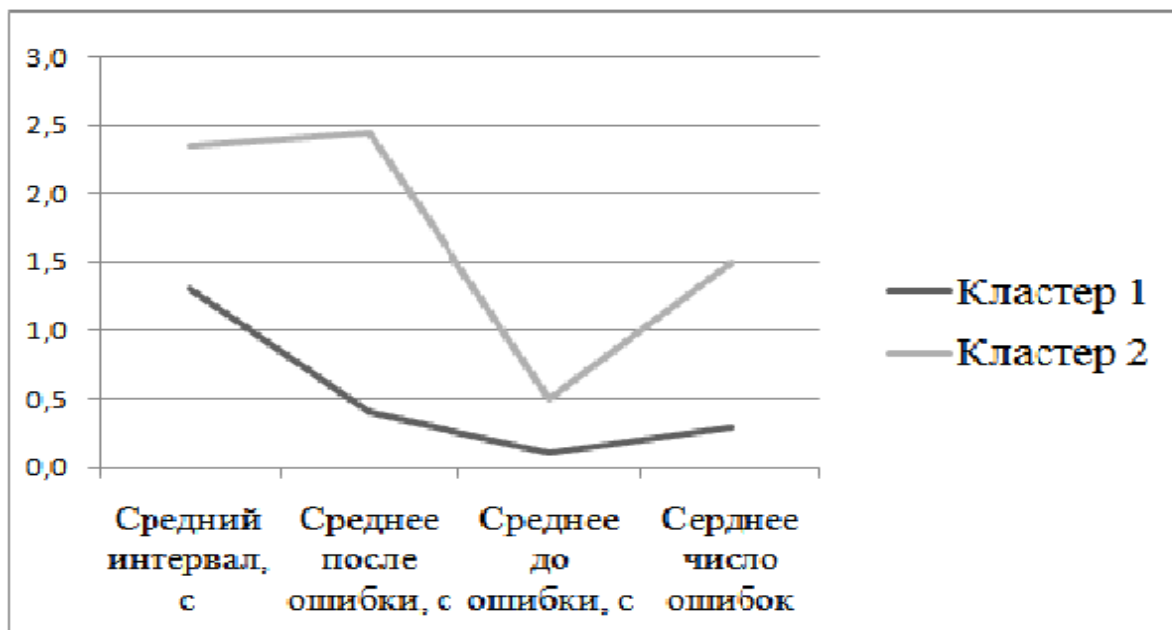


Рисунок 2 – Показатели теста Шульте-Горбова у больных эпилепсией с различной результативностью деятельности. Примечание: показатели подгруппы 1 обозначены чёрной линией, показатели подгруппы 2 серой линией

В таблице 3 представлена сравнительная характеристика показателей теста Шульте-Горбова в группе практически здоровых лиц, группе 1 и 2 больных эпилепсией. Определяются достоверные различия между группами здоровых и больных эпилепсией по показателям теста Шульте-Горбова; при этом достоверно большее время выбора и число ошибок определялось в подгруппе 2 больных эпилепсией.

При анализе различий по показателям теста между группой практически здоровых лиц и группой 1 больных эпилепсией выявлен достоверно больший средний интервал выбора, но более короткий интервал времени восстановления после ошибочного ответа у больных эпилепсией, достоверных различий по числу ошибок между группами выявлено не было.

Таблица 3 – Показатели теста Шульте-Горбова в группах практически здоровых лиц и больных эпилепсией

Показатели	Практически здоровые лица			Группа пациентов 1			Группа пациентов 2			N	p
	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ		
Средний интервал выбора, с	1,1	1,0	1,3	1,3	1,2	1,7	2,4	1,9	2,5	110	0,001
Время после ошибки, с	0,5	0,0	1,2	0,4	0,0	0,9	2,5	1,0	2,5	50,9	0,001
Время до ошибки, с	0,3	0,0	0,6	0,1	0,0	0,3	0,5	0,2	1,1	46,9	0,001
Среднее число ошибок	0,4	0,2	1,0	0,3	0,0	1,0	1,5	0,8	4,0	40,5	0,001

Примечание: здесь и в последующих таблицах N – критерий Краскела-Уоллиса

При исследовании результативности деятельности среди мужчин и женщин в группе практически здоровых лиц достоверных различий по критерию Манна-Уитни не выявлено: для среднего интервала выбора $U=394$, $p=0,407$; для времени после ошибки $U=339$; $p=0,107$; для времени до ошибки $U=342$, $p=0,116$; для среднего числа ошибок $U=257$, $p=0,637$. Также не было выявлено различий результативности деятельности среди мужчин и женщин в группе больных эпилепсией по критерию Манна-Уитни: для среднего интервала выбора $U=2620$, $p=0,112$; для среднего времени после ошибки $U=2888$, $p=0,519$; для времени до ошибки $U=3077$, $p=0,903$; для среднего числа ошибок $U=3022$, $p=0,637$. В связи с этим половые различия между группами с различной результативностью деятельности в дальнейшем не оценивались.

Проанализированы особенности клинических характеристик групп больных эпилепсией с различной результативностью деятельности с использованием балльной оценки уровня эмоциональных, когнитивных нарушений; социальной адаптации; определением среднего числа приступов за 1 месяц (таблица 4).

Таблица 4 – Клинические и психолого-социальные характеристики групп больных эпилепсией с различной результативностью деятельности

Показатели	Группа 1 больных эпилепсией			Группа 2 больных эпилепсией			U	p
	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ		
Среднее число КПП до коррекции терапии	0,43	0,00	0,83	0,64	0,00	1,00	2720	0,299
Среднее число ГП до коррекции терапии	0,41	0,08	1,00	0,33	0,16	2,00	2869	0,751
Число принимаемых антиконвульсантов	1,00	1,00	2,00	2,00	1,00	2,00	2507	0,145
Среднее число КПП после коррекции терапии	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	1929	0,151
Среднее число ГП после коррекции терапии	0,05	0,00	0,10	0,20	0,00	0,30	1736	0,041
Эмоциональные нарушения, баллы	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00	2,00	2856	0,952
Когнитивные нарушения, баллы	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	2,00	1549	0,001
Социальная дезадаптация, баллы	1,00	1,00	1,00	2,00	1,00	2,00	1733	0,001

Примечание: представлено среднее число приступов за 1 месяц; КПП – комплексные парциальные приступы, ГП – генерализованные приступы

Важно, что различия между кластерами больных эпилепсией, выделенными на основе показателей результативности деятельности, определялись и по клиническим показателям. Выявлено достоверно большее среднее ежемесячное число ГП, сохраняющихся после коррекции терапии в низко результативной группе больных эпилепсией; в этой же группе выявляется более высокий уровень когнитивных нарушений и социальной дезадаптации.

В таблице 5 представлены соответствующие балльным оценкам характеристики когнитивных функций, уровня тревоги и депрессии HADS, а также показатели качества жизни по шкалам опросников SF-36 и QOLIE-31.

Таблица 5 – Показатели тревоги и депрессии, когнитивных нарушений и качества жизни в группе пациентов с эпилепсией с различной результативностью деятельности

Показатели	Группа 1			Группа 2			U	p
	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ		
Т HADS, баллы	5	3	8	6	4	10	449	0,681
Д HADS, баллы	4	3	7	6	4	8	341	0,047
MMSE, баллы	29	27	30	28	25	29	732	0,038
FAB, баллы	17	16	18	15	14	17	583	0,001
MOCA TEST, баллы	28	27	29	26	23	28	582	0,001
RP SF-36	75	25	100	50	25	75	949	0,147
SF QOLIE-31	80	60	95	46	40	70	291	0,001

Примечание: Т – тревога, Д - депрессия

В группе 2 больных эпилепсией определяется более высокий уровень депрессии, когнитивных нарушений по шкалам MMSE, FAB, MOCA TEST, а также низкий уровень социального функционирования по данным QOLIE-31.

При анализе форм эпилепсии в группах с различной результативностью деятельности выявлены следующие особенности: в кластере 1 симптоматические формы эпилепсии встречаются в 46% случаев, в кластере 2 в 72% (различия достоверны, критерий хи-квадрат 10,02, $p=0,0016$);

криптогенные формы эпилепсии обнаруживались в кластере 1 в 48% случаев, в кластере 2 в 22% (различия статистические достоверны, критерий хи-квадрат 11,12, $p=0,0009$); идиопатические формы эпилепсии в кластере 1 встречались в 4% случаев, в кластере 2 в 6%, достоверных различий по частоте данной формы не выявлено. Достоверных различий встречаемости локализационно-обусловленных (парциальных) форм эпилепсии между подгруппами не выявлено.

Таким образом, определяются достоверные различия между подгруппами практически здоровых лиц и больных эпилепсией по показателям результативности деятельности, при этом выявляются связи между низкой результативностью деятельности у больных эпилепсией и клиническими и психосоциальными характеристиками данной группы.

3.2. Физиологические показатели в группах практически здоровых лиц и больных эпилепсией с различной результативностью деятельности

Показатели спектрального анализа ЭЭГ оценивались как характеристики неспецифических модулирующих влияний стволовых структур и функциональной активности корковых структур. В таблице 6 представлены показатели мощности тета-колебаний в группах исследуемых. Таблица 6 – Мощность тета-колебаний ЭЭГ ($\text{мкВ}^2/\text{с}^2$) в группах практически здоровых лиц и больных эпилепсией

Отведе ния	Здоровые люди			Группа пациентов 1			Группа пациентов 2			Н	р
	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ		
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>
F3	32	24	42	49	26	72	47	34	98	19,3	0,0001

Продолжение таблицы 6											
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>
F4	33	26	46	51	26	85	51	33	95	16,1	0,0003
T3	18	14	24	35	19	56	36	20	67	32,7	0,0001
C3	29	23	39	44	26	76	52	30	118	20,9	0,0001
C4	31	24	44	46	27	84	54	31	112	17,8	0,0001
T4	23	17	32	35	21	67	41	26	95	23,8	0,0001
P3	26	19	36	40	24	76	45	28	113	20,3	0,0001
P4	29	22	42	46	24	86	50	27	118	15,1	0,0006

Определяется достоверно меньшая мощность тета-колебаний в группе практически здоровых лиц. При сравнении групп больных эпилепсией с различной результативностью деятельности выявлено преобладание мощности тета-колебаний в группе 2 больных эпилепсией, однако различия статистически не достоверны.

Достоверные различия по исследуемым показателям обнаружены между группами практически здоровых лиц с преобладанием мощности тета-колебаний в группе низко результативных исследуемых; в таблице 7 представлены данные по отдельным отведениям.

Таблица 7 – Мощность тета-колебаний ЭЭГ ($\mu\text{В}^2/\text{с}^2$) в группах практически здоровых лиц с различной результативностью деятельности

Отведения	Результативная группа			Низко результативная группа			U	p
	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ		
F3	29	20	37	38	27	49	293,5	0,006
F4	31	23	42	39	27	49	336,0	0,029
C3	27	19	32	35	27	47	299,0	0,007
C4	28	20	40	37	28	46	324,5	0,030

Выявлено достоверное замедление средней частоты альфа-колебаний у пациентов с эпилепсией с наименьшим значением показателей в группе 2 (таблица 8).

Таблица 8 – Частота альфа-колебаний (Гц) в группах практически здоровых лиц и больных эпилепсией

Отведе ния	Здоровые люди			Пациенты группы 1			Пациенты группы 2			Н	р
	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ		
T3	10,2	9,9	10,6	9,8	9,5	10,3	9,6	9,3	10,0	39,5	0,0001
C3	10,2	9,9	10,6	9,8	9,4	10,3	9,6	9,2	9,9	38,6	0,0001
C4	10,2	9,9	10,6	9,8	9,5	10,3	9,5	9,2	10,0	39,2	0,0001
T4	10,2	10,0	10,7	9,8	9,5	10,3	9,6	9,2	9,9	41,6	0,0001
P3	10,4	10,0	10,8	9,9	9,4	10,4	9,6	9,1	10,0	45,8	0,0001
P4	10,4	10,0	10,9	9,8	9,5	10,3	9,6	9,1	10,0	44,8	0,0001
O1	10,3	10,1	10,9	10,0	9,4	10,5	9,7	9,3	10,0	44,3	0,0001
O2	10,4	10,2	10,9	10,0	9,5	10,4	9,7	9,4	10,1	42,6	0,0001

Различия средней частоты альфа-колебаний между группами больных эпилепсией также достоверны по представленным выше отведениям; средняя частота альфа-колебаний ниже в группе 2 больных эпилепсией; так для отведения O1 критерий Манна-Уитни $U=2106$; $p=0,002$; для отведения O2 критерий Манна-Уитни $U=2199$, $p=0,006$.

При анализе различий между группами практически здоровых лиц с различной результативностью выявлена меньшая мощность альфа-колебаний в отведении C3 в результативной группе: в результативной группе $Me=24$ $\text{мкВ}^2/\text{с}^2$, $LQ=16$ $\text{мкВ}^2/\text{с}^2$, $UQ=41$ $\text{мкВ}^2/\text{с}^2$, в низко результативной группе $Me=39$ $\text{мкВ}^2/\text{с}^2$, $LQ=23$ $\text{мкВ}^2/\text{с}^2$, $UQ=60$ $\text{мкВ}^2/\text{с}^2$; $U=337$, $p=0,045$; различий по частоте альфа-ритма в группах практически здоровых лиц не выявлено.

В таблице 9 представлены характеристики мощности и частоты бета-1 колебаний в группах исследуемых.

Таблица 9 – Мощность и частота бета-1 колебаний в группах практически здоровых лиц и больных эпилепсией

Показатели	Здоровые люди			Пациенты группы 1			Пациенты группы 2			Н	р
	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ		
М в F3, мкВ ² /с ²	10	7	15	14	10	22	15	10	23	20,5	0,0001
М в F4, мкВ ² /с ²	10	8	15	14	10	21	16	10	22	17,1	0,0002
М в T3, мкВ ² /с ²	8	6	11	12	10	23	15	10	24	30	0,0001
М в T4, мкВ ² /с ²	10	7	15	15	10	23	15	10	25	22	0,0001
Ч в F3, Гц	16,8	16,6	17,0	16,7	16,5	16,9	16,6	16,4	16,8	16,7	0,0002
Ч в F4, Гц	16,8	16,6	17,1	16,7	16,5	17,0	16,5	16,4	16,8	17,9	0,0001
Ч в T3, Гц	16,8	16,6	17,0	16,8	16,6	16,9	16,6	16,4	16,8	9,6	0,008
Ч в T4, Гц	16,9	16,6	17,1	16,7	16,5	17,0	16,6	16,4	16,8	17,8	0,0001

Примечание: М – мощность, Ч - частота

Выявлена наибольшая мощность и меньшая частота бета-1-колебаний в представленных отведениях в группе 2 больных эпилепсией, при этом различия между данными группами достоверны по частоте бета-1-колебаний при уровне $p < 0,05$. Достоверных различий по частоте и мощности бета-колебаний между подгруппами здоровых лиц не выявлено.

Описанные выше особенности мощности и частоты колебаний ЭЭГ сохраняются и после когнитивной нагрузки (теста Горбова-Шульте). В

таблице 10 представлены характеристики спектрального анализа ЭЭГ по отдельным отведениям после когнитивной нагрузки. Для тета-колебаний различия достоверны для отведений F3, F4, C3, C4, T3, T4, P3, P4; O1, O2; для альфа-колебаний для отведений T3, C3, C4, T4, P3, P4, O1, O2; для бета-колебаний в отведениях F3, F4, T3, T4, P3, P4.

Таблица 10 – Показатели спектрального анализа ЭЭГ в группах практически здоровых лиц и больных эпилепсией после теста Горбова-Шульте

Показатели	Здоровые люди			Пациенты группы 1			Пациенты группы 2			Н	р
	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ		
М тета F3, мкВ ² /с ²	31	24	43	50	25	89	50	34	97	23,3	0,0001
М тета F4, мкВ ² /с ²	32	25	49	49	29	89	56	32	106	18,6	0,0001
Ч альфа O1, Гц	10,5	10,1	10,9	9,8	9,3	10,4	9,6	9,0	10,1	41,3	0,0001
Ч альфа O2, Гц	10,6	10,2	10,9	9,9	9,4	10,4	9,7	9,2	10,1	45,8	0,0001
М бета1 F3 мкВ ² /с ²	11	8	18	15	12	25	16,0	10	25	12,9	0,0016
М бета1 F4 мкВ ² /с ²	12	9	17	16	11	24	17	11	24	26,0	0,0001
Ч бета1 F3, Гц	16,9	16,7	17,1	16,7	16,4	16,9	16,6	16,3	16,8	24,5	0,0001
Ч бета1 F4, Гц	16,8	16,6	17,1	16,7	16,4	16,9	16,5	16,3	16,8	24,5	0,0001

Примечания: М – мощность, Ч – частота, тета – тета-колебания, альфа – альфа-колебания, бета-1 – бета-1 колебания ЭЭГ

Достоверные различия между подгруппами больных эпилепсией с различной результативностью выявлены по частоте альфа-колебаний в

отведения О1 и О2 ($U=2267,5$, $p=0,028$ для обоих показателей), средней частоте колебаний бета-1 в F3 ($U=2301,5$; $p=0,038$) с меньшей частотой в группе 2 больных эпилепсией.

При сравнении спектральных характеристик ЭЭГ после когнитивной нагрузки в группе практически здоровых лиц выявлено сохранение достоверно меньшей мощности тета-колебаний в группе 1 (результативной группе) здоровых лиц в отведениях F3, F4, T3, C3, C4, P3; так, для отведения F3 в группе 1 $Me=28$ мкВ²/с², $LQ=21$ мкВ²/с², $UQ=37$ мкВ²/с²; в группе 2 $Me=39$ мкВ²/с², $LQ=27$ мкВ²/с², $UQ=48$ мкВ²/с²; $U=295$, $p=0,024$; для отведения F4 в группе 1 $Me=29$ мкВ²/с², $LQ=23$ мкВ²/с², $UQ=40$ мкВ²/с²; группе 2 $Me=42$ мкВ²/с², $LQ=27$ мкВ²/с², $UQ=52$ мкВ²/с²; $U=232$, $p=0,001$.

Гипервентиляционная нагрузка и восстановление после нагрузки сопровождаются изменениями спектральных характеристик ЭЭГ в группах, аналогичными вышеописанным (таблица 11).

Таблица 11 – Показатели спектрального анализа ЭЭГ в группах практически здоровых лиц и больных эпилепсией во время гипервентиляции

Показатели	Здоровые люди			Пациенты группы 1			Пациенты группы 2			N	p
	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ		
<i>I</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>
М тета F3, мкВ ² /с ²	41	29	59	58	31	103	59	39	124	13,4	0,0012
М тета F4, мкВ ² /с ²	44	29	64	63	32	104	62	34	132	10,8	0,0045
Ч альфа О1, Гц	10,5	10,2	11,0	10,1	9,5	10,6	9,7	9,2	10,2	36,7	0,0001
Ч альфа О2, Гц	10,6	10,2	11,0	10,1	9,5	10,6	9,7	9,2	10,3	39,5	0,0001

Продолжение таблицы 11											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
М бета1 F3 мкВ ² /с ²	13	10	22	18	13	27	19	11	28	8,9	0,012
М бета1 F4 мкВ ² /с ²	14	10	20	17	12	26	18	13	27	7,1	0,029
Ч бета1 F3, Гц	16,7	16,5	16,9	16,7	16,4	16,8	16,6	16,3	16,8	6,6	0,035
Ч бета1 F4, Гц	16,7	16,5	16,9	16,6	16,4	16,8	16,5	16,3	16,7	7,9	0,018

Примечания: М – мощность, Ч – частота, тета – тета-колебания, альфа – альфа-колебания, бета-1 – бета-1 колебания ЭЭГ

Во время гипервентиляции определяется достоверно меньшая средняя частота альфа-колебаний в затылочных отведениях в группе больных эпилепсией 2 (различия между группами больных эпилепсией достоверны, $U=2255$, $p=0,004$).

В низко результативной группе практически здоровых лиц определяется большая мощность тета-колебаний в отведении F3 по сравнению с результативной группой (в группе результативных лиц $Me=35$ мкВ²/с², $LQ=25$ мкВ²/с², $UQ=46$ мкВ²/с², в низко результативной группе $Me=44$ мкВ²/с², $LQ=32$ мкВ²/с², $UQ=68$ мкВ²/с²; $U=329$, $p=0,035$). Аналогичные достоверные различия описаны и для отведений T3 и P3.

В таблице 12 представлены спектральные характеристики показателей ЭЭГ после гипервентиляционной нагрузки.

Различия между группами 1 и 2 больных эпилепсией достоверны по частоте альфа-колебаний в отведениях T3, C3, C4, T4, P3, P4, O1, O2 при уровне $p<0,01$; меньшая частота альфа-колебаний выявлена в группе 2 больных эпилепсией. В этой же группе выявляется меньшая частота бета-1-колебаний в отведения F3, T3, T4, различия достоверны при уровне $p<0,05$.

Таблица 12 – Показатели спектрального анализа ЭЭГ в группах практически здоровых лиц и больных эпилепсией после гипервентиляции

Показатели	Здоровые люди			Пациенты группы 1			Пациенты группы 2			Н	р
	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ		
М тета F3, мкВ ² /с ²	32	23	43	49	25	107	54	38	120	24,1	0,0001
М тета F4, мкВ ² /с ²	35	24	47	49	27	103	54	33	127	19,0	0,0001
Ч альфа O1, Гц	10,6	10,2	10,9	10,1	9,4	10,6	9,6	9,2	10,2	41,2	0,0001
Ч альфа O2, Гц	10,6	10,2	10,9	10,2	9,5	10,6	9,7	9,4	10,2	42,0	0,0001
М бета1 F3 мкВ ² /с ²	10	8	17	17	12	26	19	11	26	18,4	0,0001
М бета1 F4 мкВ ² /с ²	12	8	16	16	11	26	16	11	25	15,7	0,0004
Ч бета1 F3, Гц	16,9	16,6	17,0	16,7	16,5	16,9	16,5	16,3	16,8	16,7	0,0002
Ч бета1 F4, Гц	16,8	16,6	17,0	16,7	16,5	16,9	16,6	16,4	16,8	10,5	0,0052

Примечания: М – мощность, Ч – частота, тета – тета-колебания, альфа – альфа-колебания, бета-1 – бета-1 колебания ЭЭГ

Различия между группами практически здоровых лиц достоверны по мощности тета-колебаний по отведениям F3, F4, C3, C4, P3, P4; мощность тета-колебаний выше в группе низко результативных лиц ($p < 0,05$); кроме того определяется меньшая мощность альфа-колебаний в T3 в группе 1 практически здоровых лиц. Достоверных различий по другим показателям в данном функциональном состоянии не выявлено.

В таблице 13 представлены характеристики межполушарной и внутриполушарной корреляции ЭЭГ в группах исследуемых в исходном состоянии.

Таблица 13 – Показатели межполушарной и внутриполушарной кросскорреляции ЭЭГ в группах практических здоровых лиц и больных эпилепсией в исходном состоянии

Показатели	Здоровые люди			Пациенты группы 1			Пациенты группы 2			Н	р
	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ		
P3P4	0,70	0,58	0,77	0,73	0,61	0,80	0,72	0,63	0,78	2,7	0,258
O1O2	0,68	0,59	0,75	0,73	0,62	0,80	0,69	0,63	0,78	6,2	0,045
T3T4	0,49	0,38	0,56	0,58	0,48	0,63	0,55	0,44	0,65	15,8	0,0004
Ч P3P4, Гц	11,3	10,9	12,8	11,0	9,9	12,6	10,7	9,4	12,0	9,5	0,009
Ч O1O2, Гц	12,0	10,9	13,7	11,0	10,0	12,0	10,9	9,6	12,6	16,5	0,0003
Ч T3T4, Гц	12,0	11,0	13,5	11,4	10,4	13,1	11,4	9,9	13,2	6,11	0,047
C3P3	0,82	0,76	0,87	0,88	0,83	0,92	0,89	0,83	0,92	27,1	0,0001
P3O1	0,74	0,69	0,82	0,81	0,72	0,88	0,81	0,72	0,86	9,2	0,010
T3T5	0,79	0,71	0,84	0,82	0,73	0,88	0,85	0,79	0,90	15,5	0,0004
C4P4	0,84	0,77	0,89	0,89	0,84	0,93	0,90	0,83	0,93	18,0	0,0001
P4O2	0,77	0,70	0,85	0,84	0,76	0,90	0,81	0,72	0,87	12,9	0,002
T4T6	0,78	0,71	0,85	0,82	0,76	0,89	0,84	0,76	0,90	8,3	0,016
Ч C3P3, Гц	11,4	10,7	12,6	11,3	10,0	13,0	11,1	9,1	12,4	5,9	0,051
Ч P3O1, Гц	11,5	10,9	12,8	11,1	10,0	12,3	10,9	9,4	12,0	12,5	0,002
Ч T3T5, Гц	12,2	11,3	14,6	12,2	10,4	13,9	11,9	9,8	13,5	5,2	0,076
Ч C4P4, Гц	11,4	10,7	12,3	11,2	9,9	12,8	10,7	9,5	12,3	5,9	0,051
Ч P4O2, Гц	11,5	10,8	13,0	11,2	10,0	12,3	11,0	9,7	12,5	8,8	0,012
Ч T4T6, Гц	11,9	11,4	13,3	11,7	10,3	13,0	11,3	9,8	12,6	7,0	0,030

Примечание: Ч – частота кросскорреляционной функции ЭЭГ; при указании пары отведения без дополнительных обозначений представлен коэффициент кросскорреляции

Различия между подгруппами достоверны по большинству исследуемых показателей; при этом определяются более высокие межполушарные и внутриполушарные корреляции ЭЭГ сигнала в группе больных эпилепсией и более низкий уровень частоты кросскорреляционной функции ЭЭГ в этой же группе. Различия между группами больных эпилепсией с различной результативностью достоверны по внутриполушарной корреляции ЭЭГ сигнала в паре отведений Т3Т5, показатель выше в группе 2 больных эпилепсией; $U=2095$, $p=0,027$.

По результатам анализа характеристик кросскорреляционной функции во время и после функциональных нагрузок наблюдаются сходные различия показателей в связи с чем ниже представлен их сокращённый набор. В таблице 14 представлены показатели кросскорреляционной функции ЭЭГ после выполнения теста Горбова-Шульте.

Таблица 14 – Показатели кросскорреляционной функции ЭЭГ в группах здоровых лиц и больных эпилепсией после теста Горбова-Шульте

Показатели	Здоровые люди			Пациенты группы 1			Пациенты группы 2			Н	р
	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ		
О1О2	0,69	0,58	0,77	0,75	0,65	0,83	0,70	0,64	0,80	7,3	0,0260
Т3Т4	0,51	0,43	0,58	0,58	0,50	0,67	0,58	0,48	0,66	14,5	0,0007
Ч О1О2, Гц	11,5	10,9	13,3	10,8	9,8	12,2	10,6	9,7	11,9	18,4	0,0001
Ч Т3Т4, Гц	12,1	11,0	13,3	11,3	10,1	13,0	11,3	9,9	12,5	10,5	0,0053
Р3О1	0,76	0,65	0,81	0,81	0,68	0,88	0,79	0,71	0,88	7,0	0,030
Т3Т5	0,80	0,72	0,84	0,80	0,72	0,89	0,85	0,79	0,91	11,3	0,0035
Т4Т6	0,80	0,73	0,86	0,84	0,75	0,90	0,84	0,77	0,91	5,6	0,050
Ч Р3О1, Гц	11,5	10,8	12,3	10,9	9,6	12,2	10,8	9,25	11,9	7,0	0,030
Ч Т3Т5, Гц	12,2	11,2	13,7	11,3	10,0	13,2	11,4	9,70	12,9	11,3	0,0035

Примечание: Ч – частота кросскорреляционной функции; при указании пары отведения без дополнительных обозначений представлен коэффициент корреляции ЭЭГ

Определяется более высокий уровень межполушарных и внутриполушарных корреляций и снижение частоты кросскорреляционной функции в группе больных эпилепсией; достоверных различий между группами с различной результативностью деятельности не выявлено.

В таблице 15 представлены результаты исследования кросскорреляционной функции ЭЭГ в группах во время гипервентиляции.

Таблица 15 – Показатели кросскорреляционной функции ЭЭГ в группах практически здоровых лиц и больных эпилепсией во время гипервентиляции

Показатели	Здоровые люди			Пациенты группы 1			Пациенты группы 2			Н	р
	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ		
O1O2	0,68	0,59	0,77	0,75	0,62	0,82	0,72	0,60	0,81	7,5	0,0230
T3T4	0,48	0,37	0,56	0,60	0,51	0,67	0,53	0,44	0,67	23,6	0,0001
Ч O1O2, Гц	11,9	11,1	13,6	11,0	9,6	12,4	10,9	9,6	12,9	16,4	0,0003
Ч T3T4, Гц	12,3	11,3	13,9	11,4	10,0	13,7	11,6	9,8	13,4	8,5	0,0140
P3O1	0,75	0,67	0,82	0,82	0,72	0,89	0,81	0,73	0,87	10,3	0,0056
T3T5	0,80	0,71	0,84	0,82	0,76	0,89	0,85	0,75	0,90	8,6	0,0132
P4O2	0,77	0,70	0,83	0,84	0,76	0,90	0,83	0,74	0,89	11,5	0,0032
T4T6	0,81	0,73	0,87	0,84	0,78	0,90	0,85	0,78	0,91	7,3	0,0250
Ч P3O1, Гц	11,8	10,8	12,8	11,1	9,8	12,3	10,8	9,4	12,7	11,5	0,0031
Ч T3T5, Гц	12,7	11,3	14,3	11,8	10,1	13,7	12,1	10,0	13,6	4,1	0,1270
Ч P4O2, Гц	11,6	11,0	13,5	10,9	9,8	12,6	11,1	9,4	12,5	11,2	0,0037
Ч T4T6, Гц	12,1	10,9	14,5	11,1	10,1	13,3	11,1	10,1	13,1	6,8	0,0341

Примечание: Ч – частота кросскорреляционной функции; при указании пары отведения без дополнительных обозначений представлен коэффициент кросскорреляции ЭЭГ

Во время гипервентиляции сохраняется более высокий уровень как межполушарной, так и внутриполушарной корреляции ЭЭГ сигнала и

снижение частоты кросскорреляционной функции в группе больных эпилепсией.

Аналогичные изменения выявляются и после гипервентиляции (таблица 16).

Таблица 16 – Показатели кросскорреляционной функции ЭЭГ в группах практически здоровых лиц и больных эпилепсией после гипервентиляции

Показатель	Здоровые люди			Пациенты группы 1			Пациенты группы 2			Н	р
	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ		
O1O2	0,67	0,57	0,75	0,75	0,60	0,82	0,70	0,61	0,78	8,5	0,0140
T3T4	0,45	0,38	0,57	0,58	0,50	0,65	0,52	0,46	0,68	23,4	0,0001
Ч O1O2, Гц	12,3	11,2	13,8	11,2	9,8	12,4	11,4	9,9	12,8	17,3	0,0002
Ч T3T4, Гц	12,5	11,6	14,4	11,5	10,0	13,5	11,5	10,4	13,3	13,0	0,0002
P3O1	0,76	0,68	0,83	0,82	0,73	0,89	0,80	0,73	0,87	10,8	0,0045
T3T5	0,80	0,73	0,84	0,81	0,76	0,88	0,85	0,78	0,90	8,5	0,0146
P4O2	0,78	0,70	0,83	0,84	0,77	0,90	0,82	0,72	0,89	14,0	0,0009
T4T6	0,81	0,72	0,88	0,84	0,79	0,89	0,85	0,80	0,91	8,5	0,0146
Ч P3O1, Гц	12,2	11,4	13,2	11,2	9,8	12,5	11,2	9,7	12,7	15,6	0,0004
Ч T3T5, Гц	13,0	11,7	14,6	11,7	10,2	13,8	12,1	9,9	13,7	12,2	0,0022
Ч P4O2, Гц	11,9	11,1	13,5	11,1	9,8	12,6	11,1	9,7	12,5	14,5	0,0007
Ч T4T6, Гц	12,3	11,3	14,8	11,1	10,0	13,3	11,4	10,0	13,3	14,7	0,0006

Примечание: Ч – частота кросскорреляционной функции; при указании пары отведения без дополнительных обозначений представлен коэффициент кросскорреляции

Достоверных различий между группами больных эпилепсией с различной результативностью деятельности в данном функциональном состоянии обнаружено не было; также не выявлено достоверных различий между группами практически здоровых лиц с разной результативностью деятельности.

Показатели экзогенных вызванных потенциалов оценивались как характеристики деятельности афферентных систем в группах исследуемых. В таблице 17 представлены характеристики латентности ЗВП в группах исследуемых.

Таблица 17 – Показатели латентности ЗВП группах практически здоровых лиц и больных эпилепсией

Показатели	Здоровые люди			Группа пациентов 1			Группа пациентов 2			Н	р
	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ		
Л P50 в Oz, мс	49	46	52	49	45	55	49	44	54	0,8	0,664
Л N75 в Oz, мс	71	67	75	72	69	76	71	68	75	0,9	0,642
Л P100 в Oz, мс	101	99	107	101	97	107	103	99	107	0,2	0,891
Л N145 в Oz, мс	145	138	156	143	135	153	145	133	153	1,7	0,421
Л P200 в Oz, мс	208	200	214	199	190	212	203	186	225	3,9	0,143

Примечание: Л – латентность ЗВП

Достоверных различий по показателям латентности ЗВП между группами не выявлено.

В таблице 18 продемонстрированы характеристики амплитуды ЗВП в исследуемых группах. Выявлены достоверные различия между группами исследуемых с преобладанием амплитуды ранних компонентов ЗВП P50N75 и N75P100 в группе практически здоровых лиц; различия между группами больных эпилепсией также статистически достоверны с меньшими значениями амплитуды в низко результативной группе (для амплитуды P50N75 $U=1979$, $p=0,007$; для амплитуды N75P100 $U=1845$, $p=0,002$).

Таблица 18 – Показатели амплитуды ЗВП в группах с различной результативностью деятельности

Показатели	Здоровые люди			Группа пациентов 1			Группа пациентов 2			Н	р
	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ		
P50N75 в Oz, мкВ	6,8	3,3	10,9	4,2	2,2	7,6	3,0	1,4	5,5	18,7	0,001
N75P100 в Oz, мкВ	13,4	8,6	22,9	11,2	7,4	17,3	8,9	5,0	12,0	18,8	0,001
P100N145 в Oz, мкВ	11,4	7,4	15,7	10,9	7,1	18,2	10,5	6,9	15,1	0,3	0,847
N145P200 в Oz, мкВ	9,1	4,1	11,1	10,0	6,2	16,5	10,4	6,0	15,4	5,1	0,077

Достоверных различий по показателям амплитуды и латентности СВП между группами не выявлено (таблица 19).

Таблица 19 – Показатели СВП в группах практически здоровых лиц и больных эпилепсией с разной результативностью деятельности

Показатели	Здоровые люди			Группа пациентов 1			Группа пациентов 2			Н	р
	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ		
<i>l</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>
Л P1 в Cz, мс	47	41	52	45	39	51	50	44	53	4,1	0,132
Л N1 в Cz, мс	83	80	87	85	79	89	83	79	87	0,3	0,872
Л P2 в Cz, мс	167	157	183	173	161	185	167	161	176	2,1	0,356

Продолжение таблицы 19											
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>
Л N2 Cz, мс	265	245	286	266	253	281	269	255	279	0,2	0,918
А P1N1 в Cz, мкВ	5,8	4,0	7,9	5,6	3,7	7,9	5,9	3,6	8,5	0,1	0,978
А N1P2 СВП в Cz, мкВ	9,9	8,4	13,4	9,2	6,2	13,2	9,1	6,4	12,4	4,3	0,116
А P2N2 в Cz, мкВ	7,4	4,8	10,5	6,9	4,2	9,2	6,3	4,4	9,5	2,6	0,275

Примечание: А – амплитуда, Л - латентность

Показатели когнитивного вызванного потенциала P300 оценивались как характеристики деятельности ассоциативных корково-подкорковых механизмов в группах исследуемых.

В таблице 20 представлены показатели латентности когнитивного ВП P300 в группах.

Определяется достоверно большая латентность компонентов N2 и P3 когнитивного ВП P300 в центральных и теменных отведениях (для компонента P3 в лобных) в низко результативной группе больных эпилепсией.

Достоверных различий по латентности когнитивного вызванного потенциала P300 между группами практически здоровых лиц с различной результативностью деятельности не выявлено.

Таблица 20 – Показатели латентности когнитивного ВП Р300 в группах практически здоровых лиц и больных эпилепсией с разной результативностью деятельности

Показатели	Здоровые люди			Группа пациентов 1			Группа пациентов 2			Н	р
	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ		
Л N2 в Fz, мс	222	197	255	227	208	257	246	222	257	5,6	0,061
Л P3 в Fz, мс	322	297	347	333	305	352	348	323	380	11,4	0,003
Л N2 в Cz, мс	215	185	248	223	205	247	237	209	255	6,7	0,036
Л P3 в Cz, мс	322	297	347	330	298	360	361	319	393	18,3	0,001
Л N2 в Pz, мс	200	165	248	213	190	237	237	208	260	15,7	0,001
Л P3 в Pz, мс	319	288	340	321	300	343	348	317	390	20,5	0,001

Примечание: Л - латентность

Различия латентности показателей когнитивного ВП Р300 статистически достоверны для группы больных эпилепсией 1 и 2 с большими значениями латентности в группе больных эпилепсией с низкой результативностью деятельности.

В таблице 21 представлены статистические критерии различий латентности потенциала Р300 между группами больных эпилепсией.

Таблица 21 – Статистические критерии различий латентности когнитивного потенциала P300 в группах больных эпилепсией с разной результативностью деятельности

Показатели	U	p
Латентность N2 в Fz, мс	2102	0,049
Латентность P3 в Fz, мс	1949	0,010
Латентность N2 в Cz, мс	2136	0,054
Латентность P3 в Cz, мс	1739	0,001
Латентность N2 в Pz, мс	1784	0,002
Латентность P3 в Pz, мс	1629	0,000
Латентность N2 в Fz, мс	2102	0,049
Латентность P3 в Fz, мс	1949	0,010

Выявлены достоверные различия между группами исследуемых по межпиковой амплитуде N2P3 P300 в лобных отведениях и межпиковой амплитуде P2N2 в теменных отведениях (таблица 22); амплитуда P3 компонента достоверно ниже в группе больных эпилепсией 2, в то время как амплитуда компонента N2 в данной группе достоверно выше. Различия межпиковой амплитуды P2N2 в Pz между группами больных эпилепсией 1 и 2 статистически достоверны: $U=1891$, $p=0,007$.

Выявлены различия по амплитудным показателям потенциала P300 в группе практически здоровых лиц: межпиковая амплитуда P2N2 в отведении Cz в результативной группе имеет $Me=5,8$ мкВ, $LQ=3,2$ мкВ, $UQ=8,3$ мкВ, в низко результативной группе $Me=2,5$ мкВ, $LQ=1,2$ мкВ, $UQ=6,8$ мкВ; $U=269$, $p=0,044$; межпиковая амплитуда N2P3 в отведении Cz в результативной группе имеет $Me=12,9$ мкВ, $LQ=7,6$ мкВ, $UQ=18,5$ мкВ; в низко результативной группе $Me=8,5$ мкВ, $LQ=6,4$ мкВ, $UQ=11,3$ мкВ; $U=263$, $p=0,035$, то есть амплитудные показатели когнитивного ВП P300 в низко результативной группе практически здоровых лиц достоверно ниже.

Таблица 22 – Показатели амплитуды когнитивного ВП Р300 в группах практически здоровых лиц и больных эпилепсией с разной результативностью деятельности

Показатели амплитуды Р300	Здоровые люди			Группа пациентов 1			Группа пациентов 2			Н	р
	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ		
P2N2 в Fz, мкВ	4,5	1,8	7,1	4,6	2,4	7,7	4,7	2,6	8,8	1,5	0,460
N2P3 в Fz, мкВ	10,8	6,3	14,7	9,5	6,3	14,6	8,8	5,1	12,0	7,4	0,048
P2N2 в Cz, мкВ	3,8	1,4	7,2	4,3	2,0	7,3	5,0	2,3	8,0	1,4	0,498
N2P3 в Cz, мкВ	10,6	6,5	14,5	9,0	5,3	13,3	7,9	5,2	12,0	3,8	0,152
P2N2 в Pz, мкВ	2,3	1,0	4,2	2,9	1,7	5,4	4,5	2,9	7,0	16,4	0,003
N2P3 в Pz, мкВ	8,8	6,2	12,3	7,8	5,17	11,3	7,1	5,2	11,0	4,1	0,123

Показатели условно-негативной волны (УНВ), характеристики F-ответа; показатели ПЗМР, РР, ТТ были оценены как единый комплекс показателей, характеризующих деятельность моторных систем в подгруппах исследуемых.

В таблице 23 представлены характеристики психомоторных тестов в группах. Определяются достоверные различия по исследуемым показателям в группах, при этом худшие результаты психомоторного тестирования определяются в группе 2 больных эпилепсией: выявлено достоверно большее среднее время выбора как ПЗМР, так и РР, а также наименьшая частота ударов и большая величина междударного интервала ТТ в данной группе.

Таблица 23 – Показатели простой зрительно-моторной реакции, реакции различения и тэппинг-теста в группах исследуемых

Показатели	Здоровые люди			Группа пациентов 1			Группа пациентов 2			H	p
	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ		
СВ ПЗМР справа, мс	190	182	209	224	202	248	231	211	266	47,4	0,0001
СВ ПЗМР слева, мс	198	185	213	233	212	267	254	225	313	57,8	0,0001
СВ РР справа, мс	281	245	300	319	298	370	362	304	441	41,3	0,0001
СВ РР слева, мс	276	246	308	334	302	367	365	316	411	49,2	0,0001
Частота ТТ справа, Гц	6,5	6,2	6,9	6,0	5,6	6,6	5,8	5,5	6,3	20,6	0,0001
Междударный интервал ТТ, справа мс	155	145	163	167	154	179	173	159	183	20,6	0,0001
Частота ТТ слева, Гц	5,9	5,6	6,5	5,6	5,2	6,1	5,4	4,7	5,8	18,5	0,0001
Междударный интервал ТТ слева, мс	171	154	181	178	166	196	187	174	215	18,5	0,0001

Примечание: СВ – среднее время, ПЗМР – простая зрительно-моторная реакция, РР – реакция различения, ТТ – тэппинг-тест

Различия между группами 1 и 2 больных эпилепсией по показателям психомоторного тестирования также статистически достоверны, критерий Манна-Уитни и уровень ошибки p представлены в таблице 24.

Таблица 24 – Статистические критерии различий показателей психомоторного тестирования в группах 1 и 2 пациентов с эпилепсией

Показатели	U	p
Среднее время ПЗМР справа, мс	1865,5	0,0001
Среднее время ПЗМР слева, мс	1728	0,0001
Среднее время РР справа, мс	1445,5	0,0001
Среднее время РР слева, мс	1420,5	0,0001
Тэппинг-тест частота справа, Гц	1771,5	0,280
Тэппинг-тест, междударный интервал, справа мс	1774,0	0,285
Тэппинг-тест, частота слева, Гц	1624	0,040
Тэппинг-тест, междударный интервал слева	1623	0,039

Достоверных различий между группами практически здоровых лиц с различной результативностью деятельности по исследуемым показателям не выявлено.

Не выявлено достоверных различий между группами исследуемых с различной результативностью и по показателям F-ответа (таблица 25).

Таблица 25 – Показатели F-ответа в подгруппах исследуемых

Показатели	Здоровые люди			Группа пациентов 1			Группа пациентов 2			H	p
	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A F-ответа справа, мкВ	488	305	670	511	271	842	445	200	711	1,4	0,484

Продолжение таблицы 25

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
А F-ответа слева, мкВ	391	267	535	440	250	722	409	236	716	1,8	0,395
П F-ответа справа, мкВ*с	1520	1013	3103	1935	895	3128	2019	463	3969	0,3	0,874
П F-ответа слева, мкВ*с	1355	804	2287	1880	732	2717	1161	373	2587	1,8	0,407
Л F-ответа справа, мс	38,0	36,1	40,2	37,4	34,9	40,0	39,0	36,0	42,5	4,8	0,089
Л F-ответа слева, мс	37,2	34,6	40,1	37,4	34,9	39,8	37,7	35,4	40,2	0,8	0,674
F/M справа	4,0	2,5	5,8	4,9	3,3	7,7	4,6	2,9	8,1	1,3	0,528
F/M слева	3,5	2,3	4,7	4,1	2,4	7,0	3,8	2,7	5,5	1,6	0,458

Примечание: А – амплитуда, П – площадь, Л – латентность

В таблице 26 представлены характеристики амплитуды УНВ в группах исследуемых.

Таблица 26 – Показатели УНВ в группах практически здоровых лиц и больных эпилепсией с различной результативностью деятельности

Показатели	Здоровые люди			Группа пациентов 1			Группа пациентов 2			Н	р
	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ		
А УНВ в Fz, мкВ	12,2	8,1	16,9	9,7	5,1	16,3	7,2	4,0	12,4	9,2	0,010
А УНВ в Cz, мкВ	11,0	7,7	18,5	10,3	6,0	13,8	7,0	4,1	11,4	9,3	0,009
А УНВ в Pz, мкВ	7,9	5,1	12,1	7,6	4,7	10,6	6,9	3,7	9,5	2,3	0,307

Примечание: А – амплитуда

Выявлены достоверные различия между группами по амплитуде УНВ в отведениях Fz и Cz, при этом наибольшее значение амплитуды определяется у здоровых лиц, наименьшее в группе 2 больных эпилепсией. Различия по данным показателям между группами больных эпилепсией 1 и 2 достоверны: для амплитуды УНВ в отведении Fz $U=1876$, $p=0,048$; для амплитуды УНВ в отведении Cz $U=1870$; $p=0,025$. Достоверных различий по исследуемым показателям между группами практически здоровых лиц не выявлено.

В качестве показателей вегетативного обеспечения оценены характеристики анализа ВСР и ФВД.

В таблице 27 представлены характеристики показателей анализа ВСР в фоновом состоянии.

Таблица 27 – Показатели ВСР в группах практически здоровых лиц и больных эпилепсией с различной результативностью деятельности

Показатели	Здоровые люди			Группа пациентов 1			Группа пациентов 2			Н	р
	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ		
ЧСС, в мин	79	70	89	85	76	93	83	78	90	5,0	0,059
RMSSD, мс	34	20	51	21	14	38	20	13	32	19,1	0,001
СКО, мс	51	34	66	30	22	42	25	20	35	40,7	0,001
АМо %	38	35	41	37	35	39	38	35	40	2,2	0,325
ИН, усл. ед.	132	73	272	323	136	636	379	246	612	29,3	0,001
TP, мс ²	1745	862	3564	922	482	1721	681	345	1034	35,3	0,001
HF, мс ²	654	188	1345	281	98	530	180	69	358	35,2	0,001
LF, мс ²	588	333	1019	307	112	532	193	95	374	41,2	0,001
VLF, мс ²	234	107	319	142	76	240	115	62	201	17,7	0,001

Примечание: усл. ед. – условные единицы

Выявлен достоверно более высокий уровень ИН, сниженный уровень вариабельности динамического ряда R-R интервалов (по показателю СКО) и

сниженная мощность диапазонов спектра HF, LF, VLF ВСП у больных эпилепсией в группе 2. Достоверные различия между группами больных эпилепсией с различной результативностью выявлены по показателям спектрального анализа ВСП (TP, HF, LF) с преобладанием данных показателей в результативной группе.

В группе практически здоровых лиц с различной результативностью деятельности определяется преобладание стресс-индекса в результативной группе в исходном состоянии (в результативной группе Me= 203 усл. ед., LQ=68 усл. ед.; UQ=454 усл. ед.; в низко результативной группе Me=106 усл. ед., LQ=72 усл. ед., UQ=255 усл. ед.), однако различия не достигли статистически достоверного уровня (U=363, p=0,099).

В таблице 28 представлены показатели анализа ВСП в группах исследуемых во время когнитивной нагрузки.

Таблица 28 – Показатели ВСП в группах практически здоровых лиц и больных эпилепсией с различной результативностью деятельности во время когнитивной нагрузки

Показатели	Здоровые люди			Группа пациентов 1			Группа пациентов 2			Н	р
	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ		
ЧСС, в мин	85	77	98	89	81	96	86	80	94	1,5	0,476
RMSSD, мс	23	15	41	20	12	34	18	11	31	6,5	0,038
СКО, мс	39	28	48	32	23	43	29	23	36	16,1	0,003
АМо, %	37	35	40	38	35	40	38	35	40	0,4	0,822
ИН, усл. ед.	207	115	349	339	168	706	373	246	541	15,4	0,001
TP, мс ²	1273	746	1984	896	463	1580	719	384	1128	13,9	0,001
HF, мс ²	238	88	627	166	71	395	126	44	297	9,1	0,011
LF, мс ²	481	264	824	293	172	541	235	117	457	16,1	0,001
VLF, мс ²	199	118	375	123	73	252	124	77	184	13,1	0,001

Примечание: усл. ед. – условные единицы

Сохраняются достоверные различия между группами как по большинству представленных показателей статистического анализа динамического ряда кардиоинтервалов, так и по показателям спектрального анализа; различия показателей между группами больных эпилепсией с различной результативностью достоверны по показателям спектрального анализа с меньшими значениями TP, HF, LF в группе 2 больных эпилепсией.

В группе практически здоровых лиц достоверные различия определяются по показателю СКО ВСР: в результативной подгруппе Me=36 мс, LQ=26 мс, UQ=41 мс; в низко результативной группе Me=45 мс, LQ=37 мс, UQ=55 мс; U=312; p=0,018, то есть вариабельность динамического ряда R-R интервалов выше в низко результативной группе.

В таблице 29 представлены показатели ВСР в группах исследуемых после когнитивной нагрузки.

Таблица 29 – Показатели ВСР в группах практически здоровых лиц и больных эпилепсией с различной результативностью деятельности после когнитивной нагрузки

Показатели	Здоровые люди			Группа пациентов 1			Группа пациентов 2			Н	р
	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ		
ЧСС, в мин	80	71	91	84	77	92	83	78	89	4,2	0,125
RMSSD, мс	32	18	48	22	13	34	19	11	26	18,1	0,001
СКО, мс	48	34	62	32	22	43	27	21	36	39,5	0,001
АМо, %	39	36	41	38	35	40	37	35	41	3,3	0,001
ИН, усл. ед.	128	68	303	283	140	633	415	209	736	33,9	0,001
TP, мс ²	2212	1073	4098	1073	496	1906	706	428	1201	40,5	0,001
HF, мс ²	656	178	1337	316	87	638	169	71	432	20,4	0,001
LF, мс ²	792	455	1436	338	157	715	242	132	426	44,9	0,001
VLF, мс ²	321	180	588	163	82	298	121	61	199	31,9	0,001

Примечание: усл. ед. – условные единицы

Достоверные различия между группами по большинству представленных показателей статистического анализа динамического ряда кардиоинтервалов, так и по показателям спектрального анализа сохраняются; при этом в группе 2 больных эпилепсией после нагрузки продолжает нарастать ИН регуляторных систем. Различия показателей между подгруппами больных эпилепсией достоверны как по показателям статистического анализа динамического ряда кардиоинтервалов (меньшие значения СКО и RMSSD и большие значения ИН в группе 2), так и по показателям спектрального анализа с меньшими значениями TP, HF, LF в группе 2 больных эпилепсией.

В группе практически здоровых лиц достоверных различий показателей ВСР после когнитивной нагрузки не определяется.

В таблице 30 представлены показатели ВСР в подгруппах во время гипервентиляции.

Таблица 30 – Показатели ВСР в группах практически здоровых лиц и больных эпилепсией с различной результативностью деятельности во время гипервентиляции

Показатели	Здоровые люди			Группа пациентов 1			Группа пациентов 2			Н	р
	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ		
ЧСС, в мин	91	82	103	91	83	101	90	82	96	1,3	0,513
RMSSD, мс	21	11	31	18	10	29	13	10	27	2,3	0,320
СКО, мс	36	26	45	29	23	38	27	22	35	10,6	0,005
AM0, %	39	37	42	38	35	41	38	35	42	2,9	0,230
SI, усл. ед.	290	173	609	368	213	752	460	264	686	5,4	0,067
TP, мс ²	827	479	1565	576	318	1056	508	304	869	10,2	0,006
HF, мс ²	141	53	388	130	54	229	89	45	251	2,1	0,345
LF, мс ²	279	162	443	194	75	334	150	88	251	15,0	0,001
VLF, мс ²	133	66	210	87	43	151	98	38	160	5,3	0,070

Примечание: усл. ед. – условные единицы

В таблице 31 представлены показатели ВСР в подгруппах после гипервентиляции.

Таблица 31 – Показатели ВСР в группах практически здоровых лиц и больных эпилепсией с различной результативностью деятельности после гипервентиляции

Показатели	Здоровые люди			Группа пациентов 1			Группа пациентов 2			Н	р
	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ		
ЧСС, в мин	81	73	89	83	79	92	85	76	89	4,5	0,102
RMSSD, мс	28	17	45	19	12	29	17	12	23	21,0	0,001
СКО, мс	48	33	57	34	27	44	28	22	36	35,7	0,001
АМО, %	38	36	41	37	35	41	37	35	40	2,2	0,334
ИН, усл. ед.	129	84	282	236	138	423	368	233	565	30,8	0,001
TP, мс ²	1754	846	2897	901	457	1627	677	434	1077	38,3	0,001
HF, мс ²	382	129	919	169	59	384	142	62	259	22,6	0,001
LF, мс ²	577	423	966	291	172	559	252	127	425	31,2	0,001
VLF, мс ²	259	155	451	169	85	268	123	81	173	7,7	0,021

Примечание: усл. ед. – условные единицы

Как следует из таблиц 30 и 31 достоверные различия между группами по большинству представленных показателей анализа динамического ряда кардиоинтервалов сохраняются во время гипервентиляции и после гипервентиляционной нагрузки. Во время гипервентиляции достоверно более высокий уровень ИН и низкое значение показателей СКО и данных спектрального анализа ВСР определяется в низко результативной группе больных эпилепсией. После гипервентиляционной нагрузки статистически достоверны различия по показателю СКО (ниже в группе 2 больных эпилепсией по сравнению с группой 1, $U=2254$, $p=0,009$), ИН регуляторных систем (выше в группе 2 больных эпилепсией, $U=2259$, $p=0,009$); также

определяется достоверно более низкий уровень LF и VLF в группе 2 больных эпилепсией.

Проводилось исследование показателей функции внешнего дыхания (ФВД) и показателей газового метаболизма, а также рассчитанных по уровню потребляемого кислорода энерготрат (на единицу массы тела) в группах исследуемых; в таблице 32 представлены данные показатели в исходном состоянии, во время и после функциональной нагрузки.

Таблица 32 – Показатели ФВД в группах практически здоровых лиц и больных эпилепсией

Показатели	Здоровые люди			Группа пациентов 1			Группа пациентов 2			Н	р
	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ		
<i>I</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>
Ve, л/мин, фон	9,3	7,9	10,5	8,7	7,5	10,0	9,8	8,0	10,7	3,3	0,196
ЧД, фон	14,9	12,9	17,1	15,2	12,9	17,3	16,6	13,4	18,6	4,4	0,110
VO ₂ , мл/мин фон	300	241	334	258	193	306	257	211	316	3,3	0,196
Е, кал/ мин/кг, фон	20	16	25	20	16	25	16	13	20	5,7	0,060
Ve, л/мин, когн	10,5	8,8	12,8	10,2	8,3	11,7	10,8	8,5	12,9	2,5	0,248
ЧД, когн	20	19	23	18,9	16,0	22,5	20,8	16,5	22,7	4,3	0,117

Продолжение таблицы 32											
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>
VO ₂ , мл/мин когн	294	226	359	274	226	335	279	227	343	1,3	0,523
Е, кал/ мин, когн	22	16	24	19	15	23	18	14	22	3,9	0,136
Ve, л/мин, после когн	8,7	7,6	10,2	8,1	7,0	9,8	9,1	7,7	11,1	6,3	0,046
ЧД, после когн	14,8	13,0	16,8	14,9	12,9	17,5	16,8	13,9	19,0	6,8	0,033
VO ₂ , мл/мин после когн	246	172	296	245	200	292	253	211	308	1,6	0,437
Е, кал/ мин/кг, после когн	16	11	20	17	14	20	16	14	19	1,2	0,542

Примечание: Е – энерготраты, Ve – объём выдоха, VO₂ – уровень кислорода, ЧД – частота дыхания; когн. – когнитивная нагрузка

Выявлены достоверные различия между группами по уровню частоты дыхания и объёма выдоха после когнитивной нагрузки, при этом данные показатели достоверно выше в группе 2 больных эпилепсией; различия между группами больных эпилепсией с различной результативностью

деятельности статистические достоверны для объёма выдоха: $U=1900$, $p=0,015$. В группе практически здоровых лиц также статистически достоверны различия уровня объёма выдоха после когнитивной нагрузки (в результативной группы $Me=8,9$, $LQ=8,0$; $UQ=10,4$; в низко результативной группе $Me=8,1$, $LQ=6,9$, $UQ=9,3$; $U=1900$, $p<0,015$).

Динамика показателей углекислоты в подгруппах в исходном состоянии, во время когнитивной нагрузки и после неё представлена в таблице 33.

Таблица 33 – Показатели углекислоты в выдыхаемом воздухе в группах исследуемых

Показатели	Здоровые			Группа пациентов 1			Группа пациентов 2			Н	р
	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ		
ЕТ CO ₂ , фон, %	5,3	5,1	5,6	5,3	4,6	5,7	5,4	4,9	5,8	1,5	0,484
ЕТ CO ₂ , когн, %	5,4	5,0	5,7	5,3	4,9	5,7	5,4	5,0	5,6	0,5	0,768
ЕТ CO ₂ , после когн, %	5,3	4,9	5,6	5,2	4,7	5,7	5,1	4,7	5,5	0,7	0,712

Примечание: ЕТ CO₂ – процентная концентрация углекислоты в выдыхаемом воздухе; когн. – когнитивная нагрузка

Достоверных различий между исследуемыми группами по данному показателю не выявлено.

Гипервентиляционная нагрузка приводит к увеличению частоты дыхания, объёма выдоха, энергозатрат и снижению уровня углекислоты в выдыхаемом воздухе во всех подгруппах; статистически достоверные различия между подгруппами отсутствуют.

Выявлены достоверные различия по уровню объёма выдоха и частоте дыхания между группами исследуемых после гипервентиляции; данные суммированы в таблице 34.

Таблица 34 – Показатели ФВД в группах практически здоровых лиц, больных эпилепсией с различной результативностью деятельности после гипервентиляции

Показатели	Здоровые			Группа пациентов 1			Группа пациентов 2			Н	р
	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ		
Ve, л/мин, после гипервентиляции	8,4	7,1	9,8	7,5	6,0	9,3	8,4	6,5	10,9	6,9	0,031
ЧД, после гипервентиляции	16,4	12,5	18,4	15,1	13,2	17,4	17,5	13,9	20,0	6,9	0,031

Примечание: Ve – объём выдоха, ЧД – частота дыхания

Показатели объёма выдоха достоверно различаются в группах 1 и 2 больных эпилепсией с преобладанием данных показателей в группе 2 (U=1981, p=0,028).

3.3. Психометрические показатели и характеристики качества жизни в группах исследуемых с различной результативностью деятельности

Показатели психологического тестирования позволили оценить особенности мотивационной, эмоциональной сферы, а также процессуальные характеристики деятельности в группах исследуемых.

В таблице 35 представлены характеристики структуры мотивов испытуемых по результатам теста Гербачевского (представлены отдельные показатели).

Таблица 35 – Показатели теста Гербачевского в группах практически здоровых лиц и больных эпилепсией

Показатели	Здоровые			Группа пациентов 1			Группа пациентов 2			H	p
	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ		
Мотив избегания	11	9	13	12	10	14	13	12	15	7,8	0,020
Оценка собственного потенциала	15	13	17	14	12	16	14	12	16	5,8	0,055
Внутренний мотив	17	14	18	14	12	17	16	12	17	8,6	0,014

Выявлено достоверно более высокое значение мотива избегания в группе больных эпилепсией, в этой же группе определяется более низкий уровень внутреннего мотива.

Для оценки особенностей мотивационной сферы при помощи проективного невербального теста было проведено исследование факторов и векторов влечений при помощи метода портретных выборов.

Осуществлялся отбор полных выборов (более 4 выборов портретов одной группы). В таблице 36 представлен процент полных выборов различных факторов в группах практически здоровых лиц, больных эпилепсией из группы 1 и группы 2; при этом следует отметить, что сумма полных выборов в подгруппах не должна составить 100%, поскольку возможны другие варианты выбора каждого из факторов.

Таблица 36 – Процент полных выборов факторов теста Сонди в группах практически здоровых лиц и больных эпилепсией с различной результативностью деятельности

Факторы	Здоровые	Группа пациентов 1	Группа пациентов 2
Н	7	6	12
S	15	15	16
Е	3	11	5
Ну	8	8	19
К	12	8	12
Р	18	4	9
D	10	6	10
М	20	22	19

Как следует из таблицы в группе практически здоровых лиц доминируют полные выборы факторов Р (паранойяльный) и М (маниакальный), в группе 1 больных эпилепсией доминирует фактор S (садизм-мазохизм), Е (эпилептоидный) и М; в группе 2 больных эпилепсией преобладает фактор Ну (истероидный) и М.

Проведены попарные сравнения частоты встречаемости факторов в подгруппах при помощи таблиц сопряжённости 2x2; выявлены достоверные различия между группами больных эпилепсией 1 и 2 по фактору Ну (преобладает в группе 2, значение критерия хи-квадрат=4,18, $p=0,042$), а также по фактору р между практически здоровыми лицами и группой 1 и 2 больных эпилепсией (преобладание в группе практически здоровых лиц; хи-квадрат=8,3, $p=0,040$ и хи-квадрат=4,5, $p=0,035$ соответственно); различия по фактору Е между практически здоровыми и больными эпилепсией группы 1 не достигли значимого уровня (хи-квадрат 3,29, $p=0,069$).

В таблице 37 представлены характеристики различных аспектов агрессии по результатам теста Басса-Дарки в группах практически здоровых

лиц и больных эпилепсией (представлены показатели с достоверными различиями между группами).

Таблица 37 – Показатели тестов Басса-Дарки в группах практически здоровых лиц и больных эпилепсией с различной результативностью деятельности

Показатели	Здоровые			Группа пациентов 1			Группа пациентов 2			N	p
	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ		
Предметная агрессия, баллы	3,0	2,0	4,0	2,5	1,0	3,0	3,0	2,0	4,0	6,2	0,045
Самоагрессия, баллы	4,0	3,0	5,0	3,0	2,0	5,0	4,0	3,0	6,0	7,2	0,027
Общая агрессия, баллы	16,5	14,0	19,0	13,0	10,0	18,0	15,0	11,0	19,0	6,0	0,049

Определяется меньший уровень предметной агрессии, самоагрессии и общей агрессии в результативной группе больных эпилепсией; при этом различия по данным показателями между группой 1 и 2 больных эпилепсией достоверны с преобладанием показателей в низко результативной группе пациентов: для предметной агрессии $U=935$, $p=0,049$; для самоагрессии $U=849$, $p=0,011$. Достоверных различий между группами практически здоровых лиц с различной результативностью по показателям теста Басса-Дарки не выявлено.

В таблице 38 представлены характеристики уровня тревожности и депрессии в группах исследуемых.

Таблица 38 – Показатели тревожности, уровня депрессии в группах практически здоровых лиц и больных эпилепсией с различной результативностью деятельности

Показатели	Здоровые			Группа пациентов 1			Группа пациентов 2			Н	р
	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ		
СТ Спилбергер-Ханин, баллы	35	26	43	40	35	47	41	33	47	8,6	0,014
ЛТ Спилбергер-Ханин, баллы	45	38	49	42	35	48	46	38	51	0,9	0,637
Тревожность по Тейлор, баллы	20	13	24	17	12	23	21	13	28	2,9	0,235
Когнитивный компонент депрессии (Бек), баллы	5	1	9	5	1	11	5	0	12	0,2	0,883
Соматический компонент депрессии (Бек), баллы	2	0	4	2	0	6	6	0	9	6,7	0,035
Общий балл (Бек), баллы	7	1	13	7	2	15	11	1	22	1,7	0,418

Примечание: СТ – ситуативная тревожность, ЛТ – личностная тревожность

Выявлены достоверные различия между группами по показателю ситуативной тревожности Спилбергера-Ханина и соматическому компоненту

депрессии шкалы Бека с преобладанием данных характеристик в группе больных эпилепсией.

Достоверных различий показателей между группами пациентов с эпилепсией с различной результативностью деятельности не выявлено. Также отсутствуют достоверные различия по данным показателям между группами практически здоровых лиц с различной результативностью деятельности.

В таблице 39 представлены характеристики теста Айзенка EPQ в группах исследуемых.

Таблица 39 – Характеристики теста EPQ в группе практически здоровых лиц и больных эпилепсией с различной результативностью деятельности

Показатели	Здоровые			Группа пациентов 1			Группа пациентов 2			H	p
	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ		
Экстраверсия-интроверсия, баллы	16	12	19	13	10	17	13	10	15	7,4	0,025
Нейротизм, баллы	14	9	17	11	8	17	14	10	16	2,0	0,360
Психотизм, баллы	4	2	7	4	3	6	4	3	6	0,7	0,714

Определяются достоверные различия по уровню экстраверсии-интроверсии с более выраженной интроверсией в группе больных эпилепсией. Достоверных различий по показателям экстраверсии-интроверсии, нейротизма, психотизма между группами практически здоровых лиц не выявлено.

В таблице 40 представлены характеристики теста Русалова (ОСТ) в группах практически здоровых лиц и больных эпилепсией с различной результативностью деятельности.

Таблица 40 – Показатели теста Русалова (общая структура темперамента) в группах исследуемых

Показатели	Здоровые			Группа пациентов 1			Группа пациентов 2			Н	Р
	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ		
Предметная эргичность, баллы	7	5	10	6	4	8	5	3	7	7,7	0,022
Социальная эргичность, баллы	8	5	10	7	4	10	7	5	9	1,5	0,468
Пластичность, баллы	8	5	10	6	4	8	6	3	9	6,6	0,037
Социальная пластичность, баллы	6	4	9	5	3	6	6	4	8	6,4	0,041
Темп, баллы	10	7	11	7	4	10	6	3	9	10,3	0,006
Социальный темп, баллы	9	7	10	7	5	10	6	4	7	13,3	0,001
Эмоциональность, баллы	6	2	10	5	2	9	5	2	9	1,3	0,521
Социальная эмоциональность, баллы	5	4	9	6	4	8	6	4	9	0,2	0,927

Определяются достоверно более низкие показатели поведенческих характеристик предметной эргичности, пластичности, социальной пластичности, темпа и социального темпа в группе больных эпилепсией. Достоверных различий между группами больных эпилепсией с различной результативностью деятельности не выявлено. Также отсутствуют достоверные различия между группами 1 и 2 практически здоровых лиц по данным показателям.

Выявлен достоверно более низкий уровень показателей теста Дженкинса в группе практически здоровых лиц, что соответствует в большей степени типу поведения А (таблица 41).

Таблица 41 – Показатели теста Дженкинса в группах испытуемых

Показатели	Здоровые			Группа пациентов 1			Группа пациентов 2			Н	Р
	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ		
Тест Дженкинса	99	93	117	129	111	141	129	117	147	22,7	0,001

Проводилось исследование качества жизни в группах для изучения уровня социальной адаптации.

В таблице 42 представлены показатели опросника SF-36 в подгруппах. В таблице представлена шкала RP, которая была использована для балльной оценки при разделении пациентов на подгруппы методом кластерного анализа.

Таблица 42 – Показатели опросника SF-36 в группах практически здоровых лиц и больных эпилепсией

Показатели	Здоровые			Группа пациентов 1			Группа пациентов 2			Н	р
	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ		
GH	72	56	87	55	43	74	46	30	62	15,8	0,001
VT	60	43	70	60	50	70	60	45	70	0,6	0,756
BP	84	61	100	80	51	100	64	41	100	3,3	0,196
PF	100	95	100	95	85	100	85	70	95	18,9	0,001
RP	75	25	100	75	25	100	50	0	100	2,6	0,271
MH	60	44	72	62	52	72	56	44	72	1,8	0,402
RE	67	17	100	67	33	100	33	0	100	1,8	0,400
SF	88	63	100	75	63	100	63	50	88	5,8	0,055

Выявлены достоверные различия между группами исследуемых по общему уровню здоровья, показателям физического функционирования с меньшим уровнем данных показателей в группе больных эпилепсией.

Определяются достоверные различия между группами больных эпилепсией с различной результативностью деятельности по общему уровню здоровья ($U=880$; $p=0,049$) и показателю физического функционирования ($U=871$; $p=0,017$), оба показателя ниже в группе больных эпилепсией с низкой результативностью деятельности. Достоверных различий между группами практически здоровых лиц с различной результативностью деятельности по показателям теста SF-36 не выявлено.

В таблице 43 представлены показатели краткого опросника ВОЗ для оценки качества жизни в группах исследуемых.

Таблица 43 – Показатели краткого опросника ВОЗ для оценки качества жизни в группах исследуемых

Показатели	Здоровые			Эпилепсия 1			Эпилепсия 2			Н	Р
	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ		
Физическое здоровье	44	38	50	44	44	56	44	31	56	3,7	0,154
Самовосприятие	56	44	69	56	44	69	50	25	63	2,9	0,227
Микросоциальное окружение	75	56	81	69	56	81	56	38	69	9,3	0,010
Окружающая среда	63	56	75	63	56	75	60	47	69	1,5	0,466

Определяются достоверные различия между группами по характеристикам сферы 3 (микросоциальное окружение) с наименьшими значениями показателей в группе 2 больных эпилепсией. Различия по характеристикам данной сферы достоверны между группами больных с различной результативностью деятельности ($U=518$; $p=0,005$).

Интересно, что в группе практически здоровых лиц более низкие значения балльной оценки определяются по показателям сферы 2

(самовосприятие) в низко результативной группе: в результативной группе Me=63 балла, LQ=53 балла; UQ=78 балла; в низко результативной группе Me=50 баллов; LQ=25 баллов; UQ=56 баллов.

В таблице 44 представлены характеристики качества жизни по данным опросника QOLIE-31 в группах пациентов с эпилепсией (группа практически здоровых лиц не исследовалась, поскольку опросник носит тематический характер).

Таблица 44 – Показатели краткого опросника QOLIE-31 для оценки качества жизни в группах пациентов с эпилепсией

Показатели	Пациенты с эпилепсией ¹			Пациенты с эпилепсией ²			U	P
	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ		
Субъективное отношение к приступам	43,3	23,3	69,0	35,3	14,0	70,0	958	0,298
Общее качество жизни	67,5	52,5	77,5	60,0	42,5	72,5	933	0,187
Эмоциональное благополучие	72,0	56,0	80,0	64,0	48,0	80,0	1016	0,470
Энергичность/усталость	65,0	50,0	77,5	60,0	40,0	75,0	987	0,352
Когнитивные функции	75,0	56,1	88,9	54,5	40,0	86,7	837	0,055
Влияние противосудорожных препаратов	66,7	41,7	77,8	44,4	16,7	77,8	835	0,053
Социальное функционирование	77,0	55,0	95,0	48,0	40,0	75,0	698	0,003

Определяется более низкий уровень показателей в группе 2 больных эпилепсией, при этом статистически достоверные различия определяются по шкале социального функционирования, что было отражено в критериях балльной оценки уровня социальной адаптации.

Выявлены достоверные различия между группами исследуемых практически здоровых лиц и больных эпилепсией с различной результативностью деятельности, как по комплексу физиологических показателей, так и по психометрическим характеристикам и показателям качества жизни. Особенности взаимоотношения данных показателей в группах исследуемых посвящён следующий раздел.

3.2. Внутрисистемные взаимоотношения в группах исследуемых

Для оценки особенностей внутрисистемных взаимоотношений в группах исследуемых в исходном состоянии, предшествующем моделируемой целенаправленной деятельности, проводился анализ парных линейных корреляций физиологических показателей. В таблице 45 представлены корреляции между физиологическими показателями в группе практически здоровых лиц в исходном состоянии

Таблица 45 - Корреляции между физиологическими показателями в группе практически здоровых лиц в исходном состоянии

№	Показатель	Rs	p	№	Показатель	Rs	p
1	2	3	4	5	6	7	8
Корреляции показателей ЭЭГ и ВП							
1	М тета F3 – А N75P100 ЗВП Oz	0,372	0,024	5	КК КФ P33O1 – А N75P100 ЗВП Oz	-0,505	0,002
2	М альфа O1 – А N145P200 ЗВП Oz	-0,335	0,042	6	КК КФ P3O1 – А P100N145 ЗВП Oz	-0,366	0,031
3	М бета-1 F3 – Л P200 Oz	-0,406	0,011	7	Ч КФ F3-C3 – А N145P200 ЗВП Oz	0,367	0,030
4	Ч альфа O1 – Л N1 СВП Cz	0,408	0,009	8	КК КФ P3O1 – Л N2 Cz СВП	-0,300	0,026
Корреляции показателей ЭЭГ и характеристик деятельности моторных систем							
1	М бета-1 F3 – межударный интервал ТТ	0,286	0,048	3	Ч КФ F3C3 – П F-ответа	-0,403	0,009
2	КК КФ P3O1 – межударный интервал ТТ	0,355	0,016	-	-	-	-

Продолжение таблицы 45							
1	2	3	4	5	6	7	8
Корреляция показателей ЭЭГ и характеристик вегетативного обеспечения деятельности							
1	КК КФ F3F4 – частота дыхания	0,308	0,035	2	М альфа O1 – ET CO ₂	-0,352	0,013
Корреляции показателей ВП и показателей деятельности моторных систем							
1	Л P100 ЗВП Oz – Л F-ответа	-0,411	0,012	3	А P2N2 P300 вCz – П F-ответа	-0,467	0,003
2	Л N1 СВП Cz - межударный интервал ТТ	0,394	0,021		-	-	-
Корреляция показателей ВП и показателей вегетативного обеспечения деятельности							
1	Л N1 СВП Cz – СКО ВСР	0,342	0,030	3	Л N1 СВП Cz – LF ВСР	0,375	0,016
2	Л N1 СВП Cz – HF ВСР	0,344	0,030	4	Л N2 P300 Cz – HF ВСР	0,272	0,045
Корреляция показателей деятельности моторных систем и характеристик вегетативного обеспечения деятельности							
1	А УНВ Cz – ET CO ₂	0,339	0,037	2	А УНВ Cz – частота дыхания	-0,365	0,024

Примечание: М – мощность, Ч – частота, КК – коэффициент кросскорреляции, КФ – кросскорреляционная функция ЭЭГ, тета – тета-колебания ЭЭГ, альфа – альфа-колебания ЭЭГ, бета-1 – бета-1 колебания ЭЭГ; А – амплитуда, Л – латентность, П – площадь, ТТ – теппинг-тест, ET CO₂ – уровень углекислоты в выдыхаемом воздухе

При графическом изображении парных линейных корреляций в виде корреляционных плеяд предложена упрощённая схема: в виде узлов представлены комплексы характеристик различных физиологических функций, число достоверных корреляционных взаимосвязей отражено в виде толщины линий, сплошными линиями отражены положительные корреляции, штриховыми – отрицательные корреляции. Из графических моделей внутрисистемных взаимоотношений физиологических показателей исключены линейные корреляции одинаковые в группах (например, корреляции показателей спектрального анализа ЭЭГ и показателей кросскорреляционной функции ЭЭГ, спектрального анализа ВСР и статистического анализа динамического ряда R-R интервалов ВСР). На рисунке 3 представлены корреляционные плеяды взаимоотношения физиологических показателей в группе практически здоровых лиц в исходном состоянии.

На рисунках 3, 4, 5 приняты следующие обозначения показателей: Ампл P300 – амплитудные характеристики компонентов N2 и P3 когнитивного ВП P300, Лат P300 – показатели латентности когнитивного ВП P300, УНВ – амплитудные характеристики УНВ, F-ответ – показатели F-ответа, Психомот – показатели психомоторного тестирования, Ампл. ВП – амплитудные характеристики ВП различной модальности, Лат ВП – показатели латентности ВП различной модальности, Мощн ЭЭГ – показатели мощности спектральных диапазонов ЭЭГ, Част ЭЭГ – показатели средней частоты спектральных диапазонов ЭЭГ, межпол корр – показатели межполушарных корреляций ЭЭГ, внутрипол корр. – показатели внутрислошарных корреляций ЭЭГ, ВСР спектр – спектральные характеристики ВСР, ВСР стат – статистические характеристики динамического ряда кардиоинтервалов, ФВД – показатели функции внешнего дыхания.

У практически здоровых лиц в исходном состоянии определяется умеренное число парных линейных корреляций между различными группами

физиологических показателей, при этом их распределение относительно равномерно.

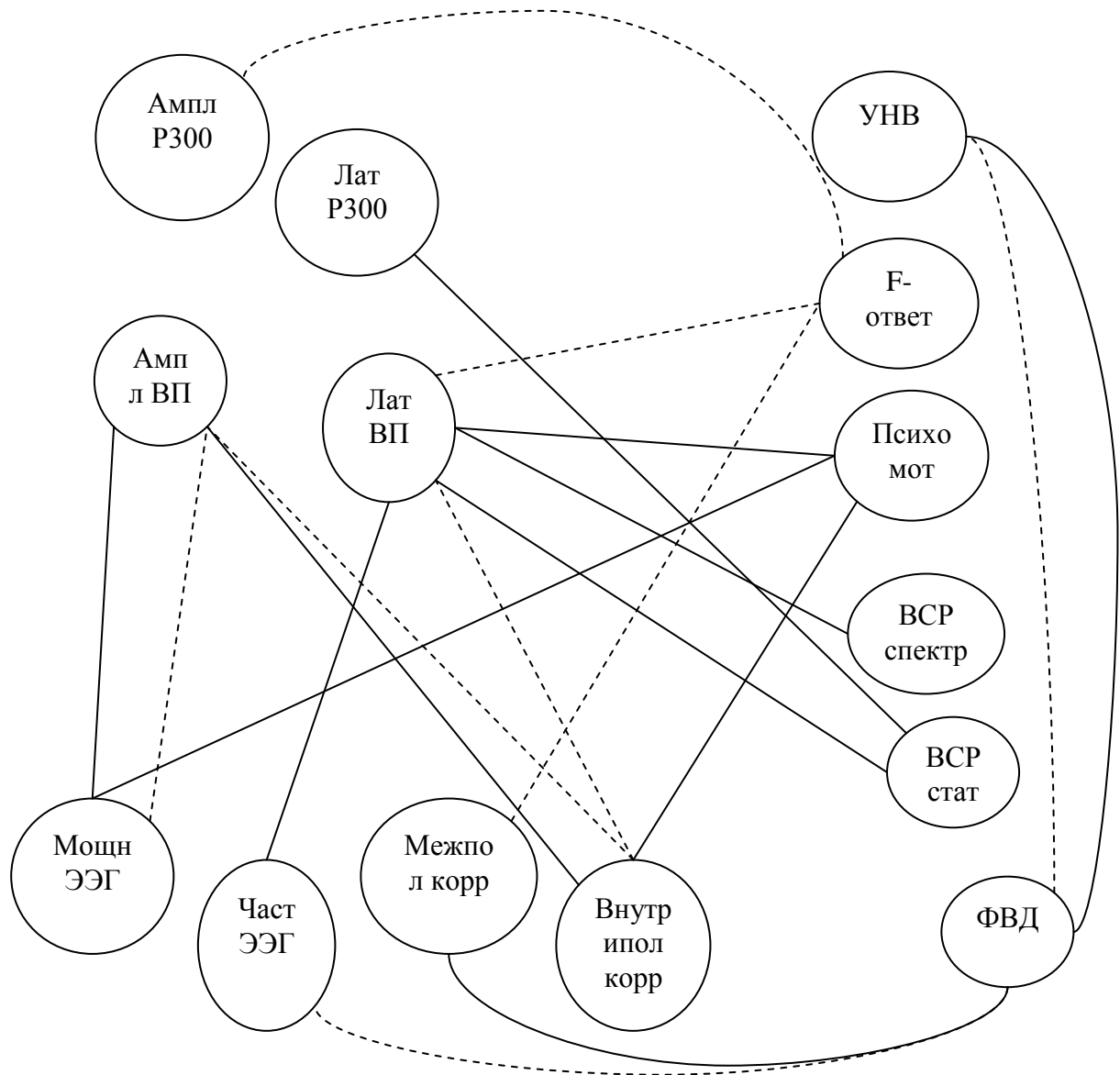


Рисунок 3 - Графическое изображение корреляций физиологических показателей в группе практически здоровых лиц в исходном состоянии

Примечание: сплошные линии – положительные корреляции, прерывистые линии – отрицательные корреляции

В таблице 46 представлены показатели парных линейных корреляций в группе 1 больных эпилепсией в исходном состоянии.

Таблица 46 – Парные линейные корреляции между физиологическими показателями в группе 1 больных эпилепсией в исходном состоянии

№	Показатель	R	p	№	Показатель	R	p
1	2	3	4	5	6	7	8
Корреляции показателей ЭЭГ - ВП							
1	М тета F3 – Л N2 СВП Cz	-0,234	0,023	11	КК F3C3 – Л P100 ЗВП Oz	0,235	0,031
2	М альфа O1 – A N1P2 СВП Cz	0,245	0,017	12	КК F3F4 – Л P2 СВП Cz	-0,260	0,013
3	Ч альфа O1 – Л P200 ЗВП Oz	-0,207	0,044	13	КК O1-O2 – Л P2 СВП Cz	-0,328	0,001
4	М альфа O1 – Л N2 СВП Cz	-0,211	0,041	14	КК O1-O2 – Л N2 СВП Cz	-0,238	0,023
5	Ч альфа O1 – Л N1 СВП Cz	-0,248	0,016	15	Ч КФ F3F4 – Л N1 СВП Cz	-0,213	0,042
6	М бета-1 F3- Л N1 Cz	-0,331	0,001	16	Ч КФ F3F4 - Л N2 СВП Cz	0,227	0,031
7	М тета F3 – А P2N2 СВП Cz	0,242	0,019	17	Ч КФ O1O2 – Л N2 СВП Cz	0,278	0,008
8	Ч альфа O1 – Л N2 P300 Cz	-0,271	0,008	18	Ч КФ O1O2 – Л N2 СВП Cz	-0,247	0,024
9	Ч альфа O1 – Л P3 P300 Cz	-0,294	0,004	19	Ч КФ F3C3 – Л N2 СВП Cz	0,238	0,029
10	Ч КФ F3C3 – Л N2 СВП Cz	0,227	0,038	20	Ч КФ P3O1 – Л P3 P300 Cz	-0,233	0,033
Корреляции показателей ЭЭГ и характеристик деятельности моторных систем							
1	М тета F3 – время ПЗМР	0,216	0,039	6	М бета-1 F3 – Л F-ответа	-0,259	0,013

Продолжение таблицы 46							
1	2	3	4	5	6	7	8
2	Ч альфа O1- интервал ТТ	-0,322	0,001	7	Ч КФ F3F4 – время ПЗМР	-0,225	0,033
3	Ч тета F3- интервал ТТ	0,231	0,030	8	Ч КФ O1O2 – время ПЗМР	-0,264	0,012
4	Ч альфа O1 – время ПЗМР	-0,216	0,039	9	Ч КФ P3O1- время ПЗМР	-0,228	0,035
5	Ч альфа- колебаний O1 – П F ответа	-0,252	0,015	10	Ч КФ O1O2- П F-ответа	-0,209	0,047
Корреляция ЭЭГ показателей и характеристик вегетативного обеспечения деятельности							
1	М бета-1 F3 – LF BCP	-0,223	0,026	6	КК F3F4- СКО BCP	0,203	0,043
2	М тета F3 – ET CO2	0,202	0,046	7	КК F3F4 – ИН BCP	-0,297	0,048
3	Ч альфа O1 – объём выдоха	0,213	0,041	8	КК F3F4 – HF BCP	0,274	0,006
4	М бета-1 F3- уровень кислорода	-0,221	0,035	9	КК F3F4 – объём выдоха	-0,249	0,017
5	Ч бета-1 F3 – ET CO ₂	-0,204	0,044	10	КК O1O22 – СКО BCP	0,245	0,014
Корреляции показателей ВП и показателей деятельности моторных систем							
1	Л P200 ЗВП в Oz – интервал ТТ	0,214	0,047	4	Л N2 СВП Cz П F-ответа	-0,230	0,030

Продолжение таблицы 46							
1	2	3	4	5	6	7	8
2	А N1P2 СВП Cz – П F-ответа	-0,272	0,011	5	Л N2 P300 Cz-П Fответа	0,306	0,004
3	А P2N2 СВП Cz – П F-ответа	-0,276	0,009	6	Л P3 P300 Cz - интервал ТТ	0,225	0,039
Корреляция показателей ВП и показателей вегетативного обеспечения деятельности							
1	А N1P2 СВП Cz – ИН ВСР	0,342	0,030	3	Л P2 СВП Cz – HF ВСР	0,375	0,016
2	А P2N2 СВП Cz – объём выдоха	0,344	0,030	4	Л N2 P300 Cz – HF ВСР	0,272	0,045
Корреляция показателей деятельности моторных систем и характеристик вегетативного обеспечения деятельности							
1	Время ПЗМР – объём кислорода	-0,232	0,033	4	Интервал ТТ – объём кислорода	-0,221	0,005
2	Время ПЗМР – дыхательный объём	-0,363	0,001	5	Интервал ТТ - дыхательный объём	-0,231	0,036
3	Время РР - частота дыхания	-0,245	0,020	6	Л F-ответа – HF ВСР	-0,219	0,035

Примечание: М – мощность, Ч – частота, КК – коэффициент кросскорреляции, КФ – кросскорреляционная функция, тета – тета-колебания ЭЭГ, альфа- альфа-колебания ЭЭГ, бета-1 – бета-1 колебания ЭЭГ; А – амплитуда, Л – латентность, П – площадь, ТТ – теппинг-тест, ЕТ CO₂ – уровень углекислоты в выдыхаемом воздухе, ПЗМР – простая зрительно-моторная реакция, РР – реакция различения

Графическое изображение парных линейных корреляций в группе 1 больных эпилепсией представлено на рисунке 4.

В таблице 47 представлены характеристики парных линейных корреляций физиологических показателей в группе 2 больных эпилепсией.

Таблица 47 - Парные линейные корреляции между физиологическими показателями в группе 2 больных эпилепсией в исходном состоянии

№	Показатель	Rs	p	№	Показатель	Rs	p
1	2	3	4	5	6	7	8
Корреляции показателей ЭЭГ – ВП							
1	Ч тета F3- А N145P200 ЗВП Oz	0,264	0,047	10	М альфа O1 – А N2P3 P300 Cz	0,271	0,043
2	Ч альфа O1 – А N145P200 ЗВП Oz	-0,267	0,044	11	КК O1O2 – Л P100 Oz ЗВП	-0,286	0,032
3	М бета-1 F3- Л N145 ЗВП Oz	-0,262	0,048	12	КК O1-O2 – Л N2 СВП Cz	-0,345	0,009
4	М альфа O1 – А N1P2 СВП Cz	0,336	0,011	13	Ч КФ F3F4 – Л N1 СВП Cz	0,276	0,039
5	М тета F3 – А P2N2 СВП Cz	0,314	0,002	14	КК O1O2– А N2P3 P300 Cz	0,356	0,001
6	Ч тета F3- Л N2 P300 Cz	-0,288	0,032	15	Ч КФ O1O2 – А N2P3 Cz	-0,339	0,011
7	М тета F3 – P2N2 P300 Cz	0,349	0,008	16	КК F3C3- Л P3 P300 Cz	-0,287	0,034
8	М тета F3- N2P3 P300 Cz	0,304	0,023	17	Ч КФ O1O2 – Л N2 СВП Cz	-0,336	0,013
9	М бета-1 F3 – P2N2 P300 Cz	0,348	0,008	-	-	-	-

Продолжение таблицы 47							
1	2	3	4	5	6	7	8
Корреляции показателей ЭЭГ и характеристик деятельности моторных систем							
1	М тета F3 – интервал ТТ	0,399	0,007	7	Ч бета-1 F3 – F/M F-ответа	-0,277	0,047
2	Ч КФ O1O2 – интервал ТТ	-0,322	0,033	8	М тета F3- интервал ТТ	0,303	0,047
3	КК F3C3 – время PP	-0,326	0,035	9	Ч КФ P3O1- интервал ТТ	-0,315	0,037
4	М альфа O1 – Л F-ответ	-0,396	0,005	10	КК P3O1- A F-ответа	-0,334	0,015
5	Ч бета-1 F3 – интервал ТТ	-0,356	0,016	11	Ч КФ F3C3- интервал ТТ	-0,331	0,030
6	Ч бета-1 F3- П F-ответ	0,289	0,043	12	М бета-1 F3- F/M F-ответ	-0,209	0,047
Корреляция ЭЭГ показателей и характеристик вегетативного обеспечения деятельности							
1	Ч тета F3 – VLF BCP	-0,361	0,014	6	Ч КФ F3C3- СКО BCP	-0,303	-0,021
2	КК O1O2 –Объём кислорода	-0,315	0,019	7	Ч КФ P3O1- ИH BCP	0,265	0,044
3	ККО1O2 – объём выдоха	-0,428	0,001	8	Ч КФ P3O1- HF BCP	-0,261	0,048
4	КК F3C3- частота дыхания	-0,296	0,032	9	Ч КФ P3O1- LF BCP	-0,261	0,047
5	КК F3C3 – СКО BCP	0,275	0,036	10	Ч КФ F3C3- ИH BCP	0,279	0,034

Продолжение таблицы 47							
1	2	3	4	5	6	7	8
Корреляции показателей ВП и показателей деятельности моторных систем							
1	Л N75 ЗВП Oz - время ПЗМР	0,443	0,001	7	А N2P3 P300 Cz - время РР	-0,314	0,045
2	А N145P200 – время ПЗМР	-0,337	0,017	8	Л N75 Oz – Л F-ответа	0,346	0,013
3	Л N2 СВП Cz – время РР	-0,316	0,041	9	Л P100 ЗВП Oz- А F-ответа	0,336	0,017
4	Л N2 P300 Cz – время ПЗМР	0,296	0,041	10	Л N145 ЗВП Oz-амплитуда F-ответа	0,311	0,026
5	Л P3 P300 Cz- время РР	0,553	0,001	11	Л P3 P300 Cz- время РР	0,399	0,011
6	А УНВ- время ПЗМР	-0,323	0,026	12	-	-	-
Корреляция показателей ВП и показателей вегетативного обеспечения деятельности							
1	Л P200 ЗВП Oz- уровень кислорода	-0,281	0,043	3	Л N2 СВП Cz - объём выдоха	0,303	0,028
2	А N75P100 - ЕТ CO2	0,366	0,008	4	Л N2 P300 Cz - LF BCP	0,393	0,002
Корреляция показателей деятельности моторных систем и характеристик вегетативного обеспечения деятельности							
1	Междударный интервал ТТ – СКО BCP	0,329	0,029	4	Междударный интервал ТТ – LF BCP	-0,276	0,048

Продолжение таблицы 47							
1	2	3	4	5	6	7	8
2	Междарный интервал ТТ – ИН ВСР	-0,256	0,043	5	Время ПЗМР – HF ВСР	-0,237	0,048
3	Междарный интервал ТТ – HF ВСР	0,318	0,035	6	Интервал ТТ – уровень кислорода	-0,262	0,048

Примечание: М – мощность, Ч – частота, КК – коэффициент кросскорреляции, КФ – кросскорреляционная функция, тета – тета-колебания ЭЭГ, альфа- альфа-колебания ЭЭГ, бета-1 – бета-1 колебания ЭЭГ; А – амплитуда, Л – латентность, П – площадь, ТТ – теппинг-тест, ЕТ СО₂ – уровень углекислоты в выдыхаемом воздухе, ПЗМР – простая зрительно-моторная реакция, РР – реакция различения

На рисунке 5 представлено графическое изображение особенностей внутрисистемных отношений в группе 2 больных эпилепсией.

В группе 2 больных эпилепсией определяется ещё большее увеличение числа парных линейных корреляций между исследуемыми физиологическими показателями.

В группе практически здоровых лиц описано 22 статистически достоверных парных линейных корреляции между анализируемыми физиологическими показателями в исходном состоянии; в группе 1 больных эпилепсией - 56, в группе 2 больных эпилепсией – 61, то есть определяется увеличение числа парных линейных корреляций между физиологическими показателями в группе больных эпилепсией по сравнению с практически

здоровыми людьми с максимальным их числом в низко результативной группе больных.

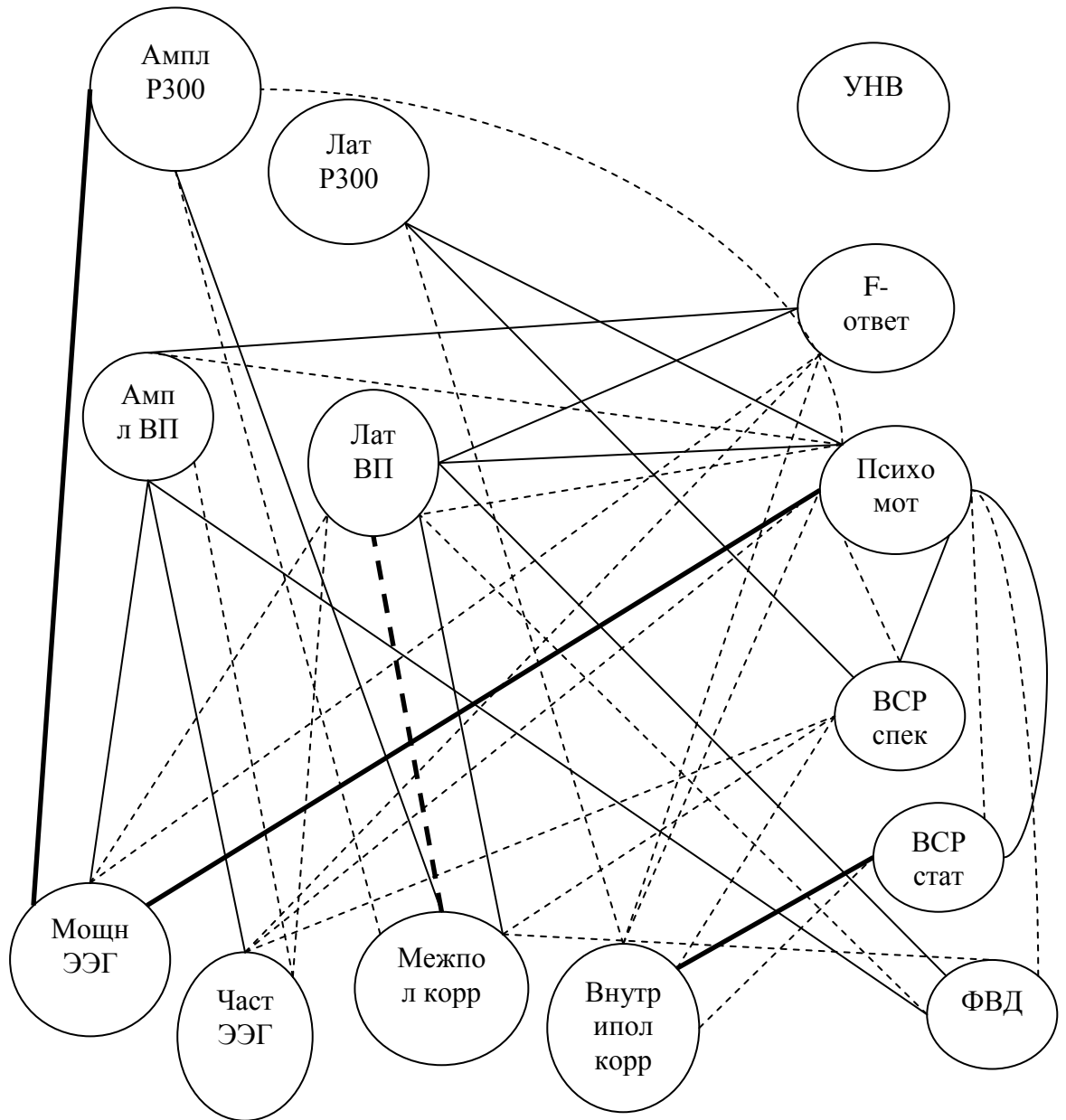


Рисунок 5 - Графическое изображение корреляций физиологических показателей в группе 2 больных эпилепсией в исходном состоянии

Проводился факторный анализ корреляционных матриц исследуемых параметров. Выделение числа факторов, объясняющих дисперсию, определялось по проценту объяснённой дисперсии более 10%. Использовался метод вращения «варимакс».

В таблице 48 представлены выделенные факторы и факторные нагрузки для показателей в группе практически здоровых лиц. При описании корреляции параметров в группе практически здоровых лиц выделено 6 факторов, связанных с показателями когнитивного ВП Р300, межполушарной корреляции ЭЭГ, амплитуды зрительных ВП, характеристиками F-ответа, показателями латентности зрительного ВП и характеристиками ВСП соответственно.

Таблица 48 - Факторы и факторные нагрузки в группе здоровых лиц

Фактор 1		Фактор 2		Фактор 3		Фактор 4		Фактор 5		Фактор 6	
A P2N2 P300 Cz	0,848	КК F3F4	0,852	A N75 P100 ЗВП	0,838	A F ответ	-0,896	Л N75 ЗВП	-0,755	СКО ВСП	0,768
A N2P3 P300 Cz	0,784	КК O1O2	0,934	AP100 N145 ЗВП	0,745	F/M F ответ	-0,719	Л P100 ЗВП	-0,757	HF ВСП	0,775

Примечание: А – амплитуда, Л – латентность, КК – коэффициент корреляции кросскорреляционной функции ЭЭГ, ЗВП – зрительный ВП

В группе 1 пациентов с эпилепсией число факторов, описывающих взаимоотношение параметров, ограничено 5 (таблица 49). При уменьшении числа факторов по сравнению с группой практически здоровых лиц, определяется увеличение числа переменных, которые нагружают фактор 1 и 2. При этом фактор 1 коррелирует с показателями ВСП, фактор 2 с показателями F-ответа, фактор 3 с амплитудными характеристиками зрительных ВП, фактор 4 нагружает коэффициент кросскорреляции ЭЭГ сигнала, фактор 5 связан с показателями латентности зрительных ВП.

Таблица 49 – Факторы и факторные нагрузки физиологических показателей в группе 1 больных эпилепсией

Фактор 1		Фактор 2		Фактор 3		Фактор 4		Фактор 5	
СКО BCP	-0,941	A F- ответа	0,865	A N75 P100 ЗВП	0,838	КК F3F4	0,752	Л N75 ЗВП	- 0,807
HF BCP	-0,786	П F- ответа	0,802	A P100 N145 ЗВП	0,745	КК O1O2	0,755	Л P100 ЗВП	- 0,768
LF BCP	-0,848	F/M	0,791	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет

Примечание: А – амплитуда, Л – латентность, КК – коэффициент кросскорреляции, ЗВП – зрительный ВП

В таблице 50 представлены факторы и факторные нагрузки в группе 2 больных эпилепсией.

Таблица 50 – Факторы и факторные нагрузки физиологических показателей в группе 2 больных эпилепсией

Фактор 1		Фактор 2		Фактор 3		Фактор 4	
СКО BCP	-0,930	A F ответа	0,735	Л N2 P300	0,741	КК F3F4	-0,896
HF BCP	-0,853	F/M	0,817	Л P3 P300	0,704	КК O1O2	-0,832
LF BCP	-0,811	Л F ответа	0,701	A P2N2 P300	-0,709	Нет	Нет
Нет	Нет	Л N75 ЗВП	0,705	A N2P3 P300	0,705	Нет	Нет

А – амплитуда, Л – латентность, КК – коэффициент кросскорреляции, ЗВП – зрительный вызванный потенциал

Выделено 4 фактора, описывающих взаимосвязи параметров в данной группе больных эпилепсией. Обращает на себя внимание, что факторы в данной группе нагружают большее число показателей, в том числе, характеризующих различные физиологические механизмы (показатели F-ответа и зрительных ВП для фактора 2).

Предложены графические модели, где физиологические показатели, коррелирующие с одним фактором, объединены в виде группы. Графическая модель показателей, коррелирующих с факторами, для практически здоровых лиц представлена на рисунке 6. Графические модели демонстрируют большее число факторов, нагружающих физиологические показатели в данной группе.

На рисунках 6, 7, 8 приняты следующие обозначения: N 75 ЗВП – латентность компонента N75 зрительного ВП, P100 ЗВП – латентность компонента P100 зрительного ВП, N75P100 ЗВП – межпиковая амплитуда N75-P100 зрительного ВП, P100N145 ЗВП – межпиковая амплитуда P100N145 зрительного ВП, P2N2 – межпиковая амплитуда P2N2 P300, N2P3 – межпиковая амплитуда N2P3 P300, F3-F4 – коэффициент кросскорреляционной функции ЭЭГ F3-F4, O1-O2 – коэффициент кросскорреляционной функции ЭЭГ O1-O2, Ампл – амплитуда, Площ – площадь, Лат – латентность, Ф – фактор с обозначением его номера.

На рисунке 7 представлены графические модели факторов и факторных нагрузок в группе 1 больных эпилепсией, определяется меньшее число факторов и увеличение числа нагружаемых факторами физиологических показателей.

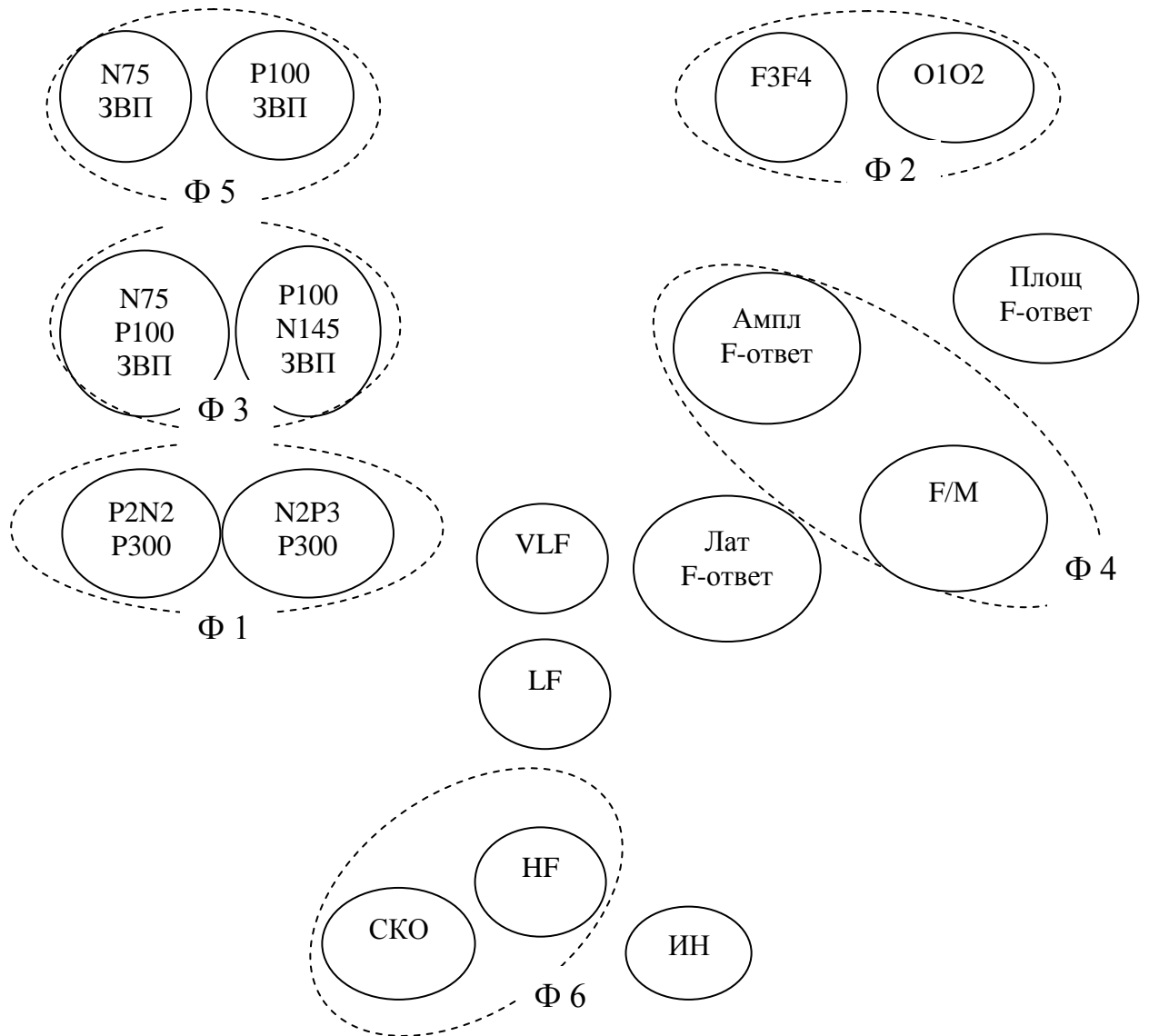


Рисунок 6 – Графическая модель физиологических показателей, коррелирующих с факторами, в группе практически здоровых лиц

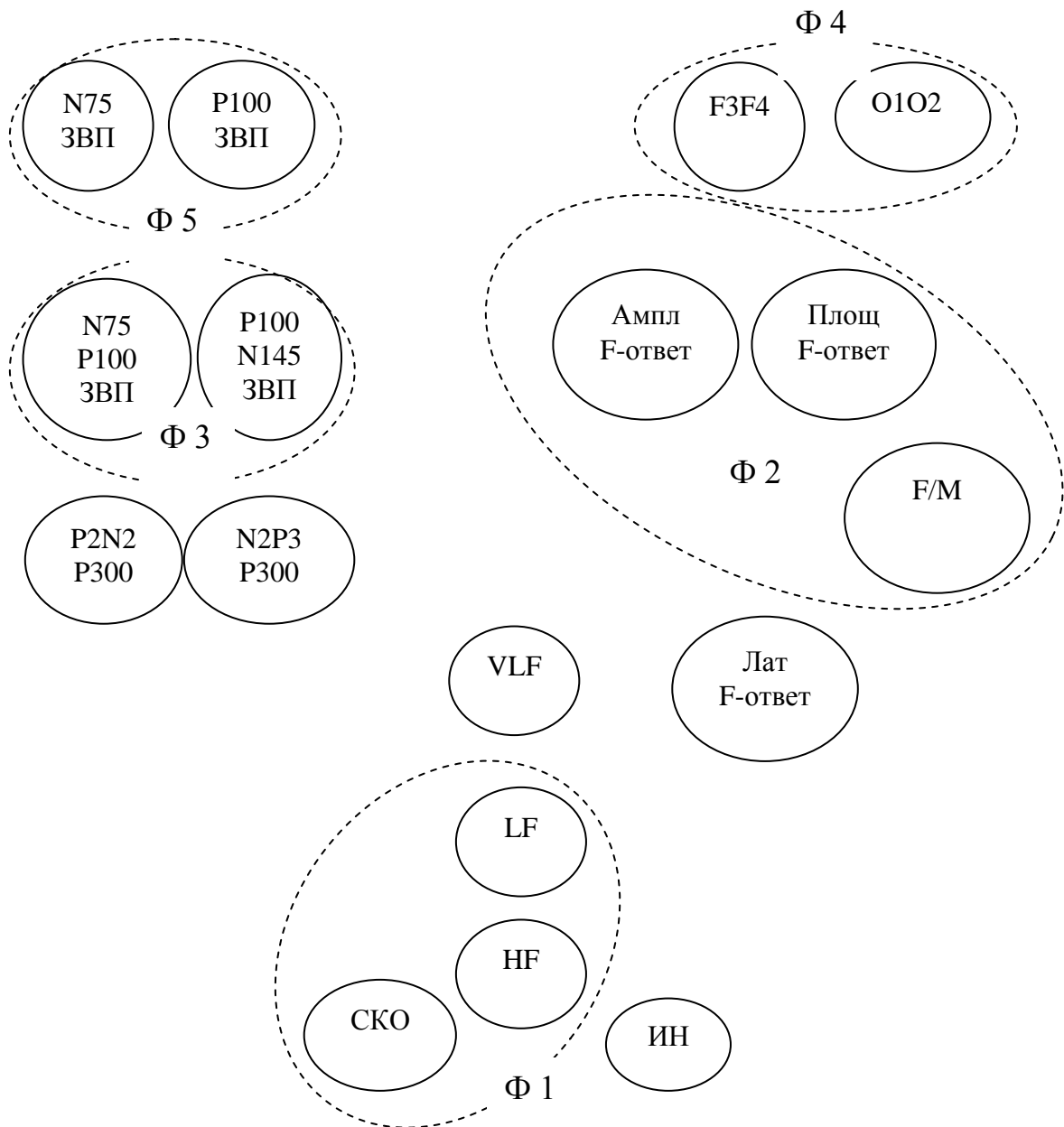


Рисунок 7 – Графическая модель физиологических показателей, коррелирующих с факторами в группе 1 больных эпилепсией

На рисунке 8 продемонстрировано графическое изображение нагружаемых факторами физиологических показателей в группе 2 больных эпилепсией.

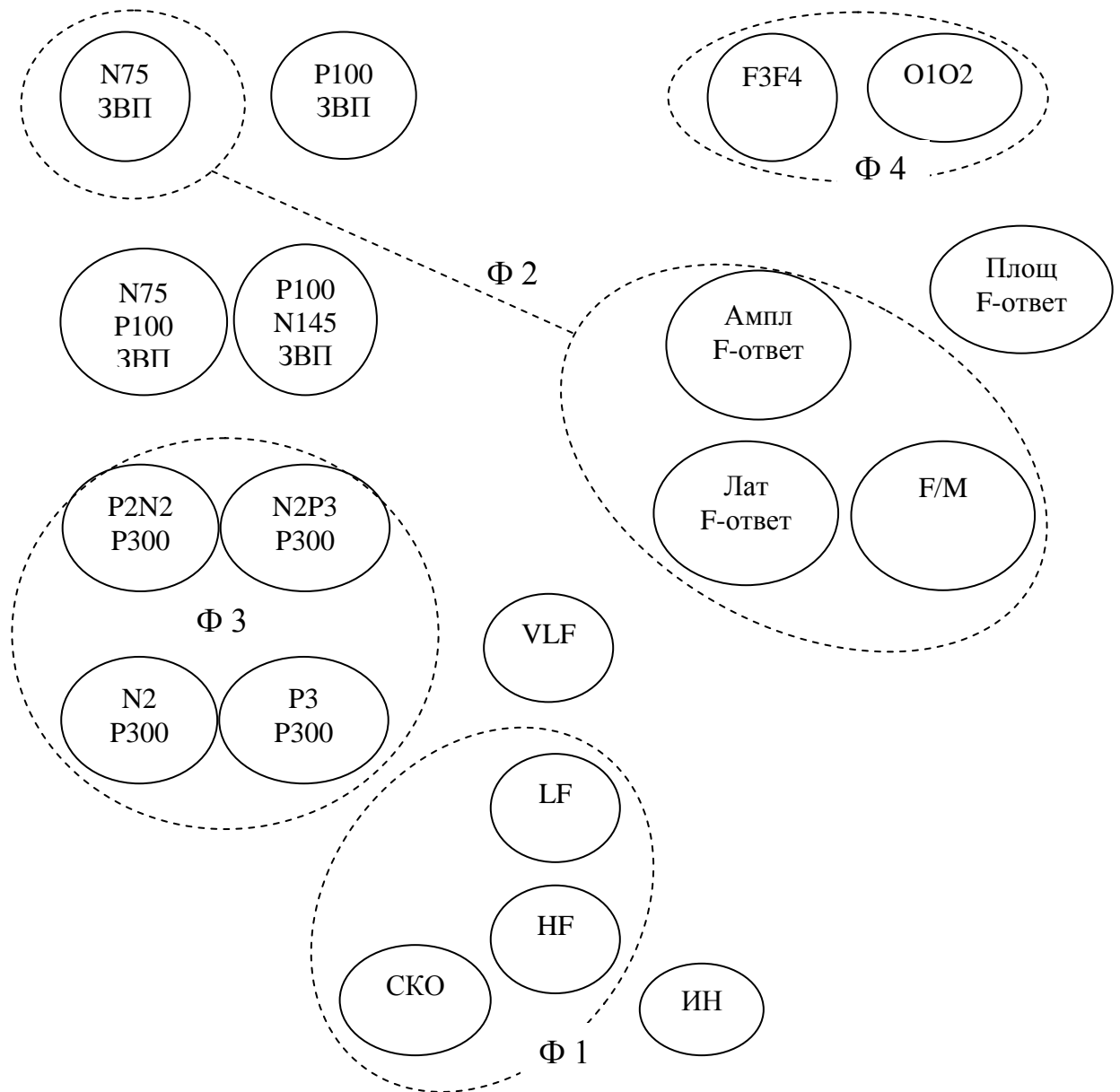


Рисунок 8 – Графическое изображение физиологических показателей, коррелирующих с факторами в группе 2 больных эпилепсией

Графические модели, с одной стороны, демонстрируют уменьшение числа факторов, с другой – нарастание коррелирующих с фактором физиологических показателей в группе 2 больных эпилепсией.

Для оценки динамики внутрисистемных отношений в ходе моделируемой деятельности проводился анализ парных линейных корреляций показателей, представленных в виде графических моделей (корреляционных плеяд) для показателей ЭЭГ и ВСР в исходном состоянии (подготовки к моделируемой деятельности), после теста Горбова-Шульте; во время гипервентиляции и после гипервентиляции. При построении графических моделей представлены связи между показателями спектрального анализа ЭЭГ, кросскорреляционной функции ЭЭГ и данными ВСР. Следует отметить, что корреляционные связи внутри данных наборов показателей сходны в группах и значительно усложняют рисунки, в связи с чем на корреляционных плеядах они не представлены. На рисунке 9 представлена корреляционная плеяда взаимосвязи ЭЭГ и ВСР показателей в группе практически здоровых лиц; достоверные корреляции между показателями отсутствуют.

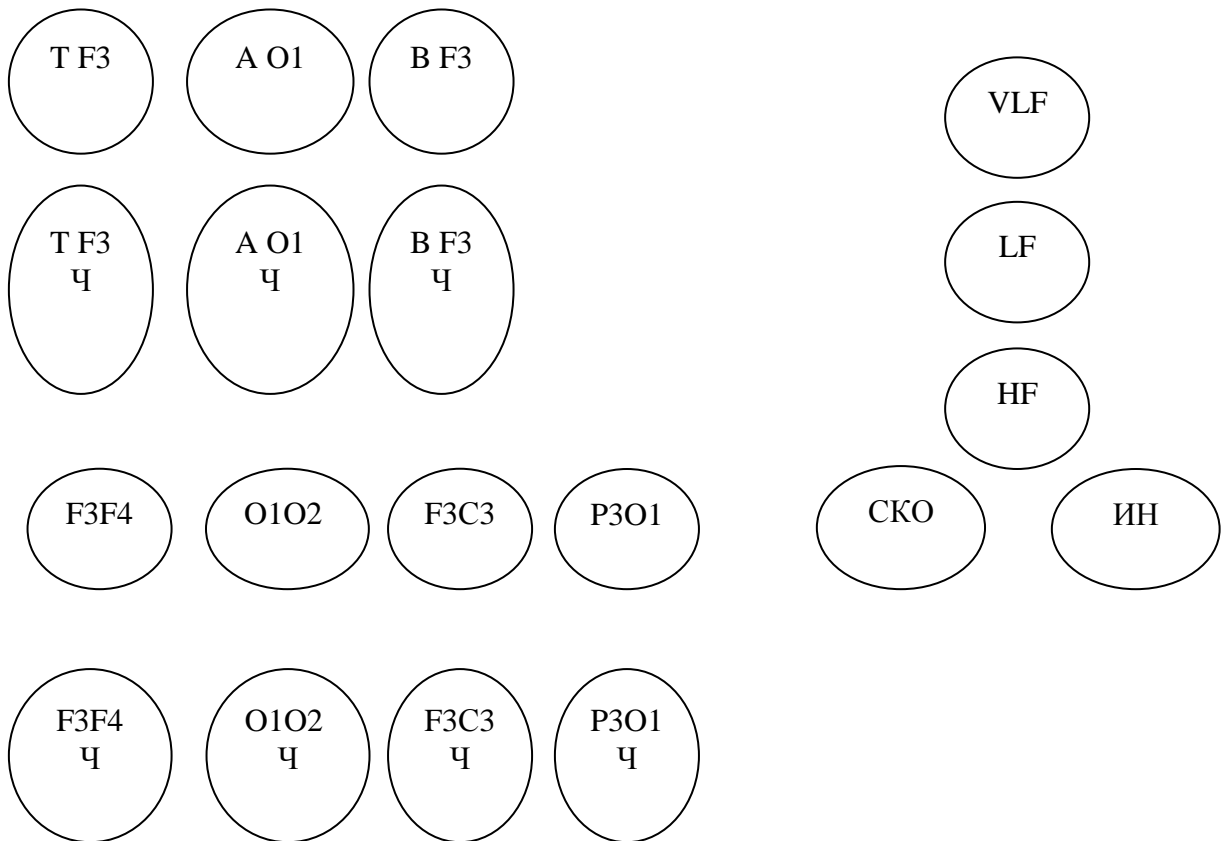


Рисунок 9 – Взаимосвязь показателей ЭЭГ и ВСР в группе практически здоровых лиц в исходном состоянии

На рисунках 9-21 представлены следующие обозначения физиологических показателей: Т – мощность тета-колебаний ЭЭГ, А – мощность альфа-колебаний ЭЭГ, В – мощность b1-колебаний ЭЭГ, Т Ч – частота тета-колебаний, А Ч – частота альфа-колебаний, В Ч – частота бета-1-колебаний (с указанием отведений), в виде обозначений пар отведений представлены показатели кросскорреляции ЭЭГ сигнала, при указании Ч и пар отведений представлена частота кросскорреляционной функции ЭЭГ, при обозначениях показателей ВСР сокращения стандартны.

В группе 1 пациентов с эпилепсией определяются достоверные корреляции, представленные в таблице 51 и на рисунке 10.

Таблица 51 – Корреляции показателей ЭЭГ и ВСР в группе 1 больных эпилепсией в исходном состоянии

№ п/п	Пары показателей	Rs	p
1	Мощность бета-1 колебаний F3 ЭЭГ – LF ВСР	- 0,223	0,026
2	Корреляция ЭЭГ F3F4 – СКО ВСР	0,278	0,012
3	Корреляции ЭЭГ O1O2 – HF ВСР	0,347	0,001
4	Корреляция ЭЭГ O1O2 – ИН ВСР	-0,236	0,001

Примечание: Rs – ранговый коэффициент корреляции Спирмена

В группе 1 пациентов с эпилепсией в исходном состоянии определяются взаимосвязи преимущественно между показателями ВСР и кросскорреляционной функции ЭЭГ.

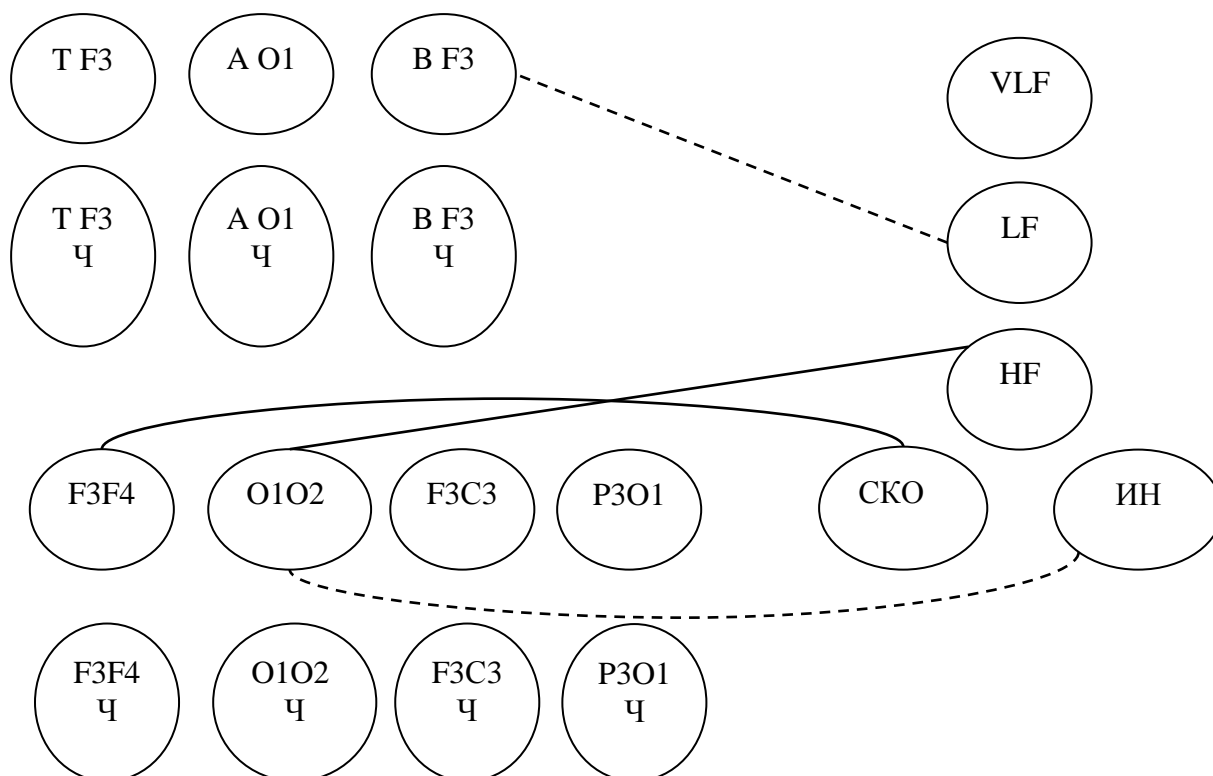


Рисунок 10 – Корреляции показателей ЭЭГ и ВСР в группе 1 пациентов с эпилепсией в фоновой записи. Примечание: на рисунках 10-21 сплошные линии отражают положительные корреляции, штриховые линии отражают отрицательные корреляции, толщина линий отражает силу корреляции

Такое же число парных линейных корреляций в исходном состоянии определяется в группе 2 больных эпилепсией (таблица 52, рисунок 11).

Таблица 52 – Корреляции показателей ЭЭГ и ВСР в группе 2 больных эпилепсией в исходном состоянии

№ п/п	Пары показателей	R_s	p
1	Частота тета-колебаний F3 ЭЭГ – VLF ВСР	- 0,316	0,014
2	Корреляция ЭЭГ F3С3 – HF ВСР	0,317	0,015
3	Корреляция ЭЭГ F3С3 – СКО ВСР	0,304	0,033
4	Частота корреляция ЭЭГ P3O1 – СКО ВСР	-0,236	0,001

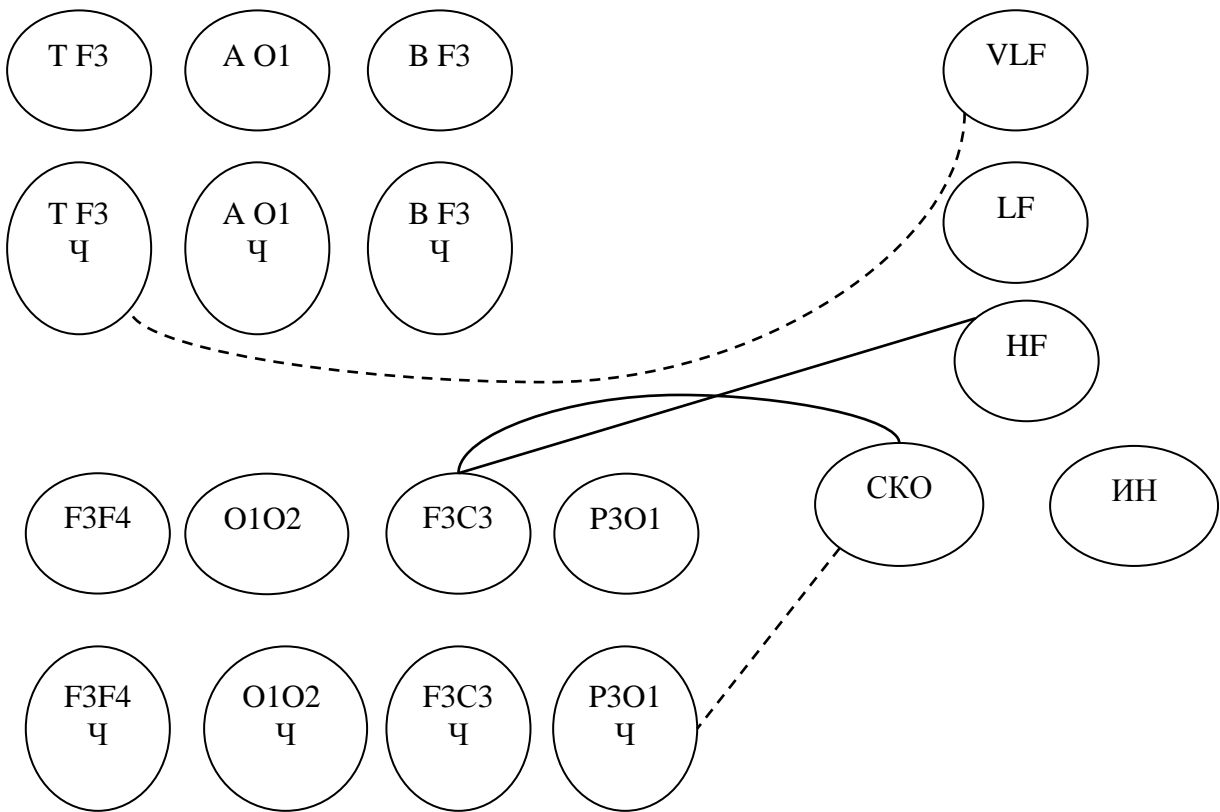


Рисунок 11 – Корреляции показателей ЭЭГ и ВСП в группе 2 пациентов с эпилепсией в фоновой записи

В данной группе также большее количество корреляции определяется между показателями анализа ВСП и характеристиками кросскорреляционной функции ЭЭГ.

После когнитивной нагрузки в группе практически здоровых лиц определяется 2 достоверные корреляционные связи (таблица 53, рисунок 12).

Таблица 53 – Корреляции показателей ЭЭГ и ВСП в группе практически здоровых лиц после когнитивной нагрузки

№ п/п	Пары показателей	R_s	p
1	Частота альфа-колебаний ЭЭГ O1 – VLF ВСП	- 0,264	0,042
2	Корреляция ЭЭГ P3O1 ЭЭГ – VLF ВСП	0,274	0,039

Примечание: R_s – ранговый коэффициент корреляции Спирмена

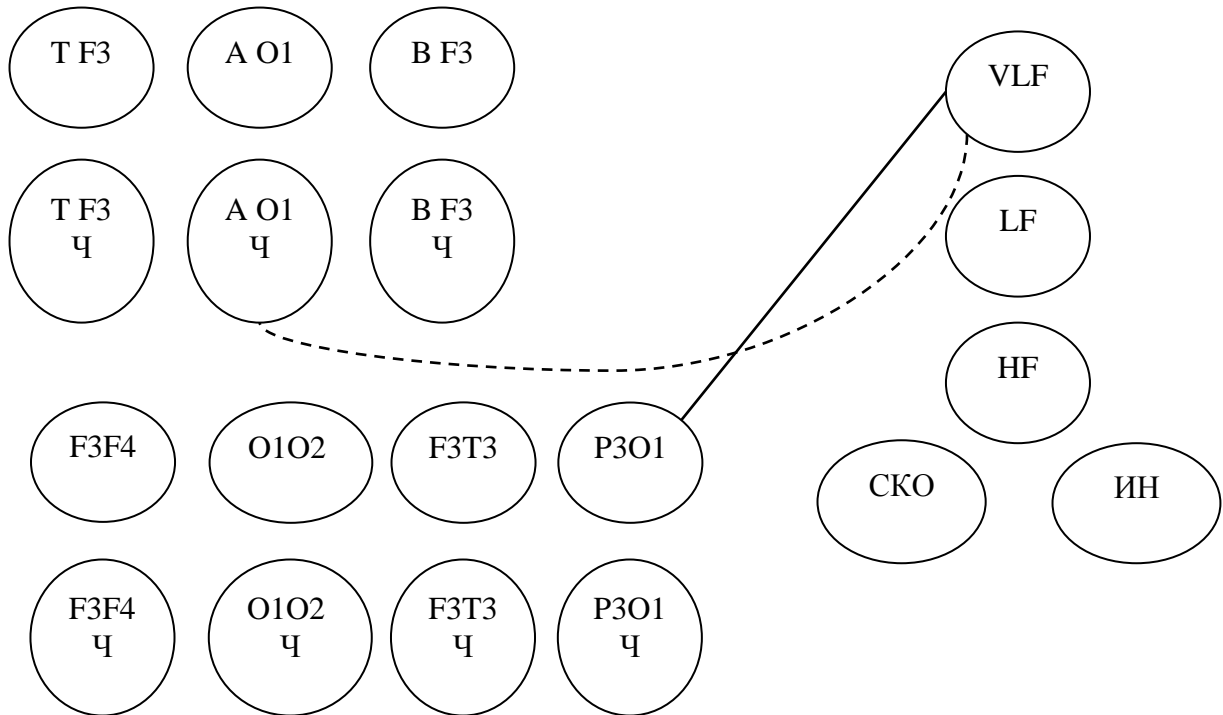


Рисунок 12 – Корреляции показателей ЭЭГ и ВСР в группе практически здоровых лиц после когнитивной нагрузки

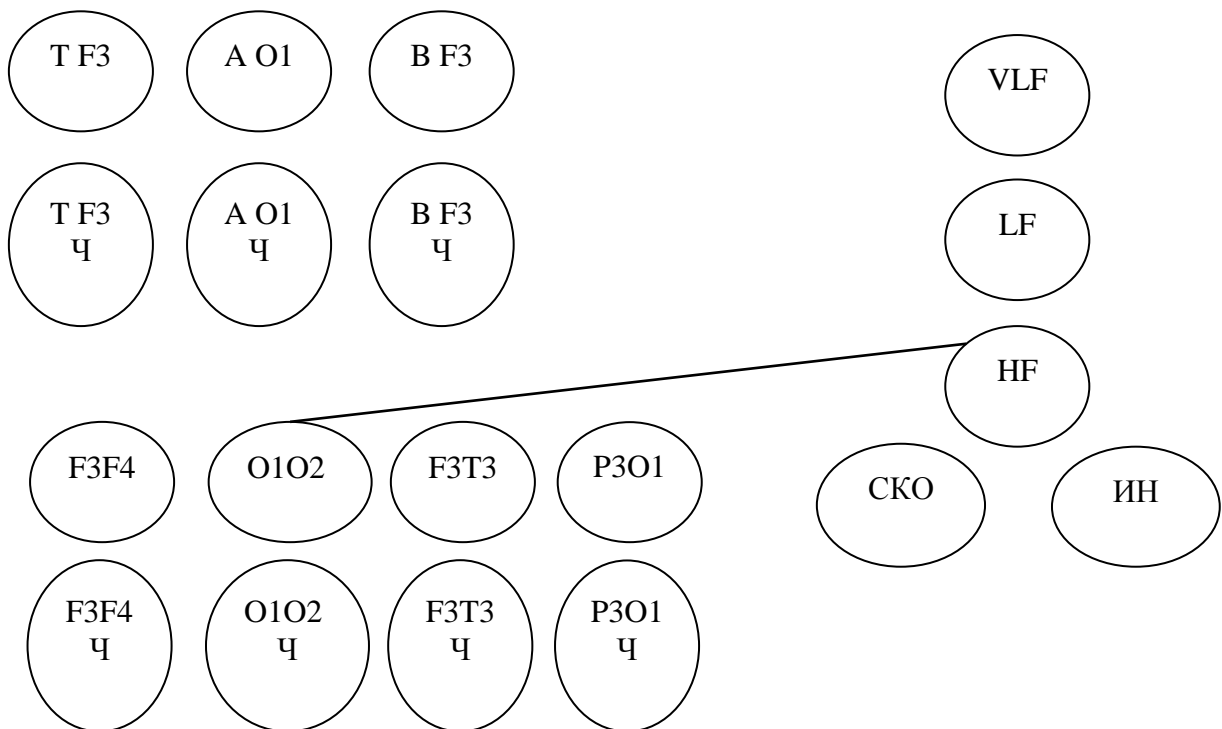


Рисунок 13 – Корреляции показателей ЭЭГ и ВСР в группе 1 больных эпилепсией после когнитивной нагрузки

В группе 1 больных эпилепсией после когнитивной нагрузки сохраняется 1 корреляционная связь между показателями кросскорреляции ЭЭГ O1O2 и HF ВСП ($R=0,272$, $p=0,007$) (рисунок 13). Число корреляций в группе 2 больных эпилепсией остаётся прежним; большее число взаимодействий определяется между показателями кросскорреляционной функции ЭЭГ и показателями анализа ВСП (таблица 54, рисунок 14).

Таблица 54 – Корреляции показателей ЭЭГ и ВСП в группе 2 больных эпилепсией после когнитивной нагрузки

№ п/п	Пары показателей	Rs	p
1	Мощность тета-колебаний ЭЭГ F3 – LF ВСП	-0,266	0,043
2	Корреляция ЭЭГ O1O2 – LF ВСП	0,287	0,031
3	Корреляция ЭЭГ P3O1 – СКО ВСП	0,270	0,043
4	Частота корреляции ЭЭГ P3O1 – LF ВСП	-0,279	0,037

Примечание: Rs – ранговый коэффициент корреляции Спирмена

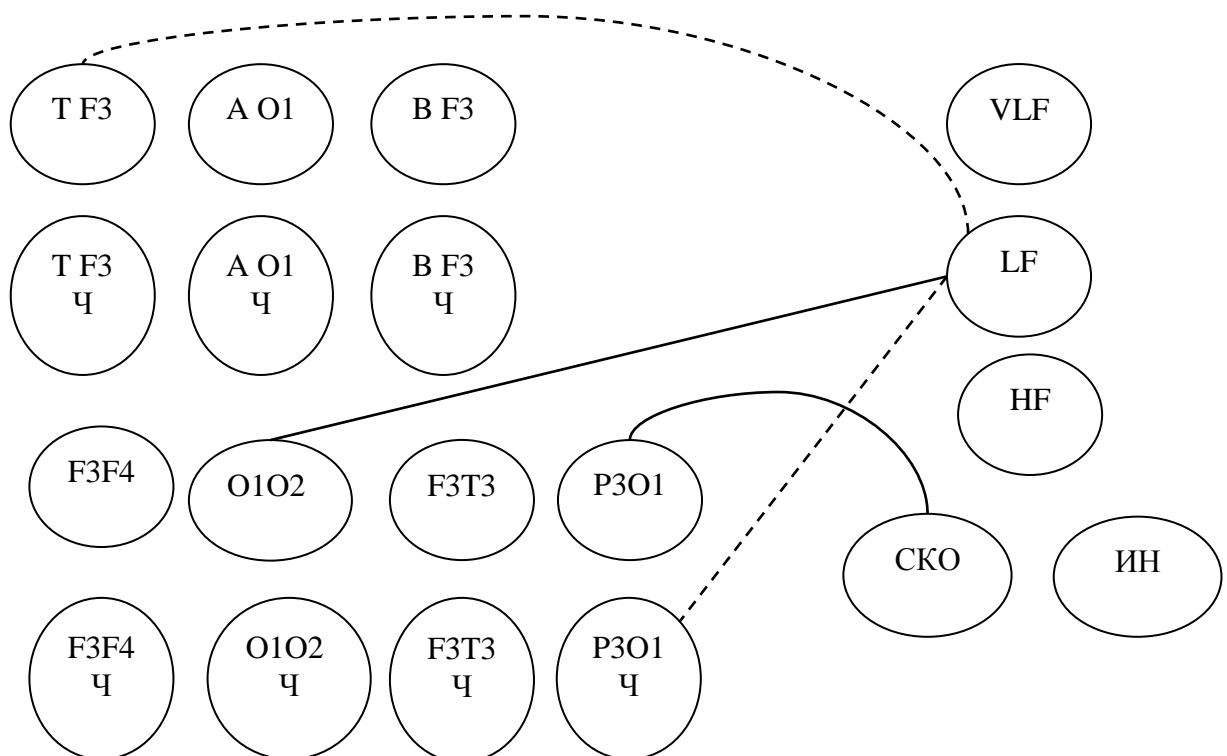


Рисунок 14 – Корреляции показателей ЭЭГ и ВСП в группе 2 больных эпилепсией после когнитивной нагрузки

Гипервентиляционная нагрузка приводит к росту числа корреляций между показателями у практически здоровых лиц (таблица 55 и рисунок 15).

Таблица 55 – Корреляции показателей ЭЭГ и ВСР в группе практически здоровых лиц во время гипервентиляции

№ п/п	Пары показателей	Rs	p
1	Корреляция ЭЭГ P3O1 – HF ВСР	0,328	0,018
2	Частота тета-колебаний F3 ЭЭГ – LF ВСР	0,361	0,007
3	Частота тета-колебаний ЭЭГ F3 – ИН ВСР	-0,035	0,009
4	Мощность альфа-колебаний ЭЭГ O1 - VLF ВСР	0,274	0,0001

Примечание: Rs – ранговый коэффициент корреляции Спирмена

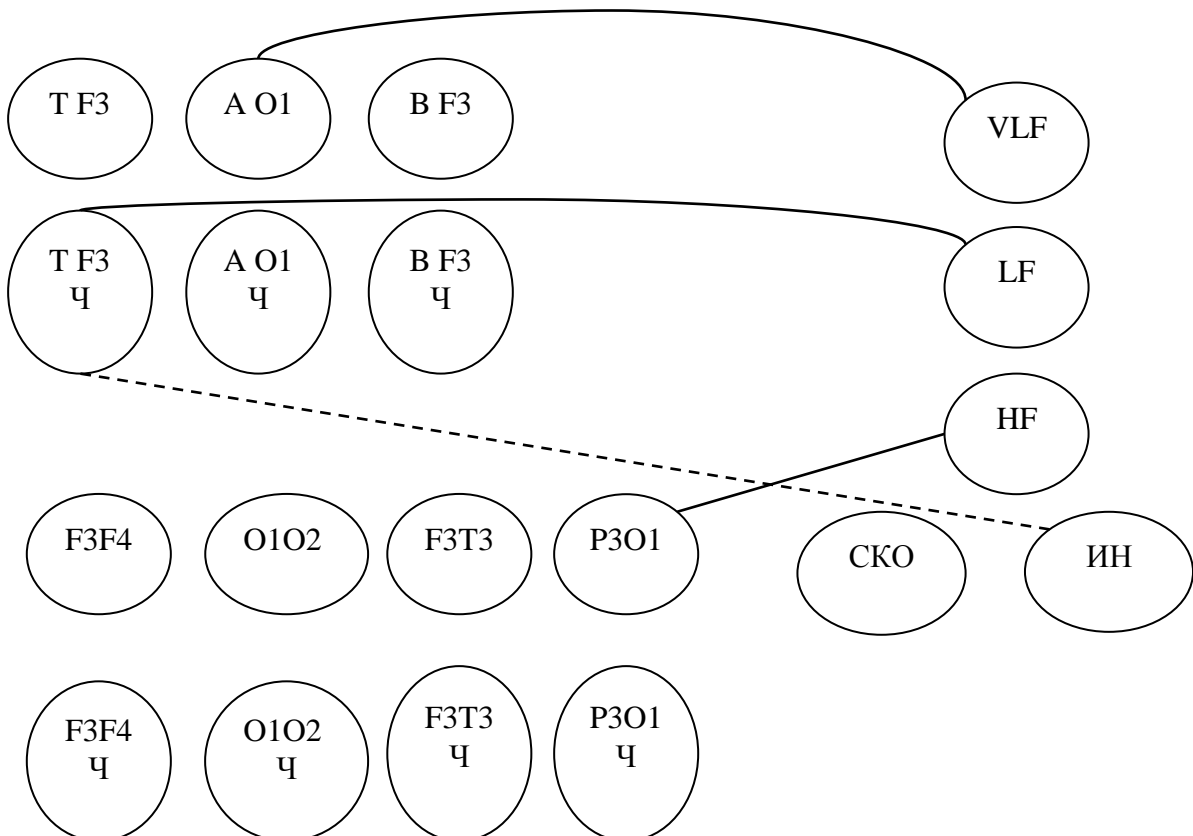


Рисунок 15 – Корреляции показателей ЭЭГ и ВСР в группе практически здоровых лиц во время гипервентиляции

Увеличение числа парных линейных корреляций во время гипервентиляционной нагрузки определяется в группе 1 больных эпилепсией (таблица 56, рисунок 16).

Таблица 56 – Корреляции показателей ЭЭГ и ВСР в группе пациентов с эпилепсией 1 во время гипервентиляции

№ п/п	Пары показателей	Rs	p
1	Корреляция ЭЭГ P3O1 – ИН ВСР	-0,215	0,039
2	Корреляция ЭЭГ P3O1 – HF ВСР	0,269	0,009
3	Частота корреляции ЭЭГ F3-F4 – VLF ВСР	0,202	0,044
4	Частота корреляции ЭЭГ O1O2 – VLF ВСР	0,232	0,021
5	Частота альфа-колебаний ЭЭГ O1 – LF ВСР	0,220	0,026
6	Частота альфа-колебаний ЭЭГ O1 – VLF ВСР	0,274	0,005

Примечание: Rs – ранговый коэффициент корреляции Спирмена

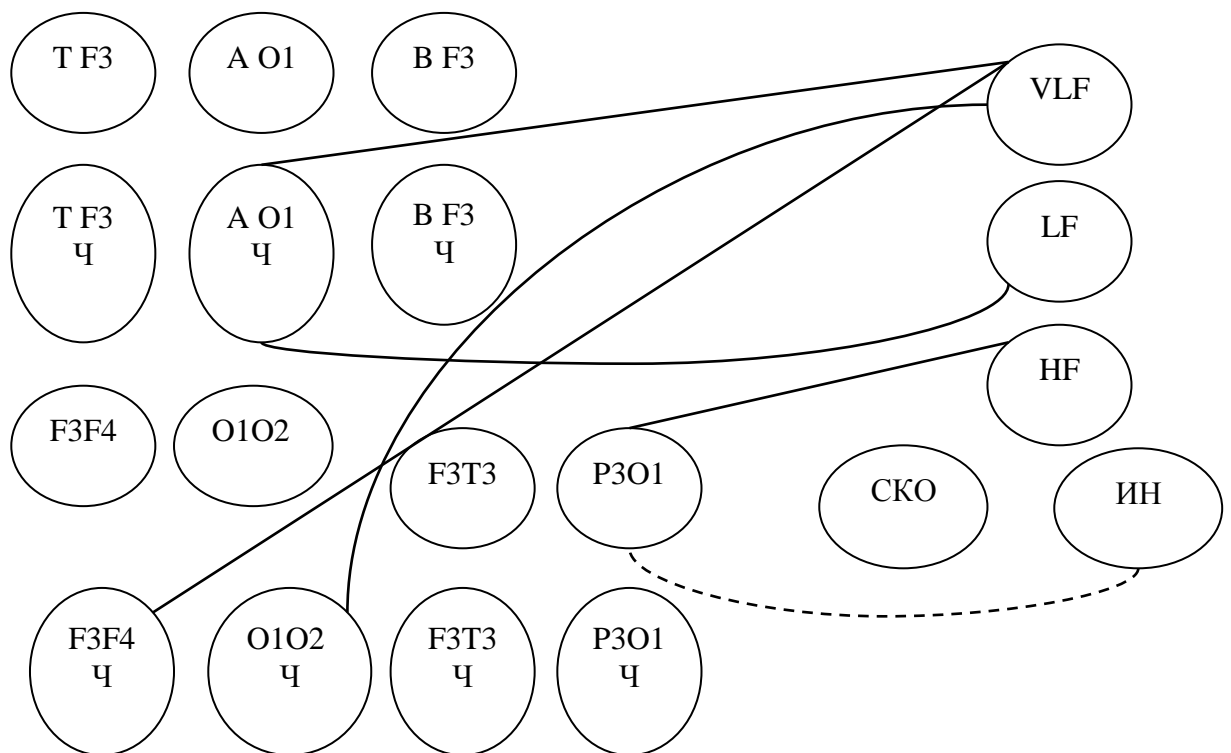


Рисунок 16 – Корреляции показателей в группе 1 больных эпилепсией во время гипервентиляции

Наибольшее увеличение корреляций во время гипервентиляции определяется в группе 2 пациентов с эпилепсией (таблица 57, рисунок 17).

Таблица 57 – Корреляции показателей ЭЭГ и ВСР в группе 2 пациентов с эпилепсией во время гипервентиляции

№ п/п	Пары показателей	Rs	p
1	Мощность тета-колебаний F3 ЭЭГ – LF ВСР	0,233	0,047
2	Мощность тета-колебаний F3 ЭЭГ – СКО ВСР	0,299	0,020
3	Частота альфа-колебаний O1 ЭЭГ – VLF ВСР	-0,243	0,048
4	Частота бета-1 колебаний ЭЭГ – VLF ВСР	0,237	0,048
5	Корреляции ЭЭГ F3F4 – СКО ВСР	0,325	0,011
6	Корреляция ЭЭГ F3F4 – LF ВСР	0,398	0,002
7	Корреляция ЭЭГ F3C3 – HF ВСР	0,265	0,044

Примечание: Rs – ранговый коэффициент корреляции Спирмена

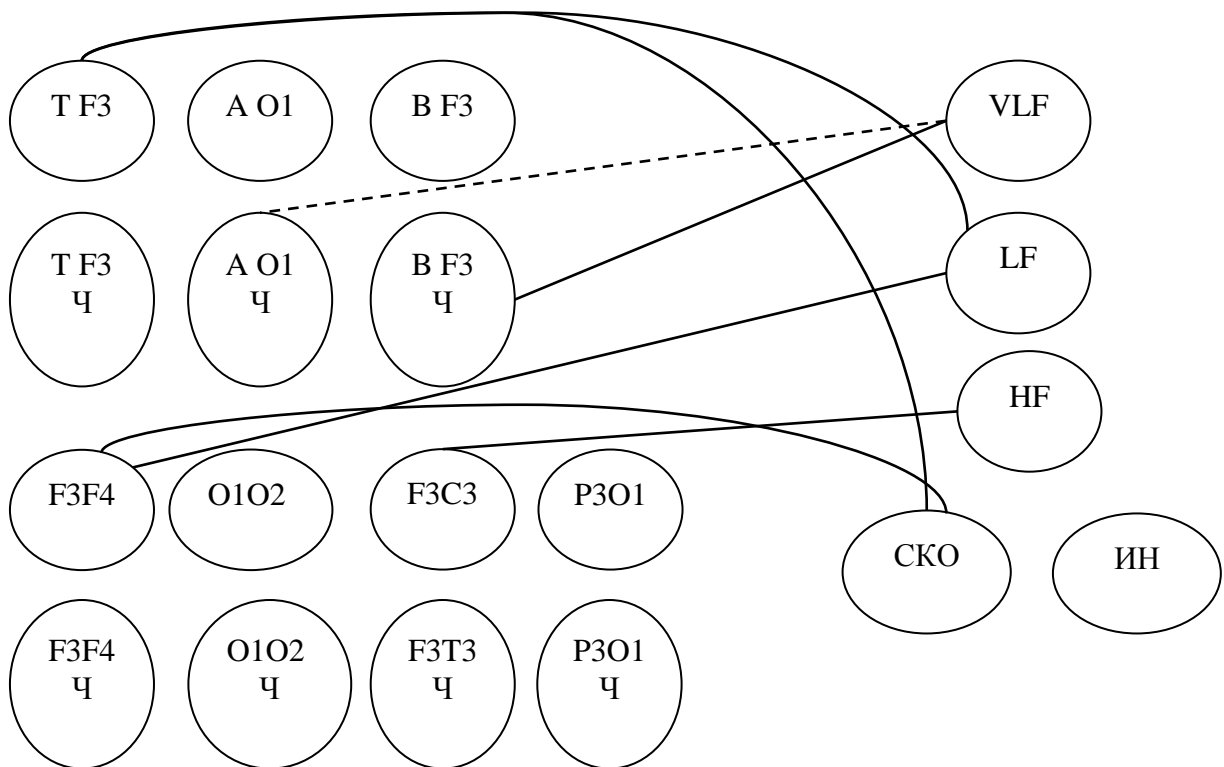


Рисунок 17 – Корреляции показателей в группе 2 больных эпилепсией во время гипервентиляции

После гипервентиляционной нагрузки значительно уменьшается число парных линейных корреляций в группе практически здоровых лиц; выявлена корреляция частоты тета-колебаний в отведении F3 и ИН регуляторных

систем ($R=-0,254$, $p=0,041$), представленная на рисунке 18.

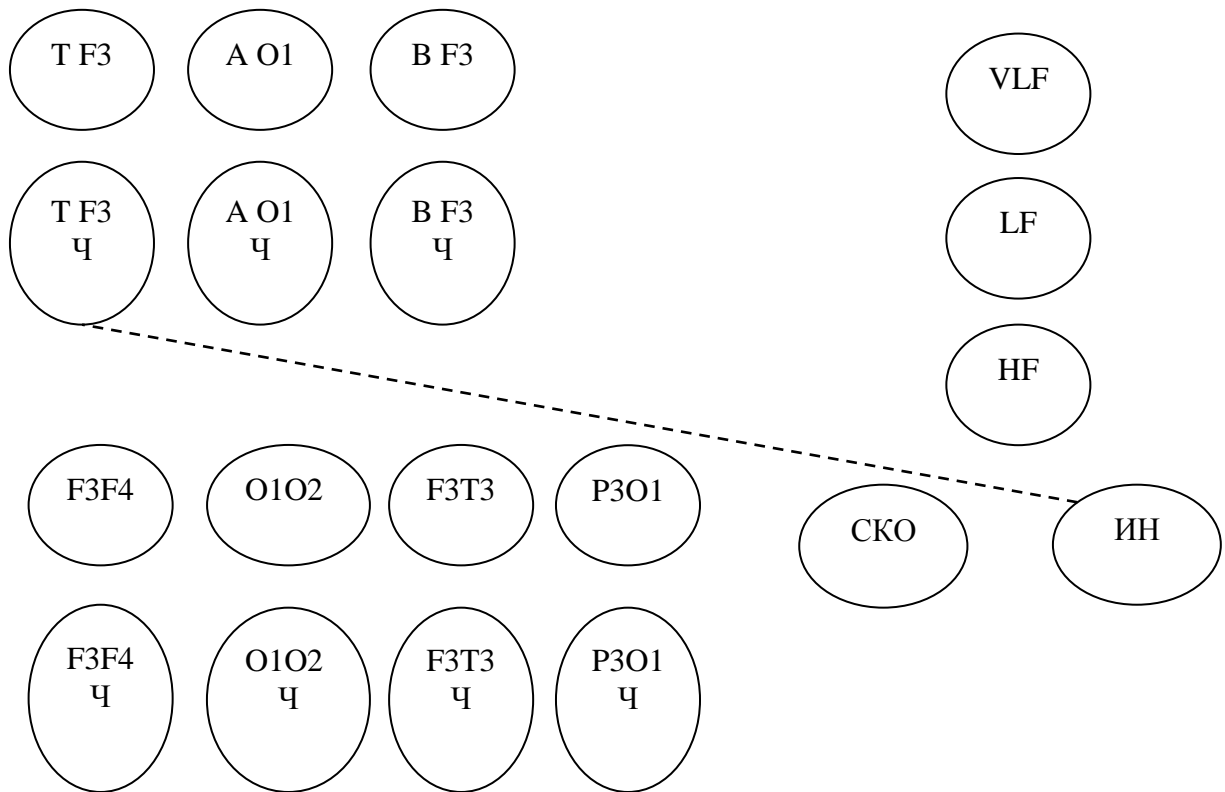


Рисунок 18 – Корреляции показателей в группе практически здоровых лиц после гипервентиляции

Уменьшение числа парных линейных корреляций происходит и в группе 1 больных эпилепсией (таблица 58).

Таблица 58 – Корреляции показателей ЭЭГ и ВСП в группе 1 пациентов с эпилепсией во время гипервентиляции

№ п/п	Пары показателей	Rs	p
1	Корреляции ЭЭГ O1O2 – HF ВСП	0,201	0,048
2	Корреляция ЭЭГ P3O1 – HF ВСП	0,228	0,029
3	Корреляция ЭЭГ F3F4 – HF ВСП	0,200	0,048

На рисунке 19 представлены взаимоотношения показателей в группе 1 больных эпилепсией после гипервентиляции.

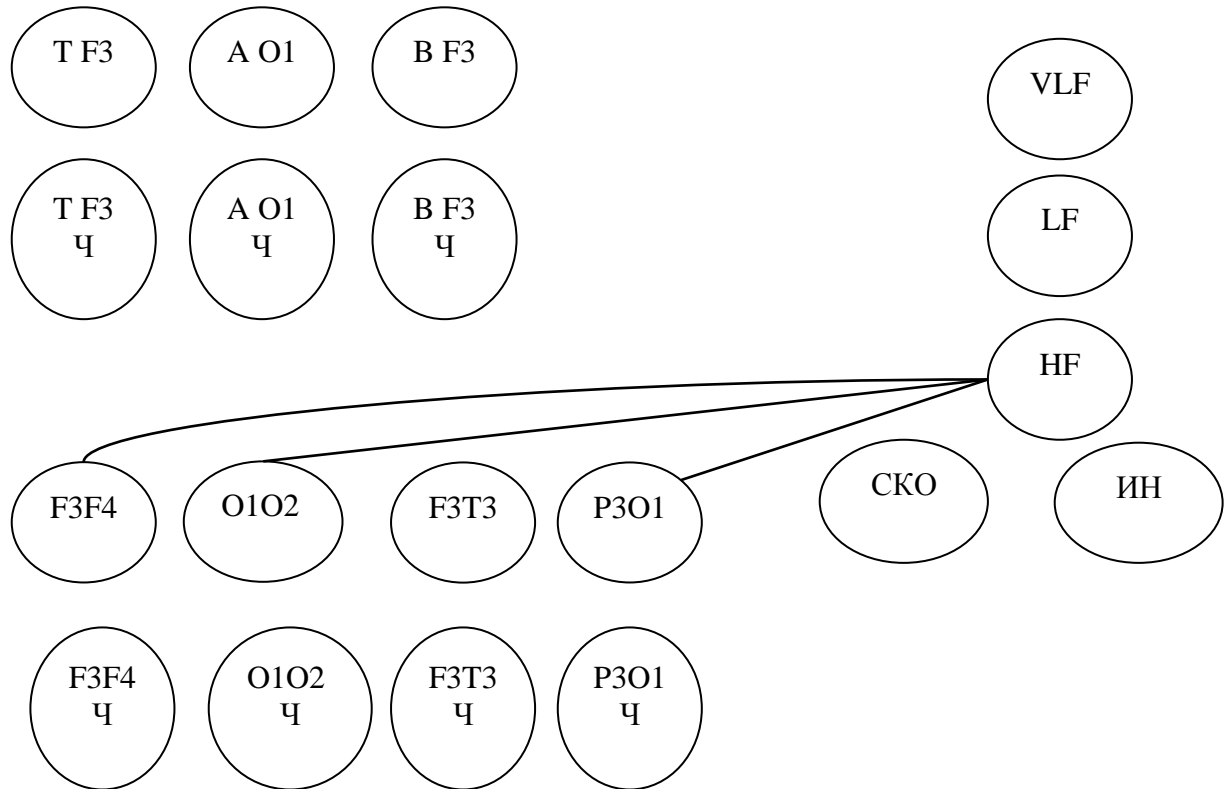


Рисунок 19 – Корреляции показателей в группе 1 больных эпилепсией после гипервентиляции

Наибольшее число парных линейных корреляций после гипервентиляционной нагрузки сохраняется в группе 2 больных эпилепсией (таблица 59).

Таблица 59 – Корреляции показателей ЭЭГ и ВСР в группе 2 пациентов с эпилепсией после гипервентиляции

№ п/п	Пары показателей	Rs	p
1	Площадь бета-1 колебаний в F3 – VLF ВСР	0,240	0,049
2	Корреляция ЭЭГ F3F4 – LF ВСР	0,290	0,026
3	Корреляция ЭЭГ О1О2 – ИН ВСР	-0,241	0,046
4	Корреляция ЭЭГ F3F4 – ИН ВСР	-0,247	0,049

На рисунке 20 представлено графическое изображение взаимоотношения физиологических показателей в группе 2 пациентов с эпилепсией после гипервентиляционной нагрузки.

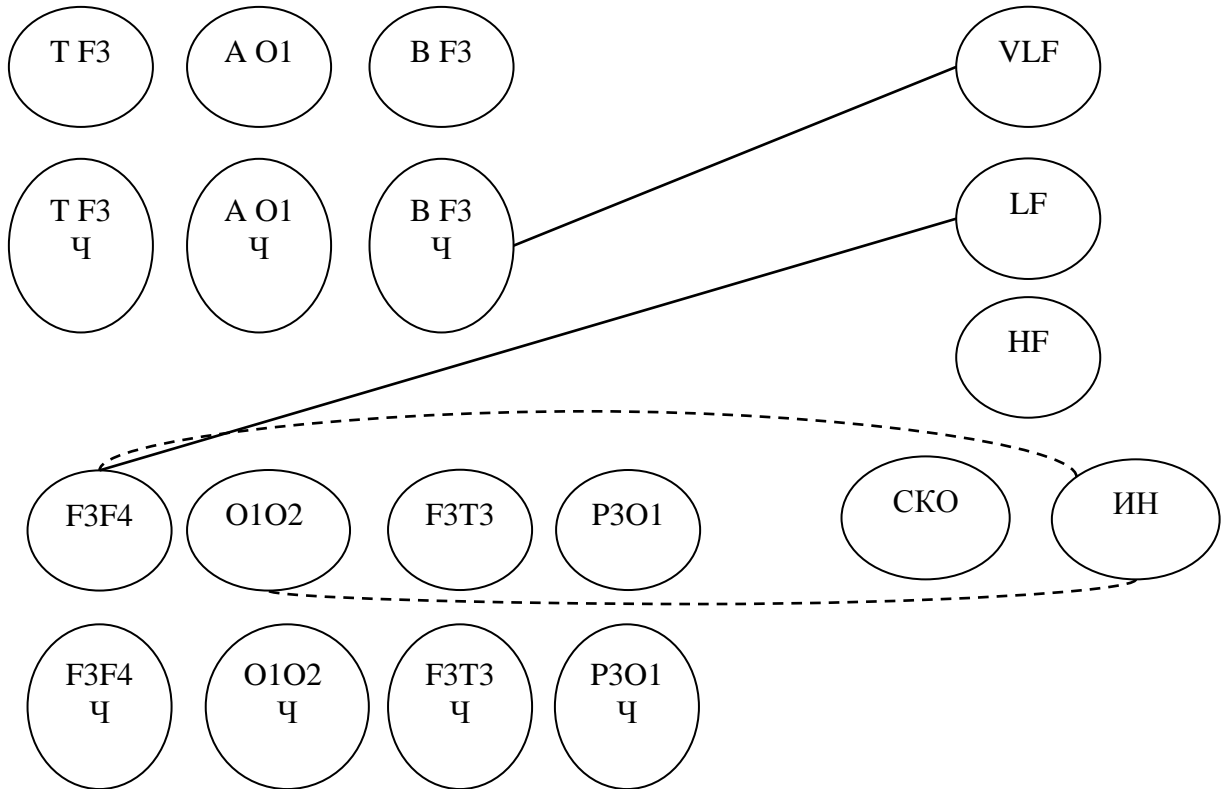


Рисунок 20 – Корреляции показателей в группе 2 больных эпилепсией после гипервентиляции

Таким образом, определяются особенности динамики парных линейных корреляция в подгруппах исследуемых во время нагрузки с меньшим числом взаимосвязей ЭЭГ и ВСР и снижением их числа после нагрузки в группе практически здоровых лиц. Более выраженное нарастание числа корреляций во время нагрузки с последующим уменьшением после нагрузки в группе 1 больных эпилепсией и сохранение большего числа парных корреляций после нагрузки в группе 2 больных эпилепсией.

В качестве другого варианта описания взаимоотношения между физиологическими показателями представлены факторы, объясняющие дисперсию показателей. В таблице 60 представлены факторы, нагружающие

показатели ЭЭГ и ВСП в группе практически здоровых лиц в исходном состоянии.

Таблица 60 – Факторы и факторные нагрузки для показателей ЭЭГ и ВСП в группе практически здоровых лиц в исходном состоянии

Показатель	Ф 1	Показатель	Ф 2	Показатель	Ф 3	Показатель	Ф 4
ИН ВСП	-0,740	Ч КФ F3F4	0,903	М тета F3	0,726	К F3F4	-0,892
HF ВСП	0,856	Ч КФ P3O1	0,836	М альфа O1	0,785	К I O2	-0,912
LF ВСП	0,708	Ч КФ F3C3	0,791	Нет	Нет	Нет	Нет

Примечание: Ф - фактор

В таблицах 61-66 приняты следующие обозначения: Ф – фактор, М – мощность, Ч – частота, КФ – кросскорреляционная функция ЭЭГ, К – коэффициент кросскорреляционной функции ЭЭГ, тета – тета-колебания ЭЭГ, альфа – альфа-колебания ЭЭГ, бета-1 – бета-1 колебания ЭЭГ.

Процент объяснённой дисперсии для фактора 1 составил – 21%, для фактора 2 – 19%, для фактора 3 – 12%, для фактора 4 – 10%.

В таблице 61 представлены факторы и факторные нагрузки для описания матрицы взаимоотношения ЭЭГ и ВСП показателей в группе 1 больных эпилепсией. В данной группе больных по сравнению с практически здоровыми людьми определяется уменьшение числа факторов и увеличение числа переменных, коррелирующих с факторами 1 и 2. Процент объяснённой дисперсии для фактора 1 составил 26%, для фактора 2 – 19%, для фактора 3 – 10%.

Таблица 61 – Факторы и факторные нагрузки для показателей ЭЭГ и ВСП в группе 1 больных эпилепсией в исходном состоянии

Показатели	Ф 1	Показатели	Ф 2	Показатели	Ф 3
СКО ВСП	0,959	Ч КФ F3F4	-0,909	М тета F3	0,731
HF ВСП	0,878	Ч КФ P3O1	-0,896	М бета-1 F3	0,844
LF ВСП	0,886	Ч КФ F3C3	-0,922	Нет	Нет
VLF ВСП	0,821	Ч КФ P3O1	-0,928	Нет	Нет

Примечание: Ф - фактор

В таблице 62 представлены характеристики факторов для показателей ЭЭГ и ВСП в группе 2 больных эпилепсией в исходном состоянии. В данной группе процент объяснённой дисперсии для фактора 1 составил 24%, для фактора 2 17%, для фактора 3 13%.

Таблица 62 – Факторы и факторные нагрузки для показателей ЭЭГ и ВСП в группе 2 больных эпилепсией в исходном состоянии

Показатели	Ф 1	Показатели	Ф 2	Показатели	Ф 3
СКО ВСП	0,957	Ч КФ F3F4	0,769	М альфа O1	0,716
HF ВСП	0,941	Ч КФ O1O2	0,769	М бета-1 F3	0,793
LF ВСП	0,913	Ч КФ F3C3	0,838	Ч бета-1 F3	0,726
VLF ВСП	0,918	Ч КФ P3O1	0,838	Нет	Нет

Примечание: Ф – фактор

Специфика факторных нагрузок в подгруппах сохраняется и после когнитивной деятельности. В таблице 63 представлены факторы и значения факторных нагрузок для группы практически здоровых лиц после выполнения теста Шульте (после когнитивной нагрузки).

Таблица 63 – Факторы и факторные нагрузки для показателей ЭЭГ и ВСП у практически здоровых лиц после когнитивной нагрузки

Показатели	Ф 1	Показатели	Ф 2	Показатели	Ф 3	Показатели	Ф 4
СКО ВСП	0,984	Ч КФ F3F4	0,722	М тета F3	0,763	К F3F4	-0,878
HF ВСП	0,742	Ч КФ O1O2	0,769	М бета-1 F3	0,842	К O1O2	-0,836
LF ВСП	0,708	Ч КФ P3O1	0,874	Ч тета F3	0,701	Нет	Нет

Примечание: Ф – фактор

Процент объяснённой дисперсии для фактора 1 составил 22%, для фактора 2 – 15%, для фактора 3 – 12%, для фактора 4 – 10%.

В таблице 64 представлены факторы и факторные нагрузки для описания матрицы взаимоотношения ЭЭГ и ВСП показателей в группе больных эпилепсией 1 после когнитивной нагрузки.

Таблица 64 – Факторы и факторные нагрузки для показателей ЭЭГ и ВСП в группе 1 больных эпилепсией после когнитивной нагрузки

Показатели	Ф 1	Показатели	Ф 2	Показатели	Ф 3
СКО ВСП	0,873	Ч КФ O1O2	0,852	М бета-1 F3	-0,875
HF ВСП	0,818	Ч КФ F3C3	0,899	Ч бета-1 F3	0,896
LF ВСП	0,738	Ч КФ P3O1	0,929	Нет	Нет

Примечание: Ф – фактор

Фактор 1 объясняет 22% дисперсии, фактор 2 – 18%, фактор 3 – 10%; при этом при сохранении числа факторов уменьшается число нагружаемых факторами 2 и 3 показателей.

В таблице 65 представлены факторы и факторные нагрузки для описания матрицы взаимоотношения ЭЭГ и ВСП показателей в группе 2 больных эпилепсией после когнитивной нагрузки.

Таблица 65 – Факторы и факторные нагрузки для показателей ЭЭГ и ВСП в группе 2 больных эпилепсией после когнитивной нагрузки

Показатели	Ф 1	Показатели	Ф 2	Показатели	Ф 3
СКО ВСП	-0,861	Ч КФ О1О2	0,701	М тета F3	0,701
ИН ВСП	0,701	Ч КФ F3C3	0,743	М бета-1 F3	0,777
HF ВСП	-0,709	Ч КФ P3O1	0,751	Ч бета-1	-0,784
LF ВСП	0,853	Нет	Нет	Нет	Нет

Примечание: Ф - фактор

В данной группе фактор 1 объясняет 23% дисперсии, фактор 2 – 15%, фактор 3 – 12%, при этом при сохранении числа факторов незначительно уменьшается число нагружаемых факторами 2 и 3 показателей.

Особенности числа факторов и коррелирующих с ними показателей ЭЭГ и ВСП сохраняются и при проведении гипервентиляционной нагрузки: в группе практически здоровых лиц выделено 5 факторов: фактор 1 образует сильные корреляции с показателями спектрального анализа ВСП (объясняет 23% дисперсии), фактор 2 коррелирует с показателями частоты кросскорреляционной функции ЭЭГ в лобных отведениях (15% дисперсии объясняется данным фактором), фактор 3 образует корреляции с показателями спектрального анализа ЭЭГ (11% объяснённой дисперсии), фактор 4 нагружает показатели межполушарной корреляции ЭЭГ в затылочных отведениях, фактор 5 коррелирует с показателями

межполушарной корреляции ЭЭГ в лобных отведениях (по 10% объяснённой дисперсии).

В группе 1 больных эпилепсией выявлено четыре фактора: фактор 1 сильно нагружает показатели спектрального анализа ЭЭГ (мощность низкочастотных составляющих и частота высокочастотных составляющих) (22% дисперсии), фактор 2 коррелирует с показателями анализа ВСП (18% дисперсии), фактор 3 связан с показателями кросскорреляционной функции ЭЭГ (11% дисперсии); фактор 4 сильно коррелирует с частотой бета-колебаний (10% дисперсии).

В группе 2 больных эпилепсией выявлено три основных фактора: фактор 1 коррелирует с показателями анализа ВСП (21% дисперсии), фактор 2 нагружает показатели кросскорреляционной функции ЭЭГ (19% дисперсии), фактор 3 нагружает данные спектрального анализа ВСП (13% дисперсии).

После гипервентиляции в группе практически здоровых лиц число факторов, объясняющих корреляции ЭЭГ и ВСП, сокращается до 4 (объясняют 61% дисперсии), в группе 1 и 2 больных эпилепсией сохраняется по 3 фактора.

Таким образом, в исходном состоянии и последовательной динамике функциональных нагрузок определяется большее число факторов, коррелирующих с ЭЭГ и ВСП показателями, с их нарастанием во время нагрузки и уменьшением после нагрузки в группе здоровых лиц. В группе больных эпилепсией число факторов меньше, при этом факторы нагружают большее количество показателей, используемых для анализа. Минимальное число факторов с большим числом коррелирующих с факторами показателей ЭЭГ и ВСП определяется в группе 2 больных эпилепсией. В этой же группе после функциональной нагрузки число факторов и факторных нагрузок значительно не меняется.

Проводился анализ динамики парных линейных корреляций показателей вегетативного обеспечения моделируемой целенаправленной

деятельности во всех исследуемых функциональных состояниях; данные представлены в виде графических моделей (корреляционных плеяд). На рисунках 21-27 приняты следующие сокращения: V_e – усреднённый объём выдоха, ЧД – частота дыхания, VO_2 – объём кислорода в выдыхаемом воздухе, $ETCO_2$ – уровень углекислоты в выдыхаемом воздухе; сокращения показателей ВСР стандартны и представлены выше.

На рисунке 21 представлены взаимодействия показателей ВСР и ФВД в группе практически здоровых лиц в исходном состоянии.

В соответствии с представленными парными линейными корреляциями у практически здоровых лиц в исходном состоянии, предшествующем целенаправленной моделируемой деятельности, определяется умеренное число парных линейных корреляций между показателями вегетативного обеспечения деятельности. В таблице 66 представлены парные линейные корреляции показателей ВСР и ФВД в исходном состоянии.

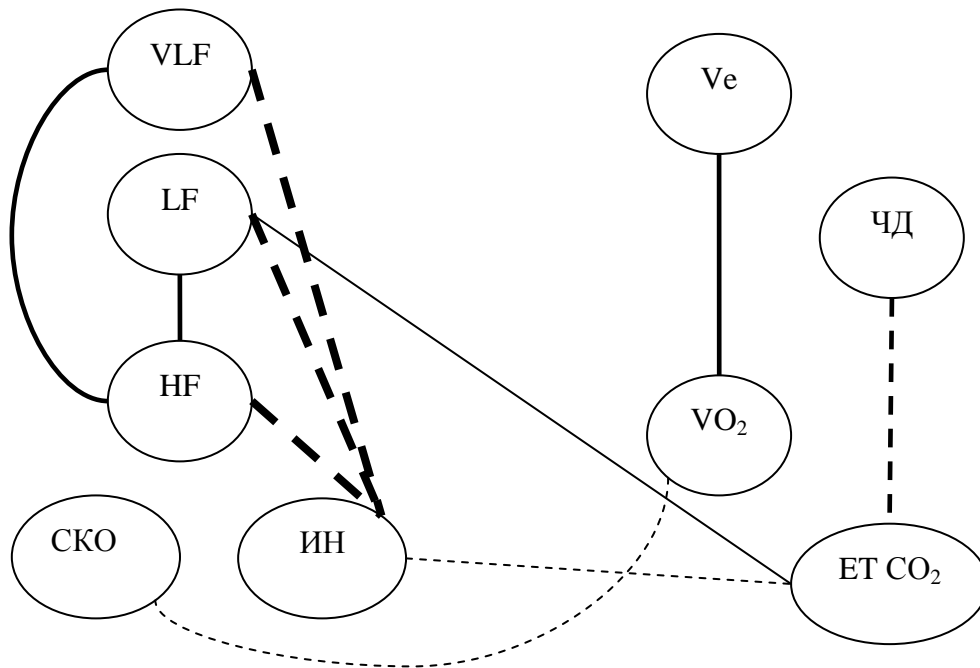


Рисунок 21 – Взаимосвязь показателей ВСР и ФВД в группе практически здоровых лиц в исходном состоянии

Примечание: на рисунках 21-29 сплошные линии отражают прямые корреляции, штриховые – отрицательные корреляции, толщина линий отражает силу корреляций

Таблица 66 – Корреляции показателей ВСП и ФВД в группе практических здоровых лиц в исходном состоянии

№ п/п	Пары показателей	Rs	P
1	ИН – ET CO ₂	-0,366	0,009
2	LF ВСП – ET CO ₂	0,286	0,046
3	ИН ВСП – HF ВСП	-0,835	0,0001
4	ИН ВСП – LF ВСП	-0,758	0,0001
5	ИН ВСП – VLF ВСП	-0,720	0,0001
6	HF ВСП – LF ВСП	0,656	0,0001
7	HF ВСП – VLF ВСП	0,591	0,0001
8	Ve – VO ₂	0,603	0,0001
9	ЧДД – ET CO ₂	-0,390	0,006
10	СКО – V O ₂	-0,397	0,030

На рисунке 22 представлены корреляционные взаимосвязи в группе 1 больных эпилепсией в исходном состоянии, в таблице 67 представлены значения коэффициента корреляции Спирмена для пар показателей.

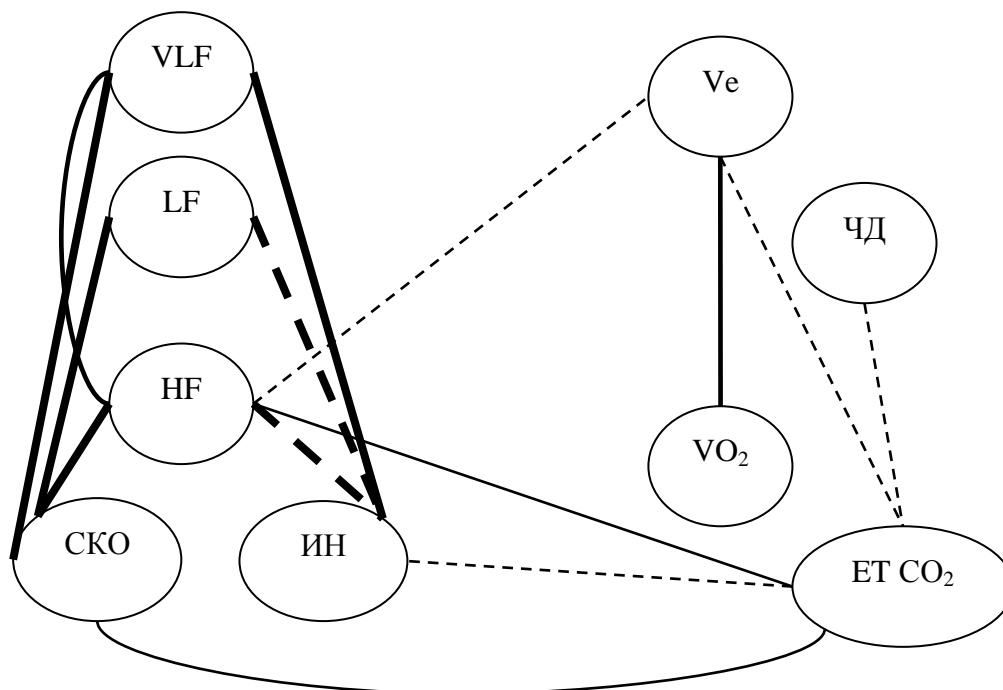


Рисунок 22 – Взаимосвязь показателей ВСП и ФВД в группе 1 больных эпилепсией в исходном состоянии

Определяется увеличение числа корреляций в группе 1 больных эпилепсией по сравнению с группой практически здоровых лиц.

Таблица 67 – Корреляции показателей ВСП и ФВД в группе 1 больных эпилепсией в исходном состоянии

№ п/п	Пары показателей	Rs	p
1	СКО ВСП – ET CO ₂	0,259	0,019
2	ИН ВСП – ET CO ₂	-0,208	0,038
3	HF ВСП – ET CO ₂	0,197	0,049
4	HF ВСП – Ve	-0,284	0,006
5	СКО ВСП – HF ВСП	0,889	0,0001
6	СКО ВСП – LF ВСП	0,839	0,0001
7	СКО ВСП – VLF ВСП	0,803	0,0001
8	ИН ВСП – HF ВСП	-0,885	0,0001
9	ИН ВСП – LF ВСП	-0,833	0,0001
10	ИН ВСП – VLF ВСП	0,803	0,0001
11	HF ВСП – VLF ВСП	0,594	0,0001
12	Ve – V O ₂	0,707	0,0001
13	Ve – ET CO ₂	-0,212	0,043
14	ЧД – ET CO ₂	-0,390	0,006

На рисунке 23 представлены взаимоотношения показателей ВСП и ФВД в группе 2 больных эпилепсией в исходном состоянии.

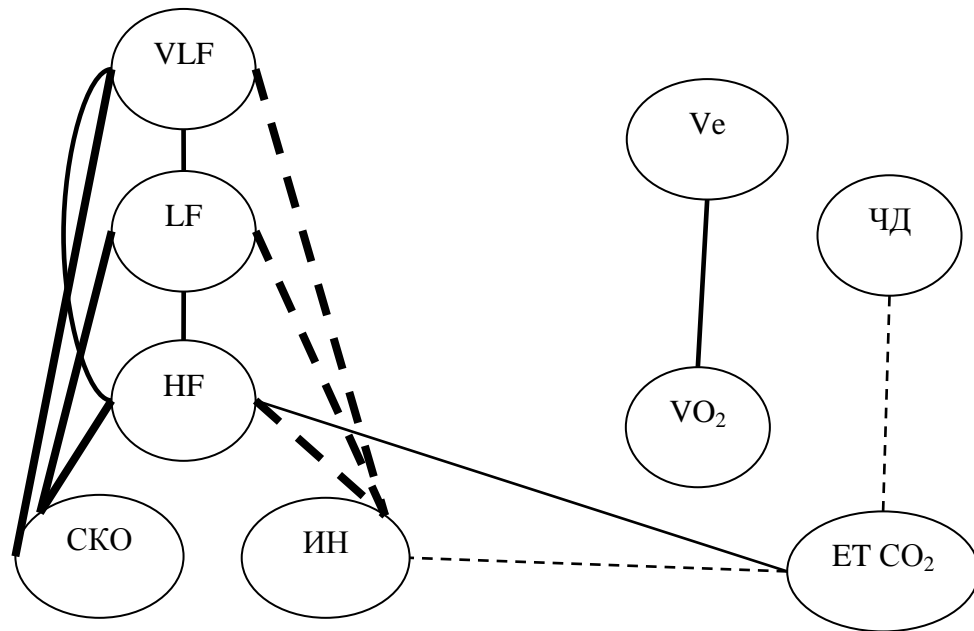


Рисунок 23 – Взаимосвязь показателей ВСП и ФВД в группе 2 больных эпилепсией в исходном состоянии

Число достоверных корреляций между показателями в данной группе в исходном состоянии также выше, чем в группе здоровых лиц (таблица 68).

Таблица 68 – Корреляции показателей ВСП и ФВД в группе 2 больных эпилепсией в исходном состоянии

№ п/п	Пары показателей	R _s	p
1	2	3	4
1	HF ВСП – LF ВСП	0,295	0,0290
2	ИН ВСП – ET CO ₂	-0,270	0,0470
3	HF ВСП – ET CO ₂	0,322	0,0180
4	СКО ВСП – HF ВСП	0,824	0,0001
5	СКО ВСП – LF ВСП	0,839	0,0001
6	СКО ВСП – VLF ВСП	0,839	0,0001
7	ИН ВСП – HF ВСП	-0,830	0,0001

Продолжение таблицы 68			
1	2	3	4
8	ИН ВСП – LF ВСП	-0,951	0,0001
9	ИН ВСП – VLF ВСП	-0,652	0,0001
10	LF ВСП – VLF ВСП	0,592	0,0001
11	HF ВСП – VLF ВСП	0,372	0,0040
12	Ve – V O ₂	0,707	0,0001
13	ЧД – ET CO ₂	-0,390	0,0060

Особенности взаимоотношения показателей вегетативного обеспечения целенаправленной деятельности во время когнитивной нагрузки у практически здоровых лиц представлены на рисунке 24. В данной группе во время когнитивной нагрузки появляются дополнительные корреляционные связи, увеличивается сила корреляционных связей между показателями ВСП и ФВД.

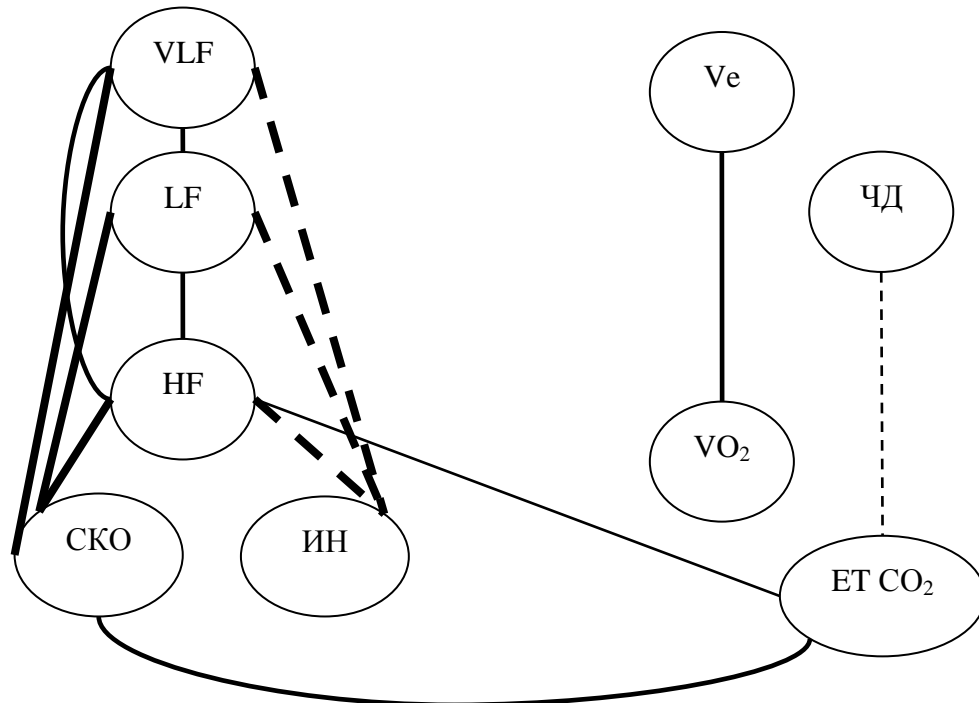


Рисунок 24 – Взаимосвязь показателей ВСП и ФВД в группе практически здоровых лиц во время когнитивной нагрузки

При анализе взаимоотношений показателей ВСП и ФВД в группе 1 больных эпилепсией определяется прирост числа связей: появляются связи VLF-LF, ЧД-VO₂, ЧД-Ve; меняется структура связей показателей ФВД и ВСП (рисунок 25).

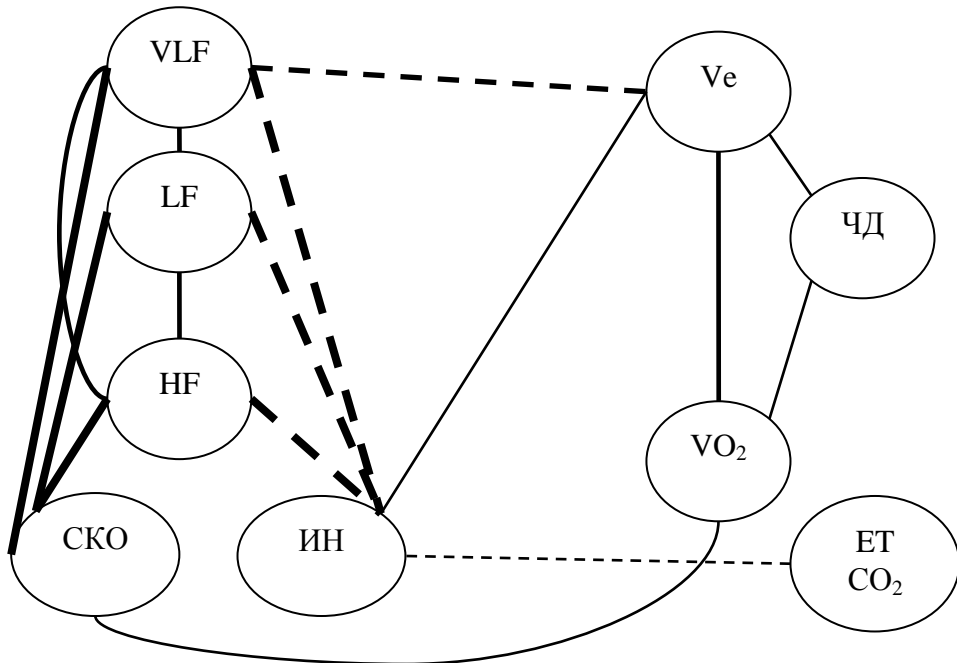


Рисунок 25 – Взаимосвязь показателей ВСП и ФВД в группе 1 больных эпилепсией во время когнитивной нагрузки

Увеличение числа корреляционных связей во время когнитивной нагрузки определяется и в группе 2 больных эпилепсией, появляются связи VLF-Ve, ЧД-V O₂ (рисунок 26).

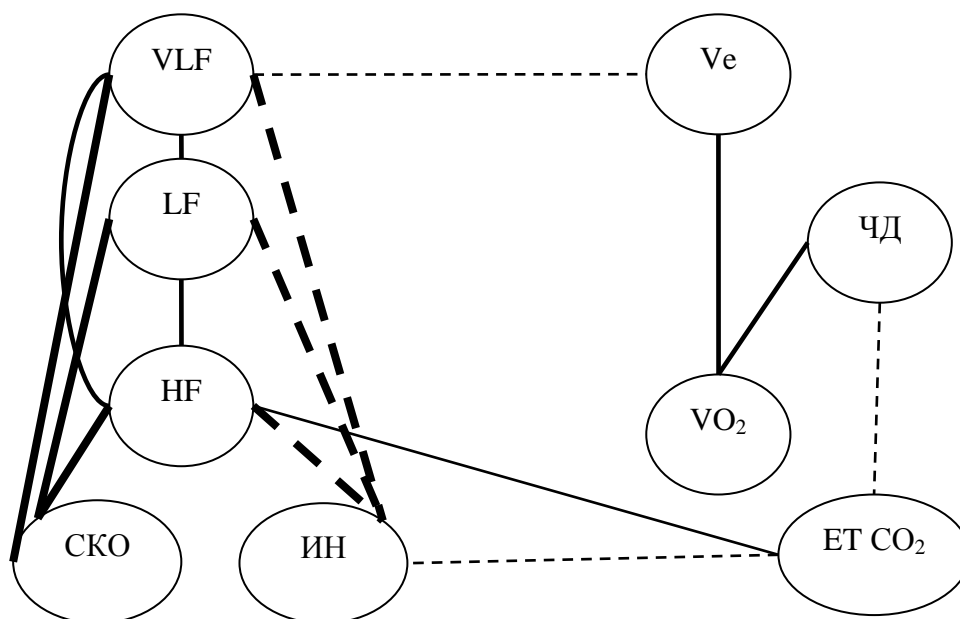


Рисунок 26 – Взаимосвязь показателей ВСР и ФВД в группе 2 больных эпилепсией во время когнитивной нагрузки

На рисунке 27 изображены корреляционные плеяды взаимоотношения показателей ВСР и ФВД в группе практически здоровых лиц после когнитивной нагрузки: определяется снижение числа парных линейных корреляций в данной группе по сравнению с состоянием функциональной нагрузки.

В группе 1 больных эпилепсией после когнитивной нагрузки число парных линейных корреляций меняется незначительно, сохраняется 16 достоверных корреляций, графическое изображение показателей представлено на рисунке 28.

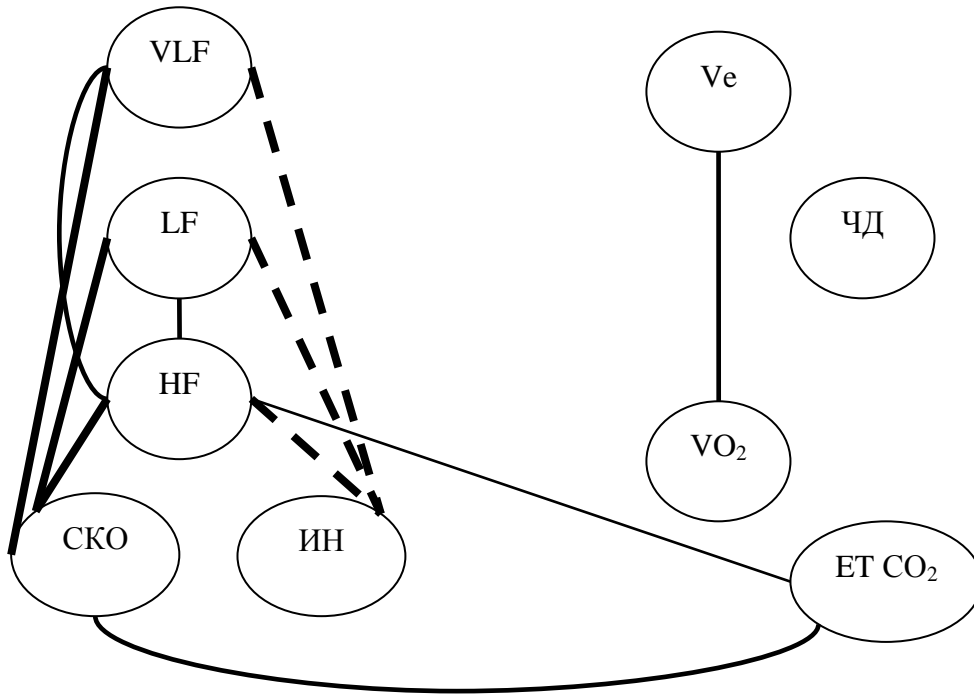


Рисунок 27 – Взаимосвязь показателей ВСР и ФВД в группе практически здоровых лиц после когнитивной нагрузки

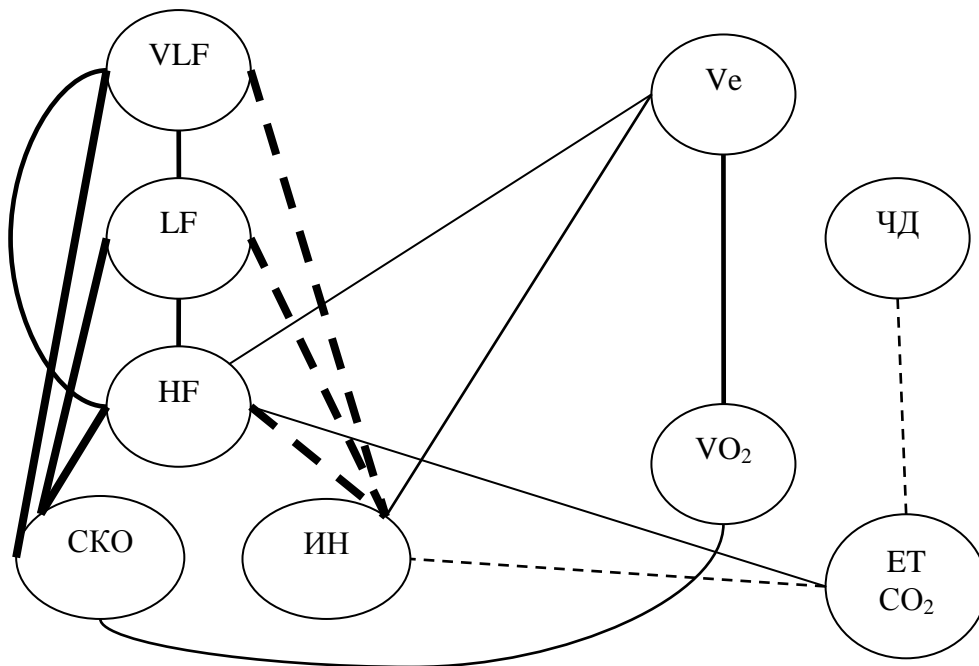


Рисунок 28 – Взаимосвязь показателей ВСР и ФВД в группе 1 больных эпилепсией после когнитивной нагрузки

У пациентов в низко результативной группе больных эпилепсией после когнитивной нагрузки определяется нарастание числа достоверных

корреляций (15 во время когнитивной нагрузки, 16 после когнитивной нагрузки) (рисунок 29).

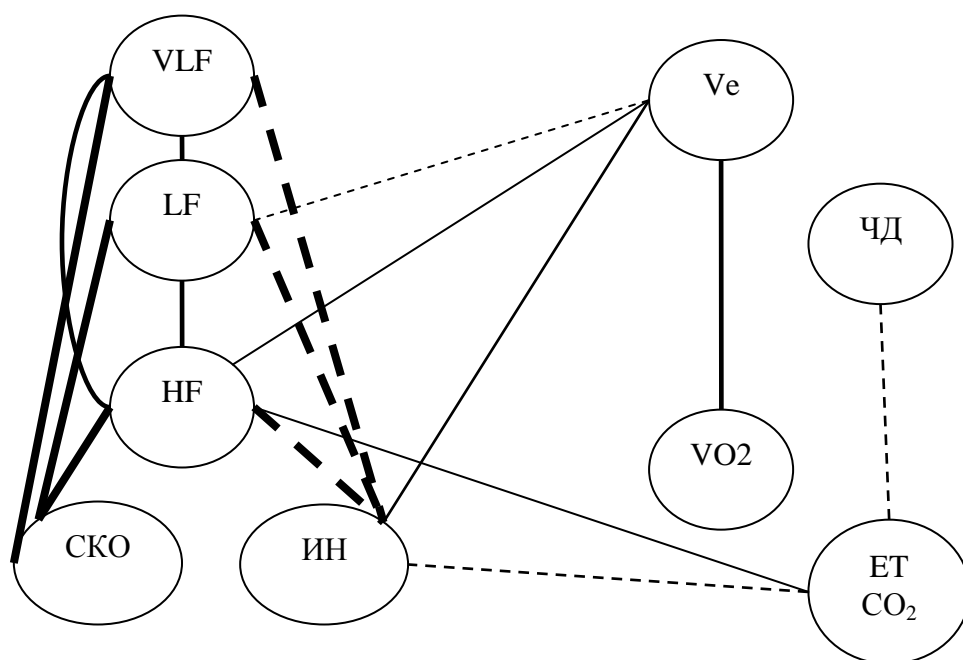


Рисунок 29 – Взаимосвязь показателей ВСП и ФВД в группе 2 больных эпилепсией после когнитивной нагрузки

Динамика взаимоотношения показателей ВСП и ФВД во время и после гипервентиляционной нагрузки соответствует представленным выше особенностям взаимоотношений в группах: у практически здоровых лиц нарастание числа корреляции во время нагрузки сопровождается их снижением в постнагрузочной период; у больных эпилепсией, особенно в группе 2 число связей после нагрузки меняется незначительно.

3.3. Классификация исследуемых практически здоровых лиц и больных эпилепсией на группы с различной результативностью деятельности, клиническими и психолого-социальными характеристиками при помощи технологии искусственных нейронных сетей

Технология ИНС использовалась для решения задачи классификации исследуемых на группы на основе комплекса физиологических показателей и ранжирования групп показателей по их вкладу в решение данной задачи. ИНС создавались, обучались и тестировались на основе групп показателей, выделенных двумя способами: на основе генетических алгоритмов выбора оптимального комплекса показателей и путём формирования количественно равных наборов спектральных, корреляционных характеристик ЭЭГ; данных экзогенных, когнитивных ВП, показателей психомоторных тестов и характеристик СЭНМГ с регистрацией F-ответа, а также показателей анализа ВСР и функции внешнего дыхания. Данный набор показателей обозначен как стандартный набор данных. Вышеописанные группы показателей характеризуют соответственно деятельность неспецифических модулирующих структур головного мозга, синхронизацию корковой активности, деятельность афферентных, ассоциативных, моторных систем, а также механизмы вегетативного обеспечения деятельности. Среди набора ИНС отбирались сети с оптимальными характеристиками.

Для решения задачи распределения практически здоровых лиц на группы с различной результативностью деятельности на основе физиологических показателей была создана нейронная сеть, представляющая собой многослойный персептрон, включающий 72 входных нейрона, 10 нейронов промежуточного слоя и 1 выходной нейрон (MLP 72:10:1). Данная нейронная сеть характеризовалась 100% производительностью обучения, 70% контрольной производительностью и 80% тестовой производительностью.

Суммарные характеристики классификации испытуемых данной нейронной сетью представлены в таблице 69.

Таблица 69 – Суммарные характеристики классификации группы практически здоровых лиц при помощи ИНС (MLP 72:10:1)

Вариант решения	Группа 1	Группа 2	Всего
Правильно	89,5%	89,1%	89%
Неправильно	10,5%	10,9%	11%

Чувствительность данной ИНС в определении результативной группы практически здоровых лиц составила 90%; специфичность 90%.

На рисунке 30 представлена ROC кривая, характеризующая классификационную способность ИНС.

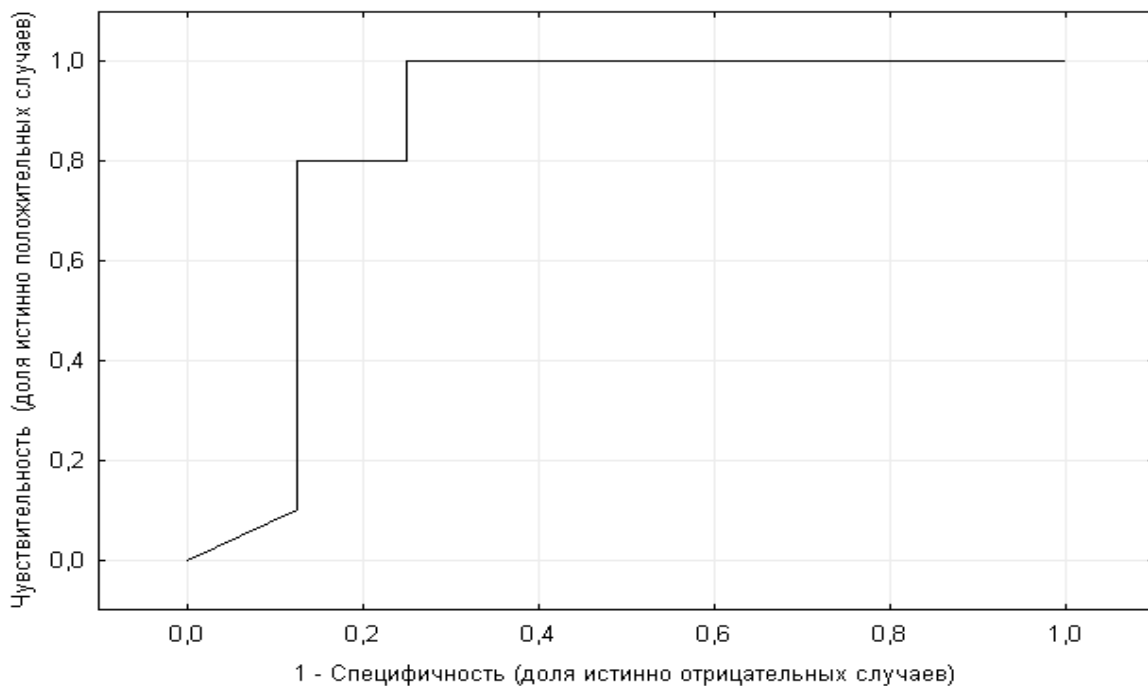


Рисунок 30 – ROC кривая для ИНС (MLP 72:10:1), классифицирующей практически здоровых лиц на группы с различной результативностью деятельности; площадь под кривой 0,856

Таким образом, данная нейронная сеть продемонстрировала хорошую классификационную способность, что позволило проанализировать ранжированный набор показателей, используемых для решения данной задачи. Проводилась процедура усреднения рангов показателей для отдельных их групп, при этом меньшие значения рангов показателей, соответствовали большей их значимости для решения задачи классификации. Полный набор показателей представлен в таблице 70.

Таблица 70 – Полный ранжированный перечень показателей, используемых ИНС (MLP 72:10:1) в качестве входных

Ранг	Показатели	Ранг	Показатели	Ранг	Показатели
1	2	3	4	5	6
1	Латентность F-ответа справа	25	Отношение F/M справа	49	Латентность N2 P300 Cz
2	Частота тета-колебаний ЭЭГ F4	26	Амплитуда F-ответа справа	50	Латентность N2 P300 Fz
3	Латентность N2 СВП Cz	27	Частота бета-1 колебаний ЭЭГ F3	51	СКО ВСР
4	Амплитуда УНВ Cz	28	Время ПЗМР	52	Амплитуда F-ответа слева
5	Амплитуда N2P3 P300 Pz	29	Мощность альфа-колебаний ЭЭГ O2	53	Межударный интервал теппинг-теста
6	Частота кросс корреляции P3O1	30	Индекс напряжения ВСР	54	Корреляция P3O1
7	Частота тета-колебаний ЭЭГ F3	31	Амплитуда P2N2 P300 Fz	55	Корреляция P4O2
8	Корреляция F3-F4 ЭЭГ	32	Латентность P2 СВП Cz	56	Латентность P200 ЗВП Oz

Продолжение таблицы 70					
1	2	3	4	5	6
9	Время реакции различения	33	LF ВСП	57	Латентность N1 СВП Cz
10	Частота сердечных сокращений	34	Кросскорреляция O1-O2 ЭЭГ	58	Частота корреляции F3F4
11	Кросскорреляция F3C3 ЭЭГ	35	Латентность N2 P300 Pz	59	Амплитуда N2P3 P300 Fz
12	Амплитуда P2N2 P300 Cz	36	Мощность тета-колебаний F4 ЭЭГ	60	Амплитуда P100N145 ЗВП Oz
13	Амплитуда N2P3 P300 Cz	37	TP ВСП	61	Мощность альфа-колебаний O1
14	Частота кросскорреляции P4O2	38	Мощность бета-колебаний F3 ЭЭГ	62	Амплитуда P2N2 СВП Cz
15	VLF ВСП	39	Частота альфа-колебаний O1 ЭЭГ	63	Уровень углекислоты
16	Латентность N145 ЗВП Oz	40	Латентность F-ответа слева	64	Частота альфа-колебаний O2
17	Мощность тета-колебаний ЭЭГ F3	41	Частота кросс корреляции F4-C4 ЭЭГ	65	Амплитуда УНВ Pz

Продолжение таблицы 70					
1	2	3	4	5	6
18	Объём кислорода в выдыхаемом воздухе	42	Средний объём выдоха	66	Латентность P3 P300 в Fz
19	Мощность бета-колебаний F4	43	Амплитуда УНВ Fz	67	Амплитуда P2N2 P300 в Pz
20	Латентность P3 P300 в Pz	44	HF BCP	68	Частота дыхания
21	Латентность N75 ЗВП в Oz	45	Частота бета-1 колебаний F4 ЭЭГ	69	Латентность P100 ЗВП в Oz
22	Латентность P3 P300 в Cz	46	Частота кросскорреляции F3-C3 ЭЭГ	70	Кросс корреляция F4C4
23	Энерготраты	47	Латентность N2 P300 Cz	71	Амплитуда N145P200 Oz
24	Частота корреляции O1O2	48	Латентность N2 P300 Fz	72	Амплитуда СВП N1P2 Cz

В связи с масштабностью используемых наборов данных в дальнейшем показатели, используемые в качестве входных переменных, описаны в виде групп характеристик спектрального анализа ЭЭГ (показатели мощности и частоты ЭЭГ), показателей кросскорреляционной функции ЭЭГ (коэффициенты межполушарной и внутриполушарной кросскорреляции, частота кросскорреляционной функции), характеристик экзогенных ВП (амплитуда и латентность зрительных ВП и слуховых ВП), показателей когнитивных ВП (амплитуда и латентность когнитивного ВП P300), блока показателей, характеризующих деятельность моторных систем и включающих амплитуду УНВ, показатели F-ответа и психомоторного

тестирования, а также показателей анализа ВСР (данные спектрального анализа ВСР и статистического анализа динамического ряда R-R кардионитервалов) и деятельности дыхательных эффекторов. В таблице 71 представлены усреднённые ранги показателей для ИНС MLP 72:10:1.

Таблица 71 – Усредненные ранги показателей, используемых ИНС MLP 72:10:1 для распределения группы практически здоровых лиц на подгруппы с различной результативностью деятельности

Показатели	Усреднённое значение ранга
Показатели когнитивного ВП Р300	29
Показатели экзогенных ВП	30
Показатели деятельности моторных систем	33
Показатели вегетативного обеспечения деятельности	33
Спектральные характеристики ЭЭГ	41
Показатели кросскорреляционной функции ЭЭГ	48

Как следует из таблицы, наибольшее влияние на решение задачи классификации практически здоровых лиц на группы с различной результативностью оказывали показатели экзогенных ВП и характеристики когнитивных ВП; наименьшее значение имели характеристики ЭЭГ.

Генетические алгоритмы отбора оптимальных показателей позволили обосновать создание ИНС для решения задачи классификации практически здоровых лиц на группы с различной результативностью с другими характеристиками: была создана сеть, основанная на радиальных базисных функциях с 135 входными нейронами, 2 нейронами скрытого слоя и 1

выходным (RBF 135:2:1). Обобщённые характеристик решения задачи классификации данной нейронной сетью, представлены в таблице 72.

Таблица 72 – Суммарные характеристики классификации практически здоровых лиц на группы с разной результативностью при помощи ИНС RBF 135:2:1

Вариант решения	Группа 1	Группа 2	Всего
Правильно	69%	62%	65%
Неправильно	31%	38%	35%

Таким образом, увеличение числа анализируемых переменных (в основном за счёт показателей ЭЭГ и характеристик анализа ВСР) не привело к оптимизации решения задачи классификации. Ранжированные группы показателей, выделенных ИНС (RBF 135:2:1) при помощи генетических алгоритмов отбора данных представлены в таблице 73.

Наибольшее влияние на принятие решения ИНС RBF 135:2:1 также как и ИНС MLP 72:10:1 оказывали характеристики когнитивных ВП; вторую позицию занимали характеристики деятельности моторных систем; наименьшее значение имели спектральные характеристики ЭЭГ и показатели экзогенных ВП, что, возможно, и ухудшило классификационную способность данной ИНС.

Таблица 73 – Усреднённые ранги показателей, используемых ИНС RBF 135:2:1 для распределения группы практически здоровых лиц на подгруппы с различной результативностью деятельности

Показатели	Усреднённое значение ранга
1	2
Показатели когнитивного ВП Р300	46
Показатели деятельности моторных систем	59

Продолжение таблицы 73	
1	2
Показатели вегетативного обеспечения деятельности	67
Показатели кросскорреляционной функции ЭЭГ	67
Спектральные характеристики ЭЭГ	68
Показатели экзогенных ВП	100

Решение задачи классификации пациентов, страдающих эпилепсией, на группы с различной результативностью деятельности осуществлялось при помощи ИНС2, представляющей собой многослойный персептрон, состоящий из 72 входных нейронов, 10 нейронов промежуточного слоя и 1 выходного (MLP 72:10:1), производительность обучения составила 100%, контрольная производительность 77%, тестовая производительность 79%.

В таблице 74 приведены суммарные характеристики классификации испытуемых данной нейронной сетью, в целом ИНС2 продемонстрировала удовлетворительную классификационную способность. Чувствительность ИНС2 в выделении результативной группы больных эпилепсией составила 77,8%, специфичность 84,7%.

Таблица 74 – Суммарные характеристики классификации больных эпилепсией на группы с различной результативностью деятельности при помощи ИНС 2

Вариант решения	Группа 1	Группа 2	Всего
Правильно	78%	85%	82%
Неправильно	22%	15%	18%

В таблице 75 приведён полный ранжированный список параметров, используемых ИНС2 для решения задачи классификации.

Таблица 75 – Полный ранжированный перечень показателей, используемых ИНС2 (MLP 72:10:1) для классификации больных эпилепсией на группы с различной результативностью деятельности

Ранг	Показатели	Ранг	Показатели	Ранг	Показатели
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
1	Латентность N145 ЗВП Oz	25	Амплитуда P2N2 СВП Cz	49	Амплитуда УНВ Pz
2	Частота кросскорреляции O1-O2	26	Латентность F- ответа слева	50	Частота кросс корреляции F3F4
3	Время ПЗМР	27	LF ВСР	51	Кросскорреляция ЭЭГ P4O2
4	Латентность P100 ЗВП в Oz	28	Амплитуда F- ответа справа	52	Кросскорреляция ЭЭГ P3O1
5	Латентность N2 P300 Fz	29	Частота бета-1- колебаний ЭЭГ F3	53	Латентность P3 P300 в Pz
6	Частота кросскорреляции ЭЭГ F4C4	30	Амплитуда P2N2 P300 в Pz	54	СКО ВСР
7	Частота кросскорреляции ЭЭГ F3C3	31	Латентность N2 СВП Cz	55	HF ВСР
8	Латентность N75 ЗВП в Oz	32	Латентность P3 P300 в Fz	56	VLF ВСР

Продолжение таблицы 75					
1	2	3	4	5	6
9	Отношение F/M слева	33	Частота бета-1 колебаний ЭЭГ F3	57	Мощность тета-колебаний ЭЭГ F4
10	Частота дыхания	34	Отношение F/M справа	58	Амплитуда N145P200 Oz
11	Мощность бета-1-колебаний ЭЭГ в F3	35	Частота бета-1 колебаний ЭЭГ F4	59	Мощность тета-колебаний F3
12	Межударный интервал TT	36	ЧСС	60	Амплитуда СВП N1P2 Cz
13	Кросскорреляция F3C3 ЭЭГ	37	Амплитуда F-ответа слева	61	Латентность P3 P300 в Cz
14	ИН ВСР	38	Латентность P300 Pz	62	Амплитуда P100N145 3ВП Oz
15	Кросскорреляция F4C4 ЭЭГ	39	Частота альфа-колебаний ЭЭГ O1	63	Амплитуда N75P100 3ВП Oz
16	Мощность бета-1 колебаний F4 ЭЭГ	40	Латентность P300 Cz	64	Мощность альфа-колебаний ЭЭГ O2
17	Уровень углекислоты	41	Время реакции различения	65	Латентность N1 СВП Cz

Продолжение таблицы 75					
1	2	3	4	5	6
18	Амплитуда УНВ Cz	42	Амплитуда P2N2 P300 Cz	66	Мощность альфа-колебаний ЭЭГ O1
19	Амплитуда УНВ Fz	43	Амплитуда P2N2 P300 Fz	67	Частота альфа-колебаний ЭЭГ O2
20	Латентность P3 P300 в Pz	44	Латентность F-ответа справа	68	Амплитуда N2P3 P300 Pz
21	Мощность бета-колебаний ЭЭГ F4	45	Частота кросскорреляции P4O2	69	Амплитуда N2P3 P300 Fz
22	Латентность P200 ЗВП Oz	46	Латентность P2 СВП Cz	70	Энерготраты
23	Объём выдоха	47	Частота кросскорреляции ЭЭГ O1O2	71	Объём кислорода в выдыхаемом воздухе
24	Частота тета-колебаний ЭЭГ F4	48	Частота кросскорреляции ЭЭГ P3O1	72	Частота тета-колебаний ЭЭГ F4

На рисунке 31 представлена ROC – кривая, отражающая классификационные способности данной ИНС.

Проведён анализ ранжированных наборов показателей, используемых для решения задачи классификации больных эпилепсией на группы с различной результативностью (таблица 76).

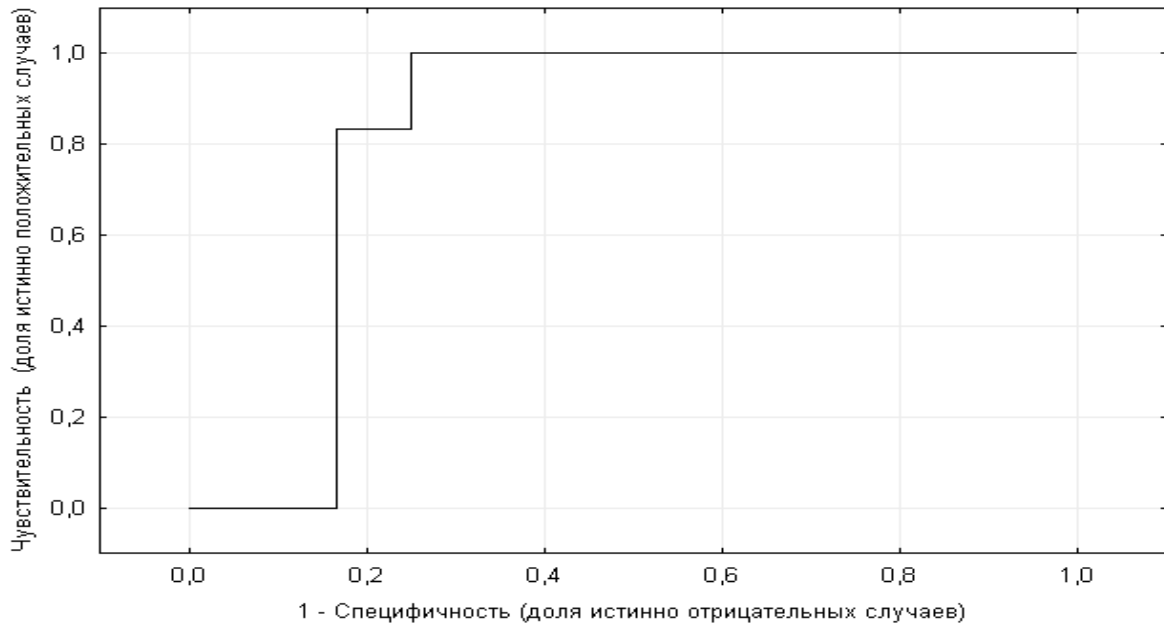


Рисунок 31 – ROC кривая для ИНС2 (MLP 72:10:1), классифицирующей больных эпилепсией на группы с различной результативностью деятельности; площадь под кривой 0,819

Таблица 76 – Усредненные ранги показателей, используемых ИНС2 (MLP 72:10:1) для распределения больных эпилепсией на группы с различной результативностью деятельности

Показатели	Усреднённое значение ранга
Показатели деятельности моторных систем	25
Показатели кросскорреляционной функции ЭЭГ	29
Показатели экзогенных ВП	36
Показатели вегетативного обеспечения деятельности	36
Показатели когнитивного ВП Р300	40
Спектральные характеристики ЭЭГ	44

В решение задачи распределения пациентов на группы с различной результативностью деятельности наибольшее значение имели показатели активности моторных систем и характеристики механизмов синхронизации корковой активности, наименьшее значение имеют показатели эндогенного ВП Р300 и спектральные характеристики ЭЭГ.

Генетические алгоритмы отбора оптимальных данных, также как и для группы практически здоровых лиц, привели к созданию более сложной по архитектуре ИНС: сеть представляла собой многослойный персептрон с 105 входными нейронами, 38 нейронами скрытого слоя и 1 выходным нейроном (MLP 105:38:1). Результаты решения задачи классификации данной нейронной сетью, представлены в таблице 77.

Таблица 77 – Суммарные характеристики классификации больных эпилепсией на группы с различной результативностью деятельности с помощью ИНС MLP 105:38:1

Вариант решения	Группа 1	Группа 2	Всего
Правильно	80%	79%	80%
Неправильно	20%	21%	20%

Результаты работы данной нейронной сети оказались сопоставимы с результатами работы ИНС MLP 72:10:1, использующей стандартный набор данных, при этом усложнилась архитектура ИНС за счёт увеличения количества входных нейронов (преимущественно показателей ЭЭГ и ВСР).

В таблице 78 приведены ранжированные наборы показателей, используемых для решения задачи классификации данной ИНС. Высшие ранги в данном наборе показателей также занимают характеристики деятельности моторных систем, при этом вторую позицию заняли показатели экзогенных ВП. Учитывая классификационную значимость данного расширенного набора показателей, анализ роли физиологических показателей в результативности деятельности у больных эпилепсией будет проводиться с учётом обоих методических приёмов отбора данных.

Таблица 78 – Усредненные ранги показателей, используемых ИНС MLP 105:38:1 для распределения больных эпилепсией на группы с различной результативностью деятельности

Показатели	Усреднённое значение ранга
Показатели деятельности моторных систем	30
Показатели экзогенных ВП	41
Показатели когнитивного ВП Р300	43
Спектральные характеристики ЭЭГ	56
Показатели вегетативного обеспечения деятельности	64
Показатели кросскорреляционной функции ЭЭГ	65

Логичным является решение вопроса о решении задачи классификации испытуемых на группы практически здоровых, больных эпилепсией с высокой и низкой результативностью деятельности, в том числе для описания различий по значимым для этого группам параметров. Из набора построенных для решения данной задачи нейронных сетей выбрана сеть с оптимальными характеристиками, которая представляла собой многослойный персептрон с 72 входными нейронами, 8 нейронами промежуточного слоя и 1 выходным нейроном (MLP 72:8:1), производительность обучения составила 93%, контрольная производительность – 75%, тестовая производительность – 68%.

Результаты решения задачи классификации данной нейронной сетью, представлены в таблице 79.

Таблица 79 – Суммарные характеристики классификации группы практически здоровых лиц и больных эпилепсией по результативности деятельности

Вариант решения	Здоровые	Эпилепсия результативные	Эпилепсия низкорезультативные	Всего
Правильно	89%	91%	71%	82%
Неправильно	11%	9%	29%	18%

Как следует из таблицы, наиболее сложной задачей при классификации исследуемых являлось выделение группы больных эпилепсией с низкой результативностью деятельности. Среди показателей, используемых ИНС для решения данной задачи, наибольшие ранги имели показатели деятельности моторных систем и афферентных механизмов (таблица 80).

Таблица 80 – Усредненные ранги показателей, используемых для распределения испытуемых на группы практически здоровых лиц, больных эпилепсией с различной результативностью деятельности

Показатели	Усреднённое значение ранга
Показатели экзогенных ВП	25
Показатели деятельности моторных систем	29
Спектральные характеристики ЭЭГ	35
Показатели когнитивного ВП Р300	36
Показатели вегетативного обеспечения деятельности	40
Показатели кросскорреляционной функции ЭЭГ	48

Закономерным является также осуществление решения задачи классификации испытуемых на группы практически здоровых лиц и больных эпилепсией на основе физиологических показателей.

Результаты работы нейронной сети (многослойный перцептрон, 72 входных нейрона, 8 нейронов скрытого слоя, 1 выходной, производительность обучения 100%, контрольная производительность 87,5%, тестовая производительность 88%) представлены в таблице 81.

Таблица 81 – Суммарные характеристики классификации исследуемых на группы практически здоровых и больных эпилепсией ИНС MLP 72:8:1 на основе физиологических показателей

Вариант решения	Здоровые	Пациенты с эпилепсией	Всего
Правильно	78%	98%	94%
Неправильно	22%	2%	6%

Распределение испытуемых на группы практически здоровых лиц и больных эпилепсией при помощи технологии ИНС с использованием стандартного набора используемых показателей было решено достаточно эффективно. Чувствительность ИНС MLP 72:8:1 составила 77,8%, специфичность 84,7%.

На рисунке 32 представлена ROC-кривая, характеризующая классификационные способности данной ИНС MLP 72:8:1.

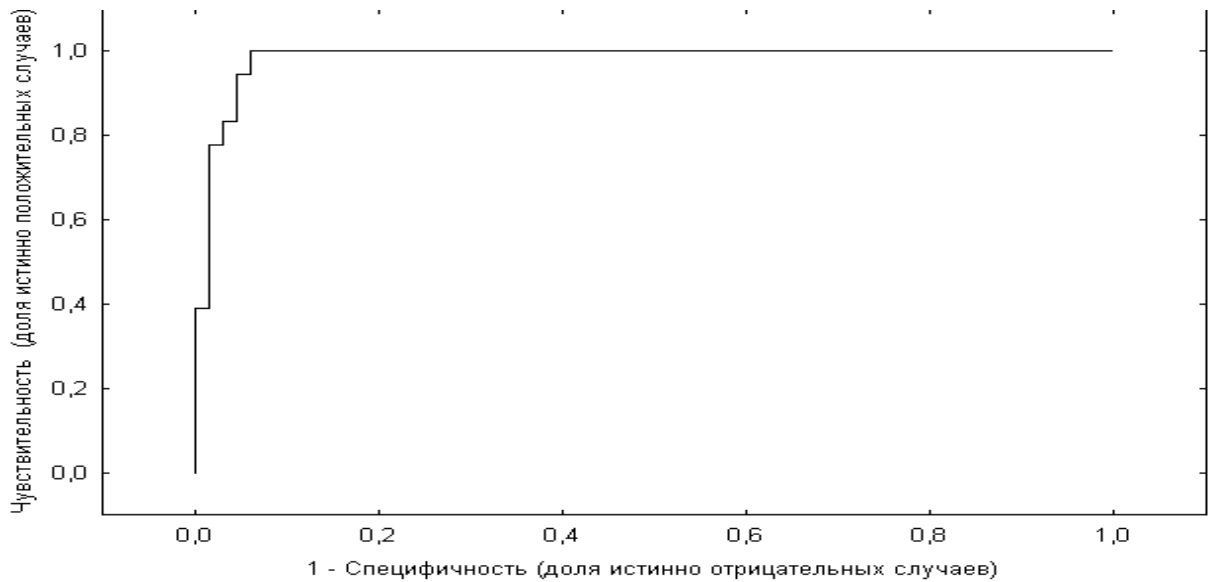


Рисунок 32 – ROC кривая для ИНС (MLP72:8:1), классифицирующей исследуемых на группу практически здоровых лиц и больных эпилепсией; площадь под кривой 0,984

В таблице 82 представлены усреднённые значения рангов используемых показателей; наибольшее значение в решении задачи разделения испытуемых на группу практически здоровых лиц и больных эпилепсией имели показатели деятельности афферентных систем и характеристики кросскорреляционной функции ЭЭГ.

Таблица 82 – Усредненные ранги показателей, используемых для распределения испытуемых на группы здоровых лиц и больных эпилепсией

Показатели	Усреднённое значение ранга
Показатели экзогенных ВП	26
Показатели кросскорреляционной функции ЭЭГ	31
Показатели вегетативного обеспечения деятельности	33
Спектральные характеристики ЭЭГ	40
Показатели деятельности моторных систем	40
Показатели когнитивного ВП Р300	48

Учитывая сложность используемых для построения вышеописанных нейронных сетей наборов данных, требующих большого количества используемых методик для получения входных показателей ИНС, для решения задачи классификации был использован сокращённый набор физиологических показателей, включающих данные ЭЭГ и ВСР.

Для классификации практически здоровых лиц на группы с различной результативностью на основе сокращённого набора данных была предложена ИНС, представляющая собой многослойный персептрон с 24 входными нейронами, 6 нейронами промежуточного слоя и 1 выходным (MLP 24:6:1), имеющая производительность обучения 76%, контрольную производительность 76% и тестовую производительность 77%.

Результаты работы нейронной сети представлены в таблице 83.

Таблица 83 – Суммарные характеристики классификации практически здоровых лиц на группы с различной результативностью на основе сокращённого набора входных переменных и ИНС MLP 24:6:1

Вариант решения	Результативная группа здоровых лиц	Низко результативная группа здоровых лиц	Всего
Правильно	70%	89%	76%
Неправильно	30%	11%	24%

ИНС продемонстрировала удовлетворительную классификационную способность, в таблице 84 представлены усреднённые ранги по группам показателей, используемых данной ИНС для решения задачи классификации.

Таблица 84 – Усредненные ранги сокращённого набора показателей, используемых для распределения практически здоровых лиц на группы с различной результативностью деятельности

Показатели	Усреднённое значение ранга
Спектральные показатели ЭЭГ	9
Показатели кросскорреляционной функции ЭЭГ	12
Показатели ВСР	16

Наибольшие ранги по усреднённому показателю в распределении практически здоровых лиц на группы с разной результативностью имеют показатели спектрального анализа ЭЭГ.

Для распределения больных эпилепсией на группы с различной результативностью деятельности на основе показателей ЭЭГ и ВСР была предложена ИНС, которая представляла собой многослойный персептрон с 24 входными нейронами, 6 нейронами промежуточного слоя и 1 выходным нейроном. ИНС продемонстрировала достаточно высокую классификационную значимость (таблица 85).

Таблица 85 – Суммарные характеристики классификации больных эпилепсией на группы с различной результативностью на основе сокращенного набора входных переменных и ИНС MLP 24:6:1

Вариант решения	Результативная группа больных эпилепсией	Низко результативная группа больных эпилепсией	Всего
Правильно	90%	85%	88%
Неправильно	10%	15%	12%

В таблице 86 представлены данные об усреднённых ранжированных наборах показателей, используемых данной ИНС.

Таблица 86 – Усредненные ранги сокращённого набора показателей, используемых для распределения больных эпилепсией на группы с различной результативностью деятельности при помощи ИНС MLP 24:6:1

Показатели	Усреднённое значение ранга
Показатели кросскорреляционной функции ЭЭГ	10
Показатели ВСР	13
Спектральные показатели ЭЭГ	15

Как следует из таблицы 86 в распределении при помощи ИНС больных эпилепсией на группы с различной результативностью деятельности на основе показателей ЭЭГ и ВСР наибольшее значение имеют показатели кросскорреляционной функции ЭЭГ.

Дополнительно при помощи технологии ИНС на основе сокращённого набора данных (ЭЭГ и ВСР) решалась задача распределения исследуемых на группу практически здоровых лиц и больных эпилепсией. Созданная ИНС (многослойный персептрон с 24 входными нейронами, 12 нейронами в промежуточном слое и 1 выходным нейроном – MLP 24:12:1) достаточно эффективно решила данную задачу (таблица 87).

Таблица 87 – Обобщённые результаты распределения исследуемых на группы практически здоровых лиц и больных эпилепсией на основе сокращённого набора данных при помощи ИНС MLP 24:12:1

Вариант решения	Практически здоровые лица	Больные эпилепсией	Всего
Правильно	74%	90%	86%
Неправильно	26%	10%	14%

В таблице 88 представлен ранжированный список сокращённого набора показателей, используемых для решения задачи классификации испытуемых на группы практически здоровых лиц и больных эпилепсией.

Таблица 88 – Усредненные ранги сокращённого набора показателей, используемых для распределения исследуемых на практически здоровых лиц и больных эпилепсией при помощи ИНС MLP 24:12:1

Показатели	Усреднённое значение ранга
Спектральные показатели ЭЭГ	10
Показатели ВСР	13
Показатели кросскорреляционной функции ЭЭГ	15

В решении данной задачи, наибольшее значение имеют данные спектрального анализа ЭЭГ (показателей средней мощности и частоты ЭЭГ в фоновой записи).

Таким образом, технология ИНС позволила не только осуществить решение задачи классификации исследуемых на группы с различной результативностью деятельности, но и провести ранжирование показателей, отражающих функционирование различных физиологических механизмов в их влиянии на прогнозируемые показатели (результативность деятельности).

Принципиально важной задачей является прогнозирование течения эпилепсии на основе комплекса физиологических показателей. Для решения данной задачи была проведена процедура выделения кластеров на основе клинических и психосоциальных характеристик больных эпилепсией по показателям среднего ежемесячного числа СПП, ГП за 1 год до включения в исследование, числа принимаемых антиконвульсантов, среднего числа приступов после коррекции лечения, балльной оценки уровня когнитивных,

эмоциональных нарушений и социальной адаптации больных. Было выделено 3 кластера пациентов с эпилепсией, характеристики групп представлены в таблице 89.

Таблица 89. Клинические и психосоциальные характеристики кластеров больных эпилепсией

Показатели	Кластер 1			Кластер 2			Кластер 3		
	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ
Среднее число СПП до коррекции терапии	0,14	0,00	2,00	0,3	0,00	0,3	0,00	0,00	0,00
Среднее число ГП до коррекции терапии	0,25	0,00	0,50	3,00	2,00	3,00	0,25	0,08	1,00
Число принимаемых антиконвульсантов	2,0	1,0	2,0	2,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00
Среднее число СПП после коррекции терапии	0,22	0,00	0,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Среднее число ГП после коррекции терапии	0,00	0,00	0,50	0,22	0,00	0,32	0,00	0,00	0,00
Эмоциональные нарушения, баллы	2,0	1,0	2,0	2,0	1,0	2,0	1,00	1,00	1,00
Когнитивные нарушения, баллы	1,0	1,0	1,0	1,0	0,0	2,0	0,00	0,00	1,00
Социальная дезадаптация, баллы	2,0	1,0	2,0	2,0	1,0	2,0	1,00	0,00	1,00

Статистические различия между группами представлены в таблице 90.

Таблица 90 – Статистические критерии различия клинических и психосоциальных характеристик кластеров больных эпилепсией

Показатели	Н	p
Среднее число СПП до коррекции терапии	28,0	0,0001
Среднее число ГП до коррекции терапии	79,6	0,0001
Число принимаемых антиконвульсантов	22,9	0,0001
Среднее число СПП после коррекции терапии	11,7	0,0030
Среднее число ГП после коррекции терапии	10,5	0,0053
Эмоциональные нарушения, баллы	21,7	0,0001
Когнитивные нарушения, баллы	23,8	0,0001
Социальная дезадаптация, баллы	60,1	0,0001

Графическое изображение характеристик кластеров представлено на рисунке 33.

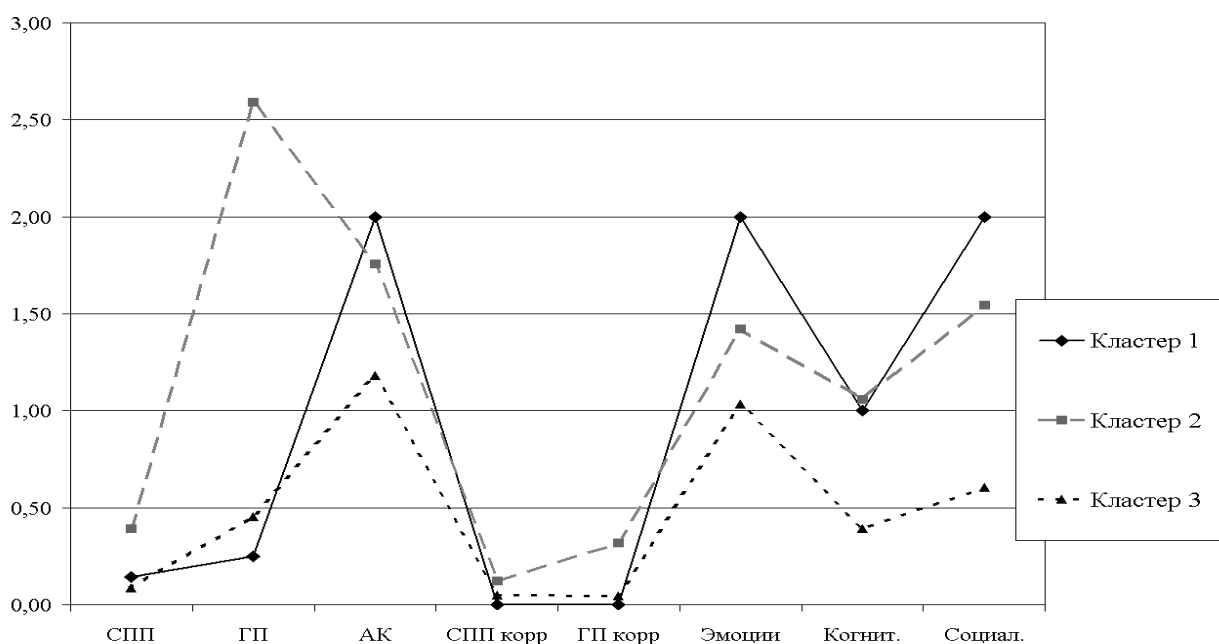


Рисунок 33 – Характеристики кластеров пациентов, выделенных на основе клинических, психологических характеристик и показателей социальной адаптации. Примечание: СПП – сложные парциальные приступы, ГП – генерализованные приступы, АК – число принимаемых антиконвульсантов, корр – после коррекции терапии, Эмоции – эмоциональные нарушения, Когнит – когнитивные нарушения, Социал. – социальная адаптация

Кластер 1 (64 пациента) включает пациентов с преобладанием СПП после коррекции терапии, приёмом более 1 противосудорожного препарата, снижением числа СПП при коррекции терапии (с их сохранением) и достаточно высоким уровнем эмоциональных, когнитивных нарушений и социальной дезадаптации. Кластер 2 (38 пациентов) включает пациентов с преобладанием генерализованных приступов, снижением их числа (с сохранением) после коррекции терапии, преимущественно политерапией, высоким уровнем эмоциональных, когнитивных нарушений и социальной дезадаптации. Кластер 3 (61 пациент) включает больных эпилепсией, преимущественно получающих монотерапию антиконвульсантами с достаточно высокой её эффективностью и минимальным уровнем эмоциональных, когнитивных нарушений и социальной дезадаптации.

Был создан набор ИНС для решения задачи классификации по данным группам больных на основе исследуемых физиологических показателей, была отобрана ИНС с оптимальными характеристиками. Решение задачи классификации больных эпилепсией по данным группам на основе физиологических показателей оказалось достаточно сложным, максимальный набор анализируемых ИНС был ограничен 1000; исходная выборка была разделена на обучающую (50%), контрольную и тестовую (по 25% соответственно). Результатом являлось создание ИНС на основе стандартного набора данных, которая представляла собой многослойный персептрон (MLP 72:11:1). Суммарные характеристики результативности работы данной ИНС представлены в таблице 91.

Таблица 91 – Результаты классификации пациентов с эпилепсией на группы, выделенные по клиническим и психолого-социальным показателям ИНС MLP 72:11:1

Вариант решения	Кластер1	Кластер2	Кластер3	Всего
Правильно	81%	68%	81%	76%
Неправильно	19%	32%	19%	24%

Данная ИНС продемонстрировала удовлетворительную классификационную способность, наиболее сложной задачей являлось выделение пациентов группы 2.

В таблице 92 представлен ранжированный набор показателей, используемых для решения задачи классификации больных эпилепсией на подгруппы.

Таблица 92 – Усредненные ранги показателей, используемых ИНС MLP 72:11:1 для распределения больных эпилепсией на группы с различными клиническими и психолого-социальными характеристиками

Показатели	Усреднённое значение ранга
Спектральные характеристики ЭЭГ	22
Показатели когнитивного ВП Р300	29
Показатели кросскорреляционной функции ЭЭГ	31
Показатели экзогенных ВП	41
Показатели деятельности моторных систем	43
Показатели вегетативного обеспечения деятельности	54

В решении данной задачи наибольшее значение имеют спектральные характеристики, показатели деятельности ассоциативных корковых структур и характеристики кросскорреляционной функции ЭЭГ.

Учитывая сложность решения задачи распределения испытуемых на 3 кластера при помощи технологии ИНС, была проведена процедура объединения кластеров 1 и 2 в общую группу пациентов, характеризующихся неблагоприятным течением заболевания. Таким образом, в сформированную

группу 1 с неблагоприятным течением заболевания вошло 102 человека, в группу 2 (с благоприятным течением заболевания) вошло 61 человек.

В таблице 93 представлены клинические, психологические и социальные характеристики пациентов, включённых в объединённые группы.

Таблица 93 – Клинические, психологические и социальные характеристики пациентов с эпилепсией, включённых в объединённые группы

Показатели	Группа 1			Группа 2			U	p
	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ		
Среднее число СПП до коррекции терапии	0,20	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	2011	0,001
Среднее число ГП до коррекции терапии	0,50	0,16	2,00	0,25	0,08	1,00	2262	0,002
Число принимаемых антиконвульсантов	2,0	1,0	2,0	1,00	1,00	1,00	1731	0,001
Эмоциональные нарушения, баллы	2,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1767	0,001
Когнитивные нарушения, баллы	1,00	0,00	2,00	0,00	0,00	1,00	1652	0,001
Социальная дезадаптация, баллы	2,0	1,0	2,0	1,00	0,00	1,00	943	0,001

Различия между группами достоверны как по числу приступов (с преобладанием в группе 1), так и по числу принимаемых антиконвульсантов, уровню эмоциональных, когнитивных расстройств и нарушений социальной адаптации.

Объединённые группы достоверно различались и по характеристикам моделируемой целенаправленной деятельности (таблица 94).

Таблица 94 – Различия показателей теста Горбова-Шульте в объединённых группах больных эпилепсией

Показатели	Группа 1			Группа 2			U	p
	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ		
Средний интервал выбора, с	2,0	1,3	2,5	1,4	1,2	1,8	1615	0,001
Время после ошибки, с	0,8	0,0	2,5	0,6	0,0	1,4	2618	0,311
Время до ошибки, с	0,2	0,0	0,5	0,1	0,0	0,5	2711	0,435
Среднее число ошибок	0,8	0,0	2,0	0,5	0,0	1,0	2575	0,241

Определялись достоверные различия между группами по среднему времени выбора в тесте Горбова-Шульте, с меньшим временем (большей скоростью) выбора в группе 2.

Было осуществлено решение задачи распределения пациентов с эпилепсией на 2 группы на основе полного набора физиологических показателей. Для решения данной задачи была создана и обучена ИНС, представляющая собой многослойный персептрон с 72 входными нейронами, 24 нейронами промежуточного слоя и 1 выходным нейроном. Результаты классификации испытуемых при использовании данной ИНС представлены в таблице 95.

Таблица 95 – Решение задачи классификации пациентов с эпилепсией в 2 группы с различным течением заболевания на основе физиологических показателей на основе ИНС MLP 72:24:1

Вариант решения	Группа 1	Группа 2	Всего
Правильно	83%	89%	85%
Неправильно	17%	11%	15%

Объединение кластеров пациентов с неблагоприятным течением в общую группу позволило улучшить решение задачи классификации на

основе технологии ИНС. Чувствительность ИНС MLP 72:24:1 составила 83,3%, специфичность 88,5%.

На рисунке 34 представлена ROC-кривая, характеризующая классификационные способности данной ИНС.

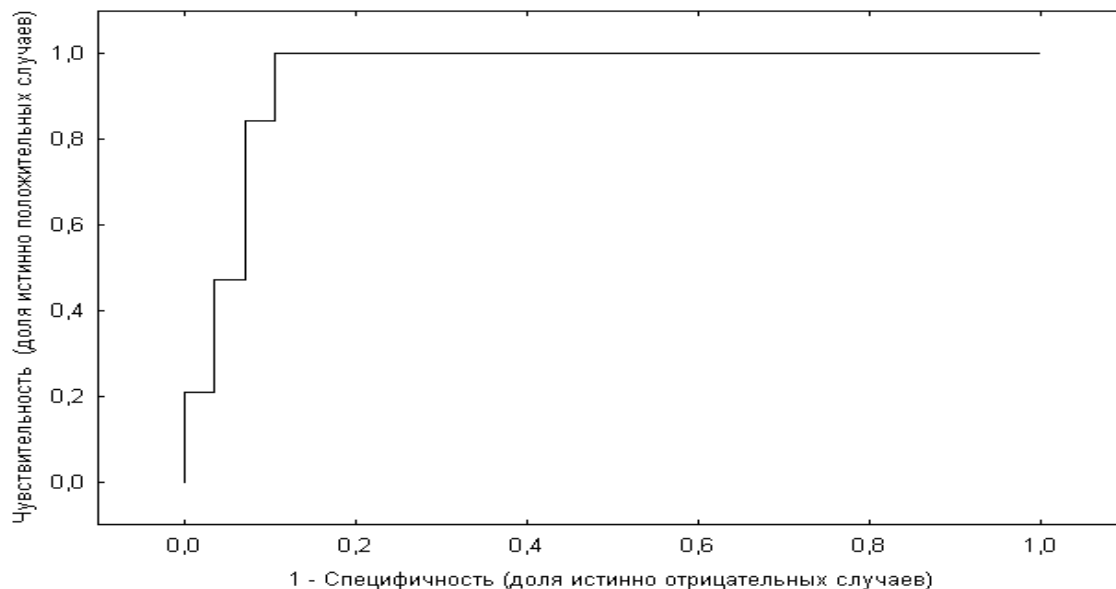


Рисунок 34 – ROC кривая для ИНС MLP 72:8:1, классифицирующей больных эпилепсией по течению заболевания; площадь под кривой 0,947

В таблице 96 представлен ранжированный список показателей, используемых ИНС в качестве входных.

Таблица 96 – Ранжированный список показателей, используемых ИНС MLP 72:24:1 для решения задачи классификации

Показатели	Усреднённое значение ранга
Показатели кросскорреляционной функции ЭЭГ	22
Спектральные характеристики ЭЭГ	29
Показатели вегетативного обеспечения деятельности	31
Показатели экзогенных ВП	41
Показатели деятельности моторных систем	43
Показатели когнитивного ВП P300	54

Также как и для ИНС, обеспечивающей распределение испытуемых на 3 кластера по клиническим и психолого-социальным характеристикам, для решения классификации больных на 2 группы при помощи данной ИНС высоко значимы показатели спектральных характеристик и кросскорреляционной функции ЭЭГ.

Для решения прикладной задачи распределения испытуемых на группы с благоприятным и неблагоприятным течением заболевания была создана ИНС на основе сокращённого набора данных; однако решение данной задачи с использованием только показателей ЭЭГ и ВСР было не удовлетворительным. В связи с этим набор входных переменных был расширен за счёт показателей когнитивного ВП Р300 и характеристик ЗВП. Созданная ИНС представляла собой многослойный персептрон с 33 входными нейронами, 21 нейроном промежуточного слоя и 1 выходным нейроном (MLP 33:21:1). Решение задачи классификации исследуемых на 2 группы на основе сокращённого набора данных решалось для кластера 2 хуже, но позволило уменьшить число исследуемых показателей (таблица 97).

Таблица 97 – Решение задачи классификации испытуемых на кластеры на основе физиологических показателей при помощи ИНС MLP 33:21:1

Вариант решения	Кластер1	Кластер2	Всего
Правильно	85%	75%	81%
Неправильно	15%	25%	19%

В таблице 98 представлен полный набор показателей, используемых ИНС MLP 33:21:1 для решения задачи классификации.

Таблица 98 – Полный набор показателей, используемых ИНС MLP 33:21:1 для распределения испытуемых на группы

Ранг	Показатели	Ранг	Показатели	Ранг	Показатели
1	Амплитуда N2P3 Cz P3	12	VLF BCP	23	Корреляция P3O1
2	СКО BCP	13	Частота бета-1 колебаний ЭЭГ F3	24	Частота корреляции O1O2
3	TP BCP	14	Мощность бета-1 колебаний ЭЭГ F3	25	Амплитуда P50N75 ЗВП Oz
4	Латентность P100 Oz ЗВП	15	Мощность бета-2 колебаний F3	26	Латентность P3 Cz P300
5	Корреляция F3C3	16	Мощность альфа- колебаний O1	27	Частота корреляции P3O1
6	ЧСС	17	Частота альфа- колебаний O1	28	Латентность N2 Cz P300
7	Амплитуда P2N2 Cz P300	18	ИН BCP	29	Частота корреляции F3C3
8	HF BCP	19	RMSSD	30	Частота тета- колебаний F3
9	Мощность тета- колебаний ЭЭГ F3	20	Латентность N145 ЗВП Oz	31	Корреляция O1O2
10	Амплитуда N75P100 ЗВП Oz	21	LF BCP	32	Амплитуда моды BCP
11	Частота корреляции F3F4	22	Мощность бета-2 колебаний F3	33	Корреляция F3F4

Обсуждению полученных результатов посвящена следующая глава.

ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Одной из важнейших особенностей эпилепсии является связь социального функционирования пациентов с пароксизмальным характером расстройств при данном заболевании. Показано, что нарушение социальной адаптации пациентов вызывается клинической манифестацией заболевания в виде приступа. Установлено, что при криптогенных, идиопатических (генетических), а в ряде случаев и при симптоматических (структурно-метаболических) эпилепсиях в интериктальный период показатели адаптации пациентов в социуме приближаются к характеристикам практически здоровых лиц [55, 44, 106]. В связи с этим возникла задача изучения механизмов результативности и эффективности экспериментально моделируемой деятельности у практически здоровых лиц и больных эпилепсией, а также установления взаимосвязи данных феноменов с клиническими характеристиками заболевания для оптимизации тактики ведения пациентов и их реабилитации.

В рамках данной работы проведено исследование эффективности деятельности у практически здоровых людей и больных эпилепсией, при этом «эффективность деятельности» как узловое понятие для физиологии и патологии представляет собой соотношение результативности деятельности и её физиологической стоимости, то есть мобилизуемых и затрачиваемых при этом физиологических (психофизиологических) ресурсов [32, 33, 117, 118, 119, 131]. Была проанализирована как специфика физиологических механизмов, определяющих различия эффективности деятельности и их системная организация, так и связь данных феноменов с клиническими особенностями эпилепсии.

Эффективное решение задачи кластеризации отражает неоднородность исследуемых по характеристикам результативности деятельности [216]. Вышеописанная группа 2 больных эпилепсией имеет достоверно более низкие показатели результативности как по сравнению с практически

здоровыми лицами, так и с группой 1 больных эпилепсией, в связи с чем группа 1 пациентов обозначена как результативная, а группа 2 как низко результативная. Различия показателей результативности между данными группами характеризуются не только временем реакции, но и числом ошибок и скоростью реакции после ошибочного ответа, что указывает на комплексный характер механизмов, определяющих результативность в группах [185]. Принципиально важной является связь между «системоквантом» моделируемой деятельности [197] и клиническими характеристиками заболевания; установлено, что низко результативная группа больных более резистентна по отношению к противосудорожной терапии (по уровню генерализованных эпилептических приступов после коррекции терапии), имеет худшие показатели психосоциальной адаптации по характеристикам когнитивных нарушений и социальному функционированию. Доминирование в данной группе пациентов с симптоматической (структурно-метаболической) эпилепсией с клинко-неврологических позиций отражает связь недостаточности функционирования церебральных механизмов и низкой результативности деятельности [92, 98, 108, 215, 309, 371, 411].

Среди практически здоровых лиц также выделены группы с различной результативностью деятельности, при этом различия результативности определяются в основном числом ошибок, что может отражать недостаточность селективного внимания в низко результативной группе практически здоровых лиц [146].

Различия результативности деятельности у практически здоровых лиц и больных эпилепсией из группы 1 определяются временем реакции, при этом скорость реакции после ошибочного ответа в группе больных эпилепсией выше, что указывает на возможную компенсаторную мобилизацию ресурсов после ошибки при моделировании стереотипной деятельности у пациентов данной группы [59, 76, 77].

Установленные различия результативности деятельности в группах практически здоровых лиц и больных эпилепсией, а также связь результативности с клиническими особенностями пациентов с эпилепсией предполагают необходимость сравнительного анализа отдельных физиологических и психофизиологических механизмов целенаправленной деятельности в группах. При этом последовательно анализируется деятельность модулирующих функциональную активность головного мозга неспецифических стволовых структур; активность сенсорных механизмов, ассоциативных корково-подкорковых механизмов, а также субсистем моторного и вегетативного обеспечения деятельности и психометрические характеристики, отражающие различные уровни и аспекты интегративной организации поведения [87, 156].

Выбранные для анализа диапазоны спектрального анализа ЭЭГ (тета-, альфа-, бета-1) являются стандартными для клинической электроэнцефалографии и в то же время дают суммарную характеристику взаимодействия стволовых модулирующих влияний и функциональной активности корковых нейронных популяций [73]. Увеличение мощности тета-колебаний и более низкая частота альфа-колебаний у больных эпилепсией с преобладанием мощности тета-колебаний и наименьшей частотой альфа-колебаний в низко результативной группе больных, демонстрируют усиление синхронизирующих стволовых влияний как отражение сниженной продуктивной активации головного мозга в данной подгруппе [66]. При этом меньший уровень продуктивной активации головного мозга, проявляющийся большей мощностью тета-колебаний в лобных отведениях, приводит к низкой результативности деятельности и у практически здоровых лиц.

Более высокий уровень частоты альфа-колебаний ЭЭГ у практически здоровых лиц с позиции двухфакторной модели регуляции бодрствования, описывающей субсистемы продуктивной и непродуктивной активации, может указывать на преобладание в данной группе механизмов первой

группы, увеличивающих результативность выполнения задач [58]. На основании выявленной стабильно сниженной частоты альфа-колебаний у больных эпилепсией в низко результативной группе можно предположить большую роль функционирования механизмов «непродуктивной» активации, подавляющей текущую деятельность у больных эпилепсией данной группы и доминировании механизмов «продуктивной» активации, определяющих результативность деятельности у практически здоровых лиц. Увеличение мощности альфа-колебаний ЭЭГ в центрально-височных отведениях могут указывать на большую распространённость альфа-колебаний как отражение активности синхронизирующих таламокортикальных структур в низко результативной группе практически здоровых лиц [48].

Интерпретация бета-колебаний ЭЭГ в настоящее время имеет двойственный характер: существуют данные о связи мощности бета-колебаний с активностью ГАМК-ергических медиаторных систем [48], что объясняет высокую мощность данной спектральной составляющей у больных эпилепсией, получающих антиконвульсанты; в то же время традиционные представления ассоциируют бета-колебания с явлениями активации головного мозга [73, 204]. Показано, что подавление бензодиазепинами эмоциогенных структур лимбико-ретикулярного комплекса усиливает бета-активность в этих структурах, которая гасит генерализацию эпилептической активности и повышенную патологическую активность в образованиях лимбической системы [48].

Показатели синхронности ЭЭГ сигнала как отражение напряжённости функционирования различных зон коры [114, 312, 419]; указывают с одной стороны на более высокий уровень патологической синхронизации ЭЭГ сигнала у больных эпилепсией, при этом данные явления более выражены в низко результативной группе, а с другой отражают большую напряжённость функционирования церебральных механизмов [24, 207].

Показатели экзогенных ВП оценивались как характеристики функциональной активности афферентных (сенсорных) механизмов,

преимущественно их корковых компонентов [47]. Выявленные достоверные изменения амплитудных характеристик преимущественно ранних компонентов зрительных ВП, с наименьшими значениями амплитуды в низко результативной группе, отражают как особенности функционирования ингибирующих корковых механизмов в данной группе, так и побочное действие антиконвульсантов [314, 379].

При анализе деятельности ассоциативных субсистем и механизмов по данным латентности N2 и P3 показателей P300 в низко результативной группе больных эпилепсией выявляется большее время реализации нейрофизиологических механизмов опознания стимула и принятия решения в отношении реакции на него [279]. Меньшая активация ассоциативных зон коры по показателю амплитуды P3 у пациентов в кластере 2 сопровождается большим числом ошибок, то есть высокий уровень ошибок вследствие недостаточной точности выборов и большее время реакции, сопровождается сниженной активацией ассоциативных зон коры головного мозга при принятии решения в отношении действующего стимула. Вместе с тем, у больных с низкой результативностью деятельности опознание стимула сопровождается более мощным биоэлектrogenезом (по показателю амплитуды N2), что отражает вовлечение большего числа нейронных корковых популяций в реализацию ответа [62, 428]. В результативной группе практически здоровых лиц также определяется высокий уровень биоэлектrogenеза в ассоциативных зонах коры при опознании стимула по характеристике амплитуды N2 компонента. То есть, высокая амплитуда N2 компонента при низкой результативности деятельности у больных эпилепсией может отражать своеобразную недостаточность компенсаторной реакции увеличения мощности биоэлектrogenеза в ассоциативных зонах коры при реализации перцептивных процессов [47, 310]. Большая активация ассоциативных зон коры при принятии решения по отношению к стимулу по показателю амплитуды P3 у практически здоровых лиц закономерно

сопровождается более высокими показателями результативности деятельности [218].

Моторные системы являются важнейшим компонентом механизмов системной организации деятельности человека, входя в структуру как центральной архитектоники механизмов реализации целенаправленного поведения, так и в эфферентное звено обеспечения результативного действия [78]. Показана принципиальная роль механизмов моторного обеспечения деятельности в функционировании как эпилептических, так и антиэпилептических систем у больных с различными формами эпилепсии [89, 267]. В ходе реализации поставленных задач была осуществлена оценка деятельности иерархически организованных моторных систем на основе показателей УНВ (корковые механизмы готовности к реализации двигательного ответа), характеристик F-ответа (сегментарные механизмы реализации двигательной функции) и показателей психомоторных тестов (суммарная характеристика деятельности моторных систем) [185, 352, 427]. При анализе особенностей функционирования данных механизмов установленная меньшая амплитуда УНВ в группе больных эпилепсией с низкой результативностью деятельности отражает недостаточную активацию коры при реализации механизмов готовности к моторной реакции [254]. Достоверных различий по показателям F-ответа, характеризующим функционирование сегментарного мотонейронного аппарата, между подгруппами не выявлено, что указывает на меньшую роль функционального состояния спинальных структур в моделируемой целенаправленной деятельности [427].

Показатели ПЗМР являются комплексной характеристикой активности сенсомоторных механизмов, отражая совокупность процессов от сенсорного (восприятие и идентификация стимула) до моторного периода, и тем самым характеризуют их замедление в низко результативной группе больных эпилепсией [126]. РР как разновидность сложной сенсомоторной реакции также демонстрирует худшие значения в низко результативной группе

больных эпилепсией; при этом процесс обработки информации в рамках данной реакции реализуется по принципу отбора сигналов [209]. Выявлены также достоверные изменения ТТ, характеризующие общую работоспособность индивидуума, с наименьшей частотой ударов и большим междударным интервалом в группе 2 больных эпилепсией, что ассоциируется с недостаточностью психофизиологических феноменов активации (силы) нервной системы [49, 185]. Выявленное достоверное замедление ПЗМР, РР и снижение скорости ТТ в низко результативной группе больных эпилепсией следует интерпретировать комплексно, в совокупности с особенностями других нейрофизиологических показателей, в частности, с недостаточной активацией корковых механизмов при принятии решения и готовности к моторному ответу, что указывает на недостаточную мобилизацию центральных механизмов двигательных систем в данной подгруппе [353]. Отсутствие различий показателей моторного обеспечения деятельности в группах практически здоровых лиц указывает на меньшую роль данных механизмов в определении результативности деятельности. Формируется специфический паттерн организации моторных систем у практически здоровых лиц и больных эпилепсией с различной результативностью деятельности.

Проводилось оценка механизмов вегетативного обеспечения деятельности по данным исследования ВСР, показателей ФВД и газового метаболизма [36]. При анализе особенностей механизмов вегетативного обеспечения деятельности по данным статистических показателей динамического ряда R-R интервалов выявлен большой уровень активации симпатического отдела автономной нервной системы у больных эпилепсией. Меньшая мощность спектральных составляющих ВСР в группе больных эпилепсией с низкой результативностью деятельности отражает с позиции информационно-регуляторной концепции [2, 127] недостаточную динамичность включения иерархически организованных центров вегетативного обеспечения в моделируемую деятельность. Наибольшая

активация симпатического отдела автономной нервной системы как компонента стресс-реализующих субсистем [189, 259] определяется в низко результативной группе больных эпилепсией, при этом данный феномен выражен на всех этапах функциональной нагрузки; после нагрузочного тестирования в данной группе определяется ещё более выраженное нарастание стресс-индекса. Важно, что у практически здоровых лиц динамическое умеренное нарастание симпатических влияний в ходе целенаправленной деятельности ассоциировано с большей результативностью поведения, что соответствует данным литературы [84, 116, 146].

Особенности функционирования механизмов внешнего дыхания в группах характеризуются более высоким уровнем лёгочной вентиляции после как когнитивной, так и гипервентиляционной нагрузки в низко результативной группе больных эпилепсией, наименьшие значения определяются в результативной группе больных эпилепсией. В результативной группе практически здоровых лиц после когнитивной нагрузки также сохраняется более высокий уровень лёгочной вентиляции по сравнению с низко результативной группой здоровых лиц. При рассмотрении соматических проявлений различных форм поведения живого организма с эволюционной точки зрения показано, что глубокое и частое дыхание является одной из наиболее характерных реакций в условиях стресса; представляя собой, так называемую адаптивную гипервентиляцию, при которой приспособительные реакции обеспечивают новый уровень жизнедеятельности организма. То есть, непровольная гипервентиляция включается в рамках приспособительной реакции, выработанной в процессе филогенеза и предназначенной для подготовки организма к длительной работе (бегству, борьбе, подъёму на высоту) или задержке дыхания [36, 37]. В совокупности данные факты указывают на больший уровень активации стресс-реализующих механизмов у больных эпилепсией, причём в низко результативной группе больных эпилепсией активация стресс-реализующих

механизмов сохраняется и после снятия нагрузки (по показателям индекса напряжения ВСР, уровня лёгочной вентиляции). Своеобразной «ценой» высокой результативности деятельности у практических здоровых лиц также является активация данных механизмов [168, 189].

Системно-функциональный подход предполагает изучение психометрических характеристик в континууме целенаправленной деятельности с описанием особенностей мотивационной сферы, эмоциональных характеристик, процессуальной стороны деятельности [180]. Продемонстрирована особенность психометрических показателей в группе больных эпилепсией в виде доминирования мотива избегания и снижения внутренних мотивов по отношению к моделируемой деятельности, то есть преобладание мотивов, определяющих избегающий характер поведения [94]. Исследование при помощи проективных тестов позволяет в глубинной структуре личности и характере влечений определить преобладание в результативной группе больных эпилепсией эпилептического вектора, который в филогенетическом аспекте отражает склонность к реализации защитных механизмов блокировки биологических моделей поведения, стремление «прикинуться мёртвым», а в социальном плане может отражать накопление грубых аффектов. В низко результативной группе больных эпилепсией установлено преобладание истероидного вектора, отражающего склонность к филогенетическим реакциям моторной гиперактивности («двигательная буря»), а в социальном аспекте характеризующего демонстративность, потребность в успехе и признании [194]. Доминирующий у практически здоровых лиц паранойяльный вектор не имеет интерпретации в филогенетическом аспекте, характеризуется высокой эмоциональностью, экстраверсией, склонностью к построению идеальной модели поведения.

При характеристике эмоциональной сферы у больных эпилепсией определяются достоверно более высокий уровень тревожности и соматического компонента депрессии. С нейрофизиологической позиции

обсуждается связь аффективных нарушений при эпилепсии с локализацией патологического очага, в частности особую роль имеет височная (мезиотемпоральная) локализация эпилептогенного очага и вторичное снижение активности и дисфункция лобных долей [278]. Психологические аспекты данного феномена связаны с реакцией на возникновение дезаптирующего пациентов расстройства [105, 106, 294].

Рассматривая агрессивное поведение как неадекватную защитную реакцию на стрессовые факторы, которая является противоположностью адаптивному поведению, а агрессивность как психологическую характеристику, отражающую способность субъекта испытывать эмоциональные состояния с готовностью нанести вред себе и окружающим [135], на основании результатов теста Басса-Дарки можно определить преобладание подобных моделей поведения в низко результативной группе больных эпилепсией.

Процессуальные и нейродинамические характеристики деятельности при эпилепсии, характеризуются сниженными показателями экстраверсии, а также эргичности, пластичности и темпа деятельности, как в предметной сфере, так и в сфере социальных взаимоотношений, что соответствует данным научной литературы [445].

Показатели качества жизни, оцененные как характеристики социальной адаптации, демонстрируют снижение общих показателей здоровья, физического функционирования в низко результативной группе больных эпилепсией, в этой же группе выявляются нарушения взаимодействия в сфере микросоциального окружения и недостаточность социального функционирования, что также характерно для больных эпилепсией с сохраняющимися приступами [343].

Возможна интерпретация психологических и социально-психологических особенностей больных эпилепсией с низкой результативностью деятельности как отражения системного социально-психологического и психофизиологического феномена, при котором

специфика мотивационно-эмоциональной сферы направляет мобилизованные ресурсы не на внешнюю, социально-ориентированную и социально приемлемую деятельность (социальный контур поведения), а на неадекватные защитные реакции на стрессовые факторы в виде увеличения агрессии, интроверсии личности, что сопровождается большей вероятностью реализации архаичных биологических моделей поведения, которые проявляются в форме эпилептических приступов [70, 71, 308].

Особый интерес представляет сравнение показателей функционирования физиологических механизмов у исследуемых в низко результативной группе практически здоровых лиц и больных эпилепсией. При анализе результативности деятельности обращает на себя внимание сходство низко результативной группы практически здоровых лиц с группой 1 пациентов с эпилепсией; а по показателям быстроты ответа до ошибки и после ошибки, а также среднему числу ошибок пациенты из результативной группы больных эпилепсией имеют даже более оптимальные показатели. В низко результативной группе практически здоровых лиц определяется увеличение активности синхронизирующих стволовых влияний и нарастание мощности тета-колебаний, увеличение мощности альфа-колебаний, а также снижение активации ассоциативных зон коры головного мозга при принятии решения в отношении стимула по данным когнитивного вызванного потенциала P300, что сближает их с характеристиками пациентов, страдающих эпилепсией. Феномен включенности «пароксизмальных моделей поведения» в широкий набор поведенческих программ обсуждается в литературе [38, 70, 71] и связан, с одной стороны, с решением проблемы предрасположенности к пароксизмальным расстройствам, а с другой – с провоцирующей ролью интенсивной низкоэффективной деятельности в реализации патологических моделей поведения.

При изучении внутрисистемных отношений в исследуемых группах практически здоровых лиц и больных эпилепсией при помощи корреляционного анализа взаимосвязей показателей и факторного анализа

оценивалась как специфика взаимодействия физиологических механизмов, так и напряжённость внутрисистемных отношений и уровень «физиологических затрат» («физиологическая стоимость») при реализации деятельности.

Оценка парных корреляций между полным набором физиологических показателей в фоновом состоянии продемонстрировала особенности сопряжения функционирования различных физиологических механизмов в группах исследуемых лиц. Большее число корреляций у пациентов с эпилепсией указывает на большую сопряжённость взаимодействия различных физиологических субсистем [175], что требует большей мобилизации физиологических ресурсов и указывает на рост внутрисистемной напряжённости [26]; при этом наиболее выражены данные феномены в низко результативной группе больных эпилепсией. Содержательный анализ отдельных парных корреляций представляет собой сложный процесс, тем не менее, можно выделить парные корреляции, отражающие как специфические, так и неспецифические механизмы взаимодействия, в частности взаимосвязь различных показателей ЭЭГ, ВП с характеристиками ВСР, отражающая влияние стресс-реализующих субсистем [405, 449]. Факторный анализ позволил выделить латентные переменные, нагружающие группы физиологических параметров, при этом интерпретации его результатов с позиции сопряжения исследуемых показателей и характеристик внутрисистемного напряжения альтернативна корреляционному анализу [28, 340]. Выделяемое в группе практически здоровых лиц большее число факторов, каждый из которых коррелирует с определённой группой исследуемых параметров, то есть большая гетерогенность факторной структуры, отражает относительно автономное функционирование различных физиологических механизмов в исходном состоянии. В частности, выделены следующие факторы: выделен фактор 1, характеризующий активность ассоциативных корково-подкорковых механизмов; фактор 2, описывающий механизмы синхронизации корковой

активности; фактор 3, отражающий активность афферентных механизмов; фактор 4, характеризующий активность моторных систем; фактор 5, отражающий специфическую зрительную афферентацию; фактор 6, описывающий механизмы вегетативного обеспечения. У пациентов с эпилепсией из группы 1 выявлено меньшее число факторов, при этом два из них коррелируют с большим числом физиологических параметров, в частности, с показателями механизмов моторного и вегетативного обеспечения деятельности. У пациентов с эпилепсией из группы 2 определяющееся уменьшение числа факторов приводит к усложнению структуры факторных нагрузок; фактор 2 коррелирует как с показателями деятельности моторных субсистем, так и с характеристиками деятельности афферентных структур. В целом данные феномены подтверждают большую сопряжённость функционирования различных физиологических механизмов в исходном состоянии в низко результативной группе больных эпилепсией, что отражает увеличение внутрисистемной напряжённости.

Оценка парных корреляций между показателями ЭЭГ и ВСП (сокращённый набор показателей) позволила охарактеризовать динамику внутрисистемных взаимоотношений в группе практически здоровых лиц и больных эпилепсией с разной результативностью деятельности. У практически здоровых лиц отсутствие достоверных корреляций в фоновом состоянии свидетельствует о минимальном сопряжении физиологических механизмов и низком уровне функционального напряжения, компоненты которого сохраняются после когнитивной нагрузки, на что указывают достоверные корреляционные связи в данном состоянии. В группе 1 больных эпилепсией исходное состояние характеризуется большей внутрисистемной напряжённостью, которая уменьшается после функциональной нагрузки. Группа 2 больных эпилепсией характеризуется как высоким исходным уровнем сопряжения характеристик ЭЭГ и ВСП, так и сохранением данного феномена после когнитивной нагрузки, то есть сохраняющейся внутрисистемной напряжённостью. Учитывая высокий уровень активации

стресс-реализующих механизмов в данной группе по показателям ВСР, предполагается наличие неспецифического характера данных взаимосвязей, отражающих нейрофизиологические корреляты дистресса [168, 405].

Аналогичный характер динамики внутрисистемных отношений определяется и при гипервентиляционной нагрузке: нарастание и спад внутрисистемной напряженности у практически здоровых лиц, более выраженное сопряжение показателей, сохраняющееся и после нагрузки у больных эпилепсией, с большим уровнем внутрисистемного напряжения после нагрузки у пациентов в низко результативной группе.

Число факторов и коррелирующие с факторами параметры ЭЭГ и ВСР были прослежены и в динамике моделируемой целенаправленной деятельности; при этом в группе практически здоровых лиц большее число факторов отражает гетерогенность физиологических механизмов, включённых в деятельность и меньшую их сопряжённость. Факторы, выделенные в подгруппах, отражают механизмы синхронизации корковой активности (факторы, связанные с показателями кросскорреляционной функции ЭЭГ), вегетативной регуляции (факторы, нагружающие показатели ВСР) или взаимоотношения стволовых модулирующих структур и суммарной корковой нейрональной активности (факторы, коррелирующие с показателями спектрального анализа ЭЭГ). После нагрузки в данной группе число связанных с факторами показателей уменьшается. В группе больных эпилепсией меньшее число факторов нагружает большее число физиологических параметров в исходном состоянии; в период после когнитивной нагрузки число факторов и факторных нагрузок значительно не меняется, причём более выражены данные феномены в низко результативной группе больных эпилепсией, что подтверждает высокую сопряжённость взаимодействия физиологических механизмов и большее внутрисистемное напряжение, сохраняющееся после завершения моделируемой целенаправленной деятельности. Аналогичные феномены выявляются и при гипервентиляционной нагрузке.

Дополнительно были проанализированы особенности взаимоотношения показателей вегетативного обеспечения (по характеристикам ВСР и ФВД) на всех этапах моделируемой целенаправленной деятельности. Специфика взаимоотношения данных показателей аналогична вышеописанным: в группе практически здоровых лиц исходная структура взаимосвязей характеризует умеренное взаимодействие кардиореспираторных механизмов, с последующим нарастанием сопряжённости во время функциональной нагрузки и уменьшением её после нагрузки, что соответствует данным литературы [25, 84, 238, 405]. В группе больных эпилепсией происходит нарастание внутрисистемного сопряжения механизмов вегетативного обеспечения деятельности, которое сохраняется после снятия функциональной нагрузки, что наиболее выражено в низко результативной группе.

Таким образом, специфика внутрисистемных отношений в низко результативной группе больных эпилепсией характеризуется избыточной мобилизацией физиологических ресурсов, которая сохраняется и после устранения функциональной нагрузки, что в сочетании с низкой результативностью деятельности снижает её эффективность. Значимой является связь высоких физиологических затрат и низкой результативности деятельности с неблагоприятным течением заболевания в данной группе.

Использование технологии ИНС было направлено на достижение как прикладной задачи классификации испытуемых на группы с определёнными показателями результативности деятельности или клиническими характеристиками на основе комплекса физиологических параметров, так и более широкой теоретической задачи анализа механизмов, обеспечивающих реализацию результативного поведения [69, 361].

Основой для решения данных задач являлось ранжирование параметров, используемых для прогноза и объединение их в группы, отражающие деятельность определённых физиологических механизмов. Показатели спектрального анализа ЭЭГ использовались как характеристики

деятельности неспецифических модулирующих структур головного мозга [274], параметры кросскорреляционной функции ЭЭГ отражали уровень синхронизации деятельности корковых структур [419], используемые показатели экзогенных ВП отражали функционирование специфических афферентных систем [322], а показатели эндогенных (когнитивных) ВП – активность ассоциативных корково-подкорковых механизмов [47]. Данные анализа амплитуды УНВ, СЭНМГ с регистрацией F-ответа и психомоторных тестов были сгруппированы в набор показателей, характеризующих иерархически организованные моторные системы (показатели моторного обеспечения моделируемой целенаправленной деятельности) [353]. Как показатели деятельности механизмов вегетативного обеспечения оценивались параметры анализа ВСР и ФВД [36].

Более высокий уровень усреднённого ранга показателей экзогенных ВП и когнитивных ВП при решении задачи классификации практически здоровых лиц на группы с различной результативностью деятельности указывает на большую значимость активности специфических афферентных и ассоциативных корковых структур в результативности моделируемой целенаправленной деятельности в данной группе. При использовании генетического алгоритма отбора данных на высшие ранги также выходят показатели деятельности ассоциативных корковых структур. В группе больных эпилепсией высшие ранги, наряду с показателями моторных функций, занимают характеристики кросскорреляционной функции ЭЭГ, отражающие синхронизацию корковой активности и увеличение напряжённости функционирования распределённых корковых популяций. Альтернативный способ отбора данных при помощи генетических алгоритмов также определяет высокую значимость показателей деятельности моторных систем для решения задачи классификации больных эпилепсией на группы с различной результативностью моделируемой деятельности.

Учитывая более высокий уровень амплитуды когнитивных и экзогенных ВП в группе практически здоровых лиц, а также низкие

показатели психомоторных тестов и высокие внутри- и межполушарные корреляции ЭЭГ у больных эпилепсией, можно говорить об особенностях механизмов обеспечения результативной деятельности в группах обследуемых пациентов. Так у практически здоровых лиц большую роль играет включение специфических механизмов обработки информации за счёт деятельности афферентных и ассоциативных систем; у больных эпилепсией доминирует роль функционирования иерархически организованных моторных субсистем, обеспечивающих эффекторный ответ, и синхронизация деятельности корковых структур, как отражение напряжённости их функционирования или (с учётом замедления средней частоты и достоверного нарастания медленно-волновой составляющей спектра ЭЭГ) степень распространения медленно-волновой активности ЭЭГ, что может являться нейрофизиологическим коррелятом механизмов непродуктивной активации.

ИНС, обеспечивающая решение задачи классификации испытуемых на группу практически здоровых лиц, больных эпилепсией с различной результативностью деятельности при хорошей классификационной способности демонстрирует различие доминирующих во влиянии на результативность физиологических механизмов в группах: наибольшее значение в решении данной задачи имеют показатели афферентных и моторных субсистем, что обсуждалось выше. Классификационная способность данной ИНС может иметь прикладное значение, учитывая большую частоту генерализованных судорожных приступов после коррекции терапии, высокий уровень когнитивных нарушений и сложности социальной адаптации в низко результативной группе больных эпилепсией.

Решение задачи распределения исследуемых на группу практически здоровых и больных нельзя считать прикладной, поскольку задача дифференциальной диагностики не устанавливалась исходно и в группу больных эпилепсией включались только пациенты с установленным диагнозом, в то время как у здоровых наличие эпилептических приступов

являлось критерием исключения. Вместе с тем, хорошая классификационная способность данной ИНС позволяет ещё раз подчеркнуть роль различий механизмов деятельности афферентных корковых структур, степени синхронности ЭЭГ, а также различия в напряжённости функционирования механизмов вегетативного обеспечения деятельности в специфике системной организации функций у практически здоровых лиц и больных эпилепсией, а также использовать данную ИНС для получения дополнительной диагностической информации.

Созданная для решения задачи распределения больных с эпилепсией на группы с различными клиническими и психосоциальными характеристиками ИНС предполагает использование её с практической целью. Хорошая классификационная способность данной ИНС позволяет решить прикладную задачу прогнозирования «благоприятного» и «неблагоприятного» (с высоким уровнем приступов, числом принимаемых антиконвульсантов, эмоциональных, когнитивных нарушений и социальной дезадаптации) течения эпилепсии.

Таким образом, включение специфических механизмов системной организации функций (афферентных механизмов, деятельности ассоциативных корковых структур) при оптимальном уровне активности стресс-реализующих механизмов и сопряжённости физиологических показателей в процессе модулируемой целенаправленной деятельности является особенностью результативного поведения у практически здоровых лиц. У больных эпилепсией при высокой мобилизации механизмов вегетативного обеспечения, росте внутрисистемного напряжения большую роль в результативности деятельности играют менее специфические (по отношению к моделируемой деятельности) механизмы функционирования моторных систем и синхронизации корковой активности. При этом уменьшение эффективности моделируемой целенаправленной деятельности в низко результативной группе больных эпилепсией происходит не только за счёт снижения её результативности, но и вследствие нарастания

физиологических трат при её реализации. Высокий уровень физиологических затрат, характеризующийся избыточной сопряжённостью функционирования физиологических механизмов, сохраняется в низко результативной группе после прекращения моделируемой деятельности. То есть, базовой характеристикой, определяющей особенности системной организации целенаправленного поведения в группах практически здоровых лиц и больных эпилепсией, является понятие «эффективности» деятельности.

Различие эффективности целенаправленной деятельности как узлового понятия физиологии и патологии, рассмотренного по отношению к практически здоровым лицам и больным эпилепсией может быть проанализировано на разных уровнях системной организации поведения.

Теория функциональных систем постулирует, что основным механизмом изменения поведения при высокой цене деятельности является перестройка различных его компонентов, в том числе мотивационной основы за счёт корригирующих воздействий со стороны акцептора результата действия, направленное на мотивационную компоненту афферентного синтеза [9, 117, 229], а также на изменение программ и моделей деятельности. При этом возможен выбор тактики «преодоления» со значительными физиологическими тратами (гомеокинетические программы) [4] или «избегания» с экономией физиологических ресурсов (гомеостатические программы) [68]. Показано преобладание гомеостатических программ поведения при болезни Паркинсона, которую считают альтернативным эпилепсии состоянием [38]. Учитывая динамику внутрисистемных взаимосвязей в группе больных эпилепсией, предполагается преобладание у больных эпилепсией «гомеокинетических» моделей поведения.

Обсуждая нейрофизиологические механизмы системной организации эффективной деятельности, важно отметить, что сложные зоосоциальные и социальные мотивации инициируются пейсмейкерами, локализующимися не только в гипоталамической области, но и в различных отделах лимбической

системы мозга, в ассоциативных отделах коры больших полушарий [155, 197, 217, 268]. При этом нейрофизиологические механизмы реализации узловых стадий системной организации результативного поведения (афферентный синтез, акцептор результата действия, эфферентная программа действий) ассоциированы со сложной иерархией нервных структур, включающих лобные и височные доли головного мозга [6, 9, 156, 188, 242]. Эти же структурно-функциональные образования являются определяющими в формировании механизмов эпилептогенеза [97, 345, 390, 415]. Разработана концепция системных эпилепсий, которая распространена на различные формы данного заболевания (абсансные эпилепсии, юношеская миоклоническая эпилепсия, парциальная доброкачественная эпилепсия с центрo-темпоральными спайками, синдром Веста). Эта концепция системных эпилепсий постулирует, что клиническая феноменология данных расстройств определяется специализацией вовлечённых в процесс корково-подкорковых нейронных сетей, обеспечивающих определённые физиологические функции в норме [447]. Принципиально важно существование данных систем, как в приступный, так и интериктальный период [378].

То есть, с одной стороны эпилептический очаг оказывает дезорганизующее влияние на интегративную деятельность мозга, снижая результативность поведения; с другой - активность эпилептических нейронных сетей в зонах, ассоциированных с интегративными механизмами поведения, меняет системную организацию поведения в интериктальный период.

Снижение результативности поведения при неблагоприятном течении эпилепсии согласуется с динамической моделью функциональной организации мозга при эпилепсии, согласно которой начало и эволюция заболевания связаны с последовательным развитием ряда феноменов, завершающихся формированием эпилептической структурно-функциональной системы, антисистемы и возможным формированием «эпилептического мозга» [93, 154]. Выделяется 3 типа структурно-

функциональных эпилептических систем, соответствующих наиболее изученным формам эпилепсии: парциальный тип, региональный тип и первично генерализованный тип, для которого характерен дефицит афферентации и тенденция к гиперсинхронизации функциональной активности корковых структур [87, 89, 154]. С патофизиологических позиций эпилептическая система подавляет активность физиологических систем, вызывая нарушение интегративной функции мозга и дезорганизацию его деятельности [20, 112], что может проявиться задержкой нервно-психического развития у детей, когнитивными нарушениями у взрослых, на ЭЭГ отражается задержкой формирования и замедлением основного ритма, нарушением автономности когерентных структур [154]. Вместе с тем, данная теория обосновывает наличие антиэпилептических систем, которые представляют собой совокупность структур и механизмов, препятствующих распространению очаговых разрядов нейронов и реализации эпилептических припадков [113].

В то же время при эпилепсии активность нейронных пулов, обладающих пейсмейкерными свойствами в корково-подкорковых зонах, участвующих в реализации системных механизмов поведения, предполагает высокий уровень активации данных механизмов, что согласуется с вышеописанной концепцией системных эпилепсий (system epilepsies) [447], и может определять высокий уровень мобилизации физиологических ресурсов и трат при реализации деятельности.

Рассматривая молекулярно-биологические и клеточные аспекты данных феноменов, следует отметить, что функционирование нейронных популяций определяется взаимодействием специфических молекулярных рецепторных комплексов и нейромедиаторных систем. Предложена системная парадигма активности нейрона, согласно которой на уровне нейронных популяций достижение результатов выступает как удовлетворение метаболических «потребностей» нейрональных пулов, а множественность нейротрансмиттеров определяют специфику паттернов

функционирования нейронов и обеспечивает их специализацию в процессе системогенеза [167]. При недостаточной результативности деятельности, в случае, если возникает рассогласование между потребностями нейронов и их микросредой, активируется экспрессия ранних генов; нейронные популяции обеспечивают специфические потребности метаболизма, объединяясь с другими элементами в систему, развиваются процессы как нормального, так и патологического системогенеза на данном уровне организации [167, 205].

Связь между молекулярными, генетическими механизмами функционирования нейронных популяций и поведенческими особенностями на уровне организма реализуется через экспрессию нейронами определённых рецепторно-ферментных комплексов [285, 324, 325]. В то же время, фундаментальным молекулярно-биологическим механизмом эпилептогенеза является экспрессия комплекса гетерогенных молекулярных рецепторов (NMDA, AMPA, каинатных, ГАМК) в нейронных сетях специфических зон коры, определяющих изменение возбудимости нейронов и появление у них пейсмейкерных свойств; установлена роль мезолимбических и мезокортикальных систем подкрепления в данных процессах [13, 55, 122, 150, 171, 323, 338, 408].

Концепция мозгового гомеостаза предполагает, что нейрональная, синаптическая патология при эпилепсии, приводит к включению разноуровневых компенсаторных механизмов и к их напряжению. Устойчивость такого состояния относительна и под влиянием различных эндогенных или экзогенных факторов, в том числе истощении нейромедиаторной дофаминергической системы положительного подкрепления, может возникнуть срыв напряженных гомеостатических механизмов, ассоциированный с возникновением приступа [87]. Таким образом, при эпилепсии на уровне нейронных пулов и молекулярно-биологических феноменов описаны механизмы взаимосвязи недостаточной результативности деятельности организма и развития приступов.

С позиции эволюционной физиологии, паттерны поведения, характерные для эпилепсии, встречаются на различных этапах филогенетического развития биологических систем [158, 202, 224, 342]. По мнению Л.О. Орбели [158], с развитием и усложнением организации и установлением новых функциональных отношений, старые отношения не исчезают бесследно, а оказываются заторможенными, замаскированными этими филогенетически более молодыми образованиями. Данный подход к анализу неврологических и психиатрических расстройств разрабатывается в рамках эволюционной физиологии, неврологии, в том числе неоджексонизма [70, 71, 202]. Одной из концепций, возникшей при изучении системной динамики физиологических показателей у здоровых и больных эпилепсией, является концепция вложенности эпилептического паттерна как регрессивной эволюционно древней модели поведения в иерархию поведенческих паттернов [70, 71].

Возможность наличия нескольких альтернативных состояний для нейронных сетей, вовлечённых в патогенез эпилепсии, с фазовыми переходами между ними подтверждена экспериментально и математически для форм идиопатической генерализованной эпилепсии, височной эпилепсии, фотосенситивной эпилепсии. В частности, описаны электрофизиологические феномены бифуркации выбора функциональных состояний у больных эпилепсией, значимые в качестве предикторов эпилептических приступов [302, 350]. Установлено, что эпилепсия характеризуется нелинейной динамикой функционирования нейронных сетей, при этом подчёркивается роль фазового перехода между различными функциональными состояниями (бодрствование – сон, различные фазы сна, напряжённое бодрствование – расслабленное бодрствование) в реализации приступа [248, 302]. При рассмотрении феномена эпилепсии в онтогенетическом аспекте доказана специфичность периодов развития человека не только в плане становления когнитивных и поведенческих функций, но и в аспекте возможности появления на данных этапах развития определённых неврологических и психических расстройств, в том числе

эпилептических синдромов, а также особенностей течения эпилепсии [81, 154]. Таким образом, для возможности развития данного типа патологии необходимо формирование специфических функциональных систем и потенциальная возможность регресса к альтернативным моделям поведения.

Можно говорить о влиянии эпилептогенных зон головного мозга, включающихся в узловыe механизмы системной организации поведения, связанные с выбором программ деятельности, сравнения результата деятельности и его информационной модели, на интегративный показатель целенаправленного поведения – его эффективность. При этом активность данных зон при эпилепсии определяет высокий уровень мобилизации физиологических ресурсов даже при недостаточной результативности деятельности, что сопровождается снижением её эффективности. При невозможности реализации активируемых ресурсов в форме социально-ориентированных адаптивных форм поведения, увеличении физиологической стоимости при их реализации и снижении эффективности деятельности, увеличивается вероятность проявления мобилизованных физиологических механизмов в виде архаических биологических моделей поведения в форме эпилептического приступа.

ВЫВОДЫ

1. Группы практически здоровых лиц и больных эпилепсией неоднородны по показателям результативности моделируемой деятельности. Различия между подгруппами практически здоровых лиц определяются числом ошибочных реакций. Различия между подгруппами больных эпилепсией связаны как со скоростными характеристиками деятельности, так и её точностью; при этом в низко результативной группе больных эпилепсией преобладают пациенты с симптоматическими формами заболевания, данная группа характеризуется резистентностью к антиконвульсантной терапии и более низкими показателями психосоциальной адаптации.

2. Высокая результативность моделируемой деятельности у практически здоровых лиц связана с усилением механизмов продуктивной активации головного мозга, более мощным биоэлектrogenезом ассоциативных субсистем при опознании стимула и принятии решения в отношении реакции на него, умеренной активацией стресс-реализующих структур в ходе моделируемой деятельности. У больных эпилепсией низкая результативность деятельности связана с усилением механизмов непродуктивной активации и избыточной синхронизацией корковой активности, снижением специфической афферентации, увеличением времени реализации корковых механизмов опознания стимула, а также недостаточностью биоэлектrogenеза в ассоциативных корковых зонах при принятии решения в отношении стимула, недостаточной активацией корковых структур при реализации механизмов готовности к деятельности и избыточной активностью стресс-реализующих структур.

3. Снижение результативности деятельности у больных эпилепсией сопровождается преобладанием избегающих мотивов поведения с тенденцией к реализации истероидного фактора влечений, нарастанием показателей агрессии, тревоги и депрессии, что сопровождается снижением темпа, эргичности и пластичности деятельности; уменьшением уровня

социальной адаптации и ассоциировано с неблагоприятным течением заболевания.

4. У практически здоровых лиц особенности внутрисистемных взаимоотношений по данным корреляционного и факторного анализа характеризуются низким уровнем сопряженности физиологических показателей в исходном состоянии, умеренной внутрисистемной напряжённостью во время нагрузки с уменьшением её после нагрузки. У больных эпилепсией определяется высокий уровень внутрисистемного напряжения на всех этапах нагрузочного тестирования, при этом в низко результативной группе пациентов с эпилепсией высокий уровень внутрисистемного напряжения сохраняется и после нагрузки.

5. Наибольшее значение в высокой результативности моделируемой целенаправленной деятельности у практически здоровых лиц имеют специфические механизмы, связанные с функционированием ассоциативных и афферентных систем. У больных эпилепсией доминирующее значение в результативности деятельности играют корковые механизмы готовности к моторной деятельности и степень синхронизации корковой активности.

6. Снижение эффективности целенаправленной деятельности у больных эпилепсией определяется не только уменьшением её результативности, но и ростом физиологических затрат при её реализации, что при недостаточности социальной адаптации сопровождается более неблагоприятным течением заболевания.

7. Алгоритмы с применением технологии искусственных нейронных сетей на основе используемого набора показателей, зарегистрированных в исходном состоянии подготовки к целенаправленной деятельности, позволяют успешно прогнозировать её эффективность у практически здоровых лиц и больных эпилепсией, оценивать особенности течения заболевания, а также распределять исследуемых на группы практически здоровых лиц и больных эпилепсией.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Выделенный комплекс показателей электроэнцефалографии, вызванных потенциалов, характеристик деятельности моторных систем и показателей вегетативного обеспечения деятельности при помощи созданных и обученных искусственных нейронных сетей со специфической архитектурой и набором синаптических весов рекомендуется использовать для прогнозирования эффективности деятельности в группе практически здоровых лиц и больных эпилепсией.
2. Созданные и обученные искусственные нейронные сети на основе выделенного комплекса физиологических показателей позволяют прогнозировать клинические и психолого-социальные особенности течения эпилепсии.
3. Моделирование системных физиологических взаимоотношений целесообразно использовать для определения внутрисистемного напряжения и состояния функциональных резервов у практически здоровых лиц и больных эпилепсией с различной эффективностью деятельности, учитывая связь эффективности деятельности, клинических и психолого-социальных характеристик заболевания.
4. Для увеличения эффективности целенаправленной деятельности у больных эпилепсией значимы мероприятия, направленные, с одной стороны, на активацию специфических психофизиологических афферентных и ассоциативных механизмов, а с другой стороны на активную социальную адаптацию пациентов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агаджанян, Н.А. Учение о здоровье и проблемы адаптации [Текст] / Н.А. Агаджанян, Р.М. Баевский, А.П. Берсенева. – Ставрополь: Изд-во СГУ, 2000. – 204 с.
2. Адаптивные типы регуляции и их роль в развитии патологии беременности и родов [Текст] / В.Ф. Гулик [и др.] // Современные медицинские технологии в акушерстве, перинатологии и гинекологии: материалы юбилейной регион. науч.-практ. конф. (Новокузнецк, март 2006). – Кемерово, 2006. – С. 22-25.
3. Айзенк, Г. Личность профиль по Айзенку: руководство [Текст] / Г. Айзенк, Г. Вильсон, К. Джексон. – М.: Когито-Центр, 1999. – 53 с.
4. Александров, В.И. Оценка функционального состояния горнорабочих по показателям сердечного ритма [Текст] / В.И. Александров // Физиология человека. – 1990. – Т. 16, № 2. – С. 125-134.
5. Алексанян, З.А. Показатели интегративной активности моторной системы в норме и при нейромоторных патологических состояниях [Текст] / З.А. Алексанян, С.П. Романов // Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова. – 2012. – Т. 98, № 11. – С. 1416-1431.
6. Алексеева, О.В. Применение искусственных нейронных сетей в дифференциальной диагностике рецидивирующего бронхита у детей [Текст] / О.В. Алексеева, Д.А. Россиев, Н.А. Ильенкова // Сибирское медицинское обозрение. – 2010. – Т. 66, № 6. – С. 75-79.
7. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем (методические рекомендации) [Текст] / Р.М. Баевский [и др.] // Вестник аритмологии. – 2001. – № 24. – С. 65-86.
8. Анализ вызванной синхронизации и десинхронизации ЭЭГ при эмоциональной активации у человека: временные и топографические

- характеристик [Текст] / Л.И. Афтанас [и др.] // Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова. – 2003. – Т. 53, № 4. – С. 485-494.
9. Анохин, П.К. Кибернетика функциональных систем: избранные труды [Текст] / П.К. Анохин. – М.: Медицина, 1998. – 397 с.
10. Аршавский, Ю.И. Центральные генераторы: механизм работы и их роль в управлении автоматизированными движениями [Текст] / Ю.И. Аршавский, Т.Г. Делягина, Г.Н. Орловский // Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова. – 2015. – Т. 65, № 2. – С. 156-187.
11. Афонин, Д.Н. Прогнозирование результатов лечения воспалительных заболеваний позвоночника с помощью нейронных сетей [Текст] / Д.Н. Афонин, П.Н. Афонин // Материалы V международной научно-технической конференции «Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии». – Владимир-Суздаль, 2002. – С. 68-87.
12. Афонин, П.Н. Применение искусственных нейронных сетей для прогнозирования нарушений жизнедеятельности больных гематогенным остеомиелитом позвоночника [Текст] / П.Н. Афонин, Д.Н. Афонин, В.П. Дору-товт // Вестник новых медицинских технологий. – 2007. – Т. 14, № 3. – С. 42-44.
13. Ахмадеев, А.В. Структурно-функциональная организация палеоамигдалы: фундаментальные закономерности и прикладные аспекты: дис. ... д-ра мед. наук [Текст] / А.В. Ахмадеев. – Саранск, 2009. – 376 с.
14. Баевский, Р.М. Анализ variability сердечного ритма в космической медицине [Текст] / Р.М. Баевский // Физиология человека. – 2002. – Т. 28, № 2. – С. 70-82.
15. Баевский, Р.М. Анализ variability сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем: методические рекомендации [Текст] / Р.М. Баевский // Вестн. аритмологии. – 2001. – № 24. – С. 65-86.
16. Баевский, Р.М. Variability сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения [Текст] / Р.М. Баевский, Г.Г. Иванов

- // Ультразвуковая функциональная диагностика. – 2001. – № 3. – С. 108-127.
17. Белоусов, Д.Ю. Фармакоэкономический анализ применения перампанела при резистентной парциальной эпилепсии [Текст] / Д.Ю. Белоусов, Е.В. Афанасьев, Е.А. Ефремова // Качественная клиническая практика. – 2014. – № 1. – С. 24-39.
18. Белоусова, Л.В. Возрастные особенности связи интеллекта и характеристик ЭЭГ [Текст] / Л.В. Белоусова, О.М. Разумникова, Н.В. Вольф // Журнал высшей нервной деятельности. – 2015. – Т. 65, № 6. – С. 699-706.
19. Бернштейн, Н.А. Биомеханика и физиология движений [Текст] / Н.А. Бернштейн. – Воронеж: МОДЭК, 2004. – 687 с.
20. Бехтерева, Н.П. Здоровый и больной мозг человека [Текст] / Н.П. Бехтерева. – Л.: Наука, 1988. – 262 с.
21. Блудов, А.А. Динамический анализ variability сердечного ритма [Текст] / А.А. Блудов, В.А. Воронцов // Физиология человека. – 1998. – Т. 24, № 6. – С. 66-71.
22. Боков, С.Н. Руководство по применению теста Л. Зонди [Текст] / С.Н. Боков // Вопросы психологии. – 2001. – № 1. – С. 139-140.
23. Борт, А.А. Вегетативное обеспечение функциональных проб в дифференциальной диагностике нейрогенных синкопальных состояний [Текст] / А.А. Борт, В.И. Ларькин // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. – 2014. – Т. 114, № 9. – С. 66-69.
24. Бочкарев, В.К. Оценка эффективности действия ноотропов у больных астеническими расстройствами с использованием метода электроэнцефалографии [Текст] / В.К. Бочкарев // Фарматека. – 2009. – № 7. – С. 73-78.
25. Булатецкий, С.В. Корреляционные взаимосвязи спектральных параметров ритма сердца при проведении психоэмоциональной пробы у лиц с различным уровнем интеллекта [Текст] / С.В. Булатецкий, Ю.Ю. Бяловский // Вестник новых мед. технологий. – 2003. – Т. 10, № 1-2. – С. 20-22.

26. Булатецкий, С.В. Применение метода корреляционных плеяд в изучении особенностей системной организации и продуктивности психофизиологических процессов у курсантов с разной успешностью профессионального обучения [Текст] / С.В. Булатецкий, А.С. Марков // Российский научный журнал. – 2015. – № 6 (49). – С. 150-156.
27. Бурд, С.Г. Юридические аспекты эпилепсии [Текст] / С.Г. Бурд // Эпилепсия и пароксизмальные состояния. – 2011. – № 4. – С. 47-49.
28. Бурдаков, В.В. Факторный анализ нейропсихологических, неврологических, параклинических и лабораторных показателей у больных идиопатической эпилепсией [Текст] / В.В. Бурдаков, Н.В. Гумалатова // Врач-аспирант. – 2011. – Т. 48, № 5.4. – С. 550-559.
29. Бэгги, Э. Социальные аспекты эпилепсии [Текст] / Э. Бэгги, М.Л. Монтичелли // Диагностика и лечение эпилепсий у детей / под ред. П.А. Тёмина, М.Ю. Никанорова. – М.: Можайск-Терра, 1997. – С. 640-655.
30. Бэстенс, Д.Э. Нейронные сети и финансовые рынки: принятие решений в торговых операциях [Текст] / Д.Э. Бэстенс, В.М. Ван ден Берг, Д. Вуд. – М.: ТВП, 1997. – 236 с.
31. Бяловский, Ю.Ю. Капнография в общей врачебной практике [Текст] / Ю.Ю. Бяловский, В.Н. Абросимов. – Saarbrücken: LAP LAMBERT academic publishing, 2014. – 136 с.
32. Бяловский, Ю.Ю. Поведенческий репертуар при адаптации человека к дополнительному респираторному сопротивлению [Текст] / Ю.Ю. Бяловский // Актуальные вопросы клинической и экспериментальной патологии: межрегион. сб. науч. тр. – Рязань, 2005. – С. 34 – 42.
33. Бяловский, Ю.Ю. Системная организация адаптивной деятельности в условиях дополнительного респираторного сопротивления [Текст]: дис. ... д-ра мед. наук / Ю.Ю. Бяловский. – Рязань, 1996. – 287 с.
34. Бяловский, Ю.Ю. Условный дыхательный рефлекс на увеличенное сопротивление дыханию как экспериментальная модель адаптивной

- деятельности [Текст] / Ю.Ю. Бяловский // Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова. – 2012. – № 2. – С. 77-86.
35. Вассерман, Л.И. Психологическая структура качества жизни больных эпилепсией [Текст] / Л.И. Вассерман, В.А. Михайлов, С.Д. Табулина. – СПб.: Психоневрологический институт им.В.М.Бехтерева, 2008. – 22 с.
36. Вегетативные расстройства: Клиника, лечение, диагностика [Текст] / А.М. Вейн [и др.]; под. ред. А.М. Вейна. – М.: Мед. информ. агентство, 2000. – 752 с.
37. Вейн, А.М. Нейрогенная гипервентиляция [Текст] / А.М. Вейн, И.В. Молдовану. – Кишинёв: Штиинца, 1988. – 184 с.
38. Вейн, А.М. Универсальные церебральные механизмы в патогенезе пароксизмальных состояний [Текст] / А.М. Вейн, О.В. Воробьева // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. – 1999. – Т. 99, № 12. – С. 8-12.
39. Власов, П.Н. Анализ «затраты-эффективность» при лечении «новыми» противоэпилептическими препаратами [Текст] / П.Н. Власов, Н.В. Орехова // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. – 2011. – Т. 111, № 10. – С. 39-43.
40. Возрастные аспекты исследования качества жизни больных эпилепсией [Текст] / Э.Г. Меликян [и др.] // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. – 2012. – Т. 112, № 6-2. – С. 78-82.
41. Вольф, П. Нозология эпилепсии и её отражение в классификации [Текст] / П. Вольф // Конференция с международным участием «Современная эпилептология»: материалы (Санкт-Петербург, 23-25 мая 2011) / под общ. ред. Е.И. Гусева, А.Б. Гехт. – М.: АПКИППРО, 2011. – С. 219-231.
42. Воробьева, Е.В. Событийно-связанные потенциалы мозга (P300) и интеллект: психогенетический подход к изучению когнитивного компонента

- [Текст] / Е.В. Воробьева, И.Г. Шевченко, В.В. Чистякова // Северо-Кавказский психологический вестник. – 2005. – № 3. – С. 28-38.
43. Воронин, Р.М. Влияние личностных психологических характеристик на деятельности вегетативной нервной системы у курсантов [Текст] / Р.М. Воронин // Врач-аспирант. – 2010. – Т. 43, № 6. – С. 33-37.
44. Восстановительная терапия и качество жизни больных эпилепсией. Пособие для врачей [Текст] / С.А. Громов [и др.]. – СПб.: НИПНИ им. В.М. Бехтерева, 2004. – 18 с.
45. Гаибова, Т.В. Статистические методы системного анализа: методические указания к лабораторному практикуму [Текст] / Т.В. Гаибова, Н.А. Шумилина. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2005. – 18 с.
46. Глухов Д.В. Профессиональная надёжность офицеров оперативного управления под воздействием информационного стресса [Текст] / Д.В. Глухов, Н.Н. Михайлин, Е.В. Жовнерчук // Психическое здоровье. – 2011. – Т. 9, № 5 (60). – С. 70-73.
47. Гнездицкий, В.В. Атлас по вызванным потенциалам мозга (практическое руководство, основанное на анализе конкретных клинических наблюдений) [Текст] / В.В. Гнездицкий, О.С. Корепина. - Иваново: ПресСто, 2011. – 532 с.
48. Гнездицкий, В.В. Обратная задача ЭЭГ и клиническая электроэнцефалография (картрирование и локализация источников электрической активности мозга) [Текст] / В.В. Гнездицкий. – М.: МЕДпресс-информ, 2004. – 624 с.
49. Голубева, Э.А. Общая и дифференциальная психофизиологии: взаимовлияние научных школ Б.М. Теплова и Е.Н. Соколова [Текст] / Э.А. Голубева // Вестник Московского университета. Серия 14: Психология. – 2010. – № 4. – С. 32-56.
50. Голубева, Э.А. Способности. Личность. Индивидуальность [Текст] / Э.А. Голубева. – М.: Феникс, 2005. – 511 с.

- 51.Гордеев, С.А. Применение метода эндогенных связанных с событиями потенциалов мозга P300 для исследования когнитивных функций в норме и клинической практике [Текст] // Физиология человека. – 2007. – Т. 33, № 2. – С. 121–133.
- 52.Григорьев, А.И. Концепция здоровья и проблема нормы в космической медицине [Текст] / А.И. Григорьев, Р.М. Баевский. – М.: Фирма «Слово», 2001. – 96 с.
- 53.Григорьян, Г.А. Агрессивное поведение в моделях на животных [Текст] / Г.А. Григорьян // Журнал высшей нервной деятельности. – 2012. – Т.62, № 5. – С. 517-530.
- 54.Гузева, В.И. Медико-социальные аспекты детской эпилепсии [Текст] / В.И. Гузева, А.А. Скоромец // Международная конференция «Эпилепсия – медико-социальные аспекты, диагностика и лечение» / под ред. Е.И.Гусева, А.Б. Гехт. – М., 2004. – С. 148-151.
- 55.Гузева, В.И. Эпилепсия и неэпилептические пароксизмальные состояния у детей [Текст] / В.И. Гузева. – М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2007. – 568 с.
- 56.Гуляева, Н.В. Механизмы вызванной судорожной активностью гибели нейронов [Текст] / Н.В. Гуляева // Конференция с международным участием «Современная эпилептология»: материалы (Санкт-Петербург, 23-25 мая 2011) / под общ. ред. Е.И.Гусева, А.Б. Гехт. – М.:АПКИППРО, 2011. – С. 219-231.
- 57.Гусев, А.Н. Измерение в психологии: общий психологический практикум: 2-е издание [Текст] / А.Н. Гусев, Ч.А. Измайлов, М.Б. Михалевская. – М.: Смысл, 1998. – 286 с.
- 58.Данилова, Н.Н. Физиология высшей нервной деятельности [Текст] / Н.Н. Данилова, А.Л. Крылова. – Ростов н/Д.: Феникс, 2005. – 478 с.
- 59.Дементиенко, В.В. Оценка эффективности систем контроля уровня бодрствования человека-оператора с учетом вероятностной природы

- возникновения ошибок при засыпании [Текст] / В.В. Дементенко, В.Б. Дорохов // Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова. – 2013. – Т. 63, № 1. – С. 24-32.
60. Депрессия в неврологической практике [Текст] / А.М. Вейн [и др.]. – М.: Мед. информ. агентство, 2002. – 156 с.
61. Динамика системы корреляционных взаимосвязей между физиологическими параметрами больных инфарктом миокарда [Текст] / С.О. Стрыгина [и др.] // Математика. Компьютер. Образование. – 2000. – Вып. 7. – С. 685-689.
62. Дипольные модели источников поздних компонентов вызванных потенциалов в вербальных задачах на интермодальное внимание и память человека [Текст] / Е.В. Мнацакян [и др.] // Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова. – 2005. – Т. 55, № 3. – С. 315-321.
63. Джебраилова, Т.Д. Когерентность потенциалов b1 диапазона 71 ЭЭГ и эффективность интеллектуальной деятельности человека [Текст] / Т.Д. Джебраилова, И.И. Коробейникова, Н.А. Каратыгин // Вестник новых медицинских технологий. – 2013. – № 3. – С. 71-74.
64. Дружинин, В.Н. Экспериментальная психология [Текст] / В.Н. Дружинин. – СПб.: Питер, 2000. – 320 с.
65. Дубров, А.М. Многомерные статистические методы [Текст] / А.М. Дубров, В.С. Мхитарян, Л.И. Трошин. – М.: Финансы и статистика, 2000. – 352 с.
66. Дубровинская, М.В. Реактивность тета- и альфа-диапазонов ЭЭГ при произвольном внимании у детей младшего школьного возраста [Текст] / М.В. Дубровинская, Р.И. Мачинская // Физиология человека. – 2002. – Т. 28, № 5. – С. 15-20.
67. Дюк, В.А. Информационные технологии в медико-биологических исследованиях [Текст] / В.А. Дюк. – СПб.: Питер, 2003. – 528 с.
68. Евстафьева, Е.В. Методические подходы к изучению адаптации человека в условиях загрязнённой окружающей среды [Текст] / Е.В. Евстафьева, В.И. Башкин, Д.Б. Орлинский // Физиология человека. – 1995. – Т. 21, № 1. – С.

135-142.

- 69.Ежов, А.И. Нейронные сети в медицине [Текст] / А.И. Ежов, В.В. Чечёткин. – Троицк: Институт инновационных и термоядерных исследований, 2003. – 117 с.
- 70.Жаднов, В.А. Системные основы синдромообразования в неврологии на примере эпилепсии [Текст] / В.А. Жаднов, М.М. Лапкин, А.С. Стариков // Вестн. новых мед. технологий. – 2002. – Т. 9, №1. – С. 40-44.
- 71.Жаднов, В.А. Физиологические основы синдромообразования в неврологии на примере эпилепсии [Текст]: дис. ... д-ра мед. наук / В.А. Жаднов. – Рязань, 2000. – 341 с.
- 72.Завьялов, А.В. Соотношений функций организма: (эксперим. и клинко-физиол. аспекты) [Текст] / А.В. Завьялов. – М.: Медицина, 1990. – 159 с.
- 73.Зенков, Л.Р. Клиническая эпилептология (с элементами нейрофизиологии) [Текст] / Л.Р. Зенков. – М.: Медицинское информационное агентство, 2010. – 405 с.
- 74.Иваницкий, А.М. Детерминизм и свобода выбора в работе мозга [Текст] / А.М. Иваницкий // Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова. – 2015. – Т. 65, № 4. – С. 503-512.
- 75.Иваницкий, А.М. Синтез информации в ключевых отделах коры как основа субъективных переживаний [Текст] / А.М. Иваницкий // Журнал высшей нервной деятельности. – 1997. – Т. 47, № 2. – С. 209-255.
- 76.Ивашев, С.П. Типологические закономерности системной организации различных форм стереотипной деятельности человека [Текст]: автореф. дис. ... канд. мед. наук / С.П. Ивашев. – Волгоград, 1997. – 23 с.
- 77.Ильин, Е.П. Психология индивидуальных различий [Текст] / Е.П. Ильин. – СПб.: Питер, 2004. – 701 с.
- 78.Информационные модели функциональных систем [Текст] / под ред. К.В. Судакова, А.А. Гусакова. – М.: Фонд «Новое тысячелетие», 2004. – 304 с.
- 79.Казначеев, В.П. Очерки о природе живого вещества и интеллекта на планете

- Земля: проблемы космопланетарной антропоэкологии [Текст] / В.П. Казначеев, А.В. Трофимов. – Новосибирск: Наука, 2004. – 315 с.
80. Калинин, В.А. Закономерности течения эпилепсии в разные возрастные периоды [Текст] / В.А. Калинин, А.В. Якунина, И.Е. Повереннова // Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. – 2015. – S1. – С. 26-30.
81. Калинин, В.А. Клинико-электрофизиологические особенности и течение эпилепсии в различных возрастных группах [Текст]: автореф. дисс. ... д-ра мед. наук / В.А. Калинин. - Самара: ГБОУ ВПО «Самарский государственный медицинский университет» МЗ РФ, 2014. – 268 с.
82. Канеман, Д. Принятие решений в неопределённости: Правила и предубеждения [Текст] / Д. Канеман, П. Словик, А. Тверски. – Харьков: Издательство Институт прикладной психологии «Гуманитарный Центр», 2005. – 632 с.
83. Каплан, Р. Основные концепции нейронных сетей [Текст] / Р. Каплан. – Новосибирск: Вильямс, 2001. – 288 с.
84. Карасев, Р.П. Соотношение психодинамических характеристик и показателей функциональной латерализации в системной организации целенаправленного поведения человека при различных уровнях психоэмоционального напряжения [Текст]: автореф. дис. ... кандидата мед. наук / Р.П. Карасёв. – Рязань, 2009. – 24 с.
85. Карвасарский, Б.Д. Энциклопедия психотерапии [Текст] / Б.Д. Карвасарский. – СПб.: Питер, 2006. – 944 с.
86. Карлов, В.А. К вопросу о рецидивах у взрослых больных эпилепсией [Текст] / В.А. Карлов, Е.М. Рокотянская, Г.А. Коваленко // Эпилепсия и пароксизмальные состояния. – 2011. – Т. 3, № 2. – С. 22-27.
87. Карлов, В.А. Пароксизмальный мозг [Текст] / В.А. Карлов // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. – 2010. – Т. 110, № 3. – С. 4-9.

88. Карлов, В.А. Фотосенситивность, эпилепсия, затылочная и височная кора [Текст] / В.А. Карлов // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. – 2015. – Т. 115, № 4. – С. 4-8.
89. Карлов, В.А. Эпилепсия как комплексная многоликая проблема [Текст] / В.А. Карлов // Конференция с международным участием «Современная эпилептология»: материалы (Санкт-Петербург, 23-25 мая 2011) / под общ. ред. Е.И. Гусева, А.Б. Гехт. – М.: АПКППРО, 2011. – С. 219-231.
90. Карлов, В.А. Эпилепсия у детей и взрослых, женщин и мужчин: Руководство для врачей [Текст] / В.А. Карлов. – М.: ОАО Издательство "Медицина, 2010. – 720 с.
91. Качество жизни больных эпилепсией [Текст] / О.Б. Локшина [и др.] // Психосоциальная реабилитация и качество жизни: сб. науч. тр. – СПб.: Санкт-Петербургский научно-исследовательский психоневрологический институт им. В.М. Бехтерева, 2001. – Т. 137. – С. 277-232.
92. Киссин, М.Я. Опыт применения лакосамида в комплексной терапии пациентов с фармакорезистентной парциальной эпилепсией [Текст] / М.Я. Киссин, И.И. Бондаренко // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. – 2013. – Т. 113, № 9. – С. 23-28.
93. Клинико-нейрофизиологические аспекты хирургического лечения фармакорезистентной эпилепсии [Текст] / В.П. Берснев [и др.] // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. – 2004. – Т. 104, № 4. – С. 11-18.
94. Клиническая психология [Текст] / В.А. Абабков [и др.]; под ред. Б.Д. Карвасарского. – СПб.: Питер, 2006. – 959 с.
95. Князев, О.В. Системный анализ неспецифической резистентности организма при разных величинах дополнительного респираторного сопротивления [Текст]: дис. ... канд. мед. наук / О.В. Князев. – Рязань, 2005. – 166 с.
96. Коберская, Н.Н. Когнитивный потенциал P300 [Текст] / Н.Н. Коберская // Неврологический журнал. – 2003. – Т. 8, № 6. – С. 34-42.

97. Кованис, А. Абсансные эпилепсии: действительно ли они носят генерализованный характер [Текст] / А. Кованис // Конференция с международным участием «Современная эпилептология»: материалы (Санкт-Петербург, 23-25 мая 2011) / под общ. ред. Е.И. Гусева, А.Б. Гехт. – М.: АПКИППРО, 2011. – С. 313-334.
98. Когнитивное функционирование у больных эпилепсией в стадии ремиссии припадков [Текст] / Т.А. Рогачева [и др.] // Социальная и клиническая психиатрия. – 2011. – Т. 21, № 3. – С. 49 – 53.
99. Козина, Ж. Концепция индивидуального подхода в спорте [Текст] / Ж. Козина, К. Прусик, Е. Прусик // Педагогика, психология и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта. – 2015. – № 3. – С. 28-37.
100. Колмогоров и кибернетика: сборник статей [Текст] / ред. Д.А. Поспелов, Я.И. Фет. – Новосибирск: Российская академия наук, Сибирское отделение; Институт вычислительной математики и мат. геофизики, 2001. – 156 с.
101. Компоненты адаптационного процесса [Текст] / В.И. Медведев [и др.]. – Л.: Наука, 1984. – 111 с.
102. Консервативное и хирургическое лечение больных резистентной эпилепсией [Текст] / С.А. Громов [и др.] // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. – 2015. – Т. 115, № 7. – С. 121-123.
103. Корнилова, Т.В. Мотивационная регуляция принятия решений [Текст] / Т.В. Корнилова, И.И. Каменев, О.В. Степаносова // Вопросы психологии. – 2001. – № 6. – С. 55-64.
104. Корреляция параметров системы гемостаза и вегетативной нервной системы при экзаменационном стрессе [Текст] / Р.И. Жданов [и др.] // Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова. – 2016. – Т. 66, № 2. – С. 202-208.

105. Котов, А.С. Тревога у страдающих эпилепсией пациентов [Текст] / А.С. Котов // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. – 2013. – Т. 113, № 4-2. – С. 41-44.
106. Котов, А.С. Факторы, снижающие общую оценку связанного со здоровьем качества жизни у больных эпилепсией [Текст] / А.С. Котов, И.Г. Рудакова, О.С. Морозова // Неврологический журнал. – 2011. – Т. 16, № 1. – С. 10-14.
107. Кривцова, А.Ю. Механизмы психологической защиты больных эпилепсией и факторы, их определяющие [Текст] / А.Ю. Кривцова, В.А. Жаднов, Н.В. Яковлева // Российский медико-биологический вестник им. академика И.П. Павлова. – 2012. – № 2. – С. 170-173.
108. Кривцова, А.Ю. Сравнительная клиничко-функциональная характеристика больных эпилепсией с парциальными и генерализованными приступами [Текст]: автореф. дис. ... канд. мед. наук / А.Ю. Кривцова. – Иваново, 2013. – 23 с.
109. Кривцова, А.Ю. Сравнительная характеристика структурно-функциональной организации больных эпилепсией с различными типами приступов [Текст] / А.Ю. Кривцова, В.А. Жаднов // Российский медико-биологический вестник им. академика И.П. Павлова. – 2012. – № 4. – С. 107-112.
110. Кросс, Дж.Х. Обновление классификации [Текст] / Дж.Х. Кросс // Конференция с международным участием «Современная эпилептология»: материалы (Санкт-Петербург, 23-25 мая 2011) / под общ. ред. Е.И.Гусева, А.Б. Гехт. – М.:АПКИППРО,2011. – С. 189-200.
111. Круглов, В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика [Текст] / В.В. Круглов, В.В. Борисов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2002. – 382 с.
112. Крыжановский, Г.Н. Общая теория патофизиологических механизмов неврологических и психопатологических синдромов [Текст] / Г.Н. Крыжановский // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. –

2002. – Т. 102, № 11. – С. 4-13.
113. Крыжановский, Г.Н. Патологические доминанта и детерминанта в патогенезе нервных и психических заболеваний [Текст] / Г.Н. Крыжановский // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова.им. С.С. Корсакова. – 2002. – Т. 102, №3. – С. 4-8.
114. Кулаичев, А.П. Метод анализа корреляционной синхронности и его возможности [Текст] / А.П. Кулаичев // Журнал высшей нервной деятельности. – 2011. – Т. 61, № 4. – С. 1-14.
115. Курганский, А.В. Математическое моделирование движений: синергетический и когнитивистский подходы [Текст] / А.В. Курганский // Вопросы психологии. – 1999. – № 4. – С. 75-86.
116. Лапкин, М.М. Индивидуальное здоровье: теоретические и прикладные аспекты его оценки [Текст] / М.М. Лапкин, Р.М. Воронин // Врач-аспирант. – 2011. – № 3.1. – С. 180-185.
117. Лапкин, М.М. Исследование психологических и физиологических детерминант успешности обучения студентов в медицинском ВУЗе [Текст] / М.М. Лапкин, Н.В. Яковлева, В.Д. Прошляков // Личность в меняющемся мире: здоровье, адаптация, развитие. – 2014. – Т. 4, № 1. – С. 75-83.
118. Лапкин, М.М. Роль базальных психодинамических характеристик личности и подкрепляющих факторов в системных механизмах формирования мотивационной структуры целенаправленного поведения человека [Текст] / М.М. Лапкин // Системная организация интегративной деятельности человека в норме и патологии / под ред. Е.А.Строева. – Рязань: Изд-во РязГМУ, 1999. – С. 53-62.
119. Лапкин, М.М. Системные механизмы целенаправленного поведения животных и человека при изменении значимости подкрепляющих раздражителей [Текст]: дис. ... д-ра мед. наук / М.М. Лапкин. – Рязань, 1994. – 278 с.
120. Лапшина, Т.Н. Психофизиологическая диагностика эмоций человека по

- показателям ЭЭГ [Текст]: автореферат дис. ... канд. психол. наук / Т.Н. Лапшина. – М., 2007. – 26 с.
121. Леончик, Е.Ю. Кластерный анализ: терминология, методы, задачи [Текст] / Е.Ю. Леончик, О.В. Савастру. – Одесса: ОНУ им. И.И. Мечникова, 2007. – 48 с.
122. Леушкина, Н.Ф. Сравнительный анализ ориентировочно-исследовательского поведения крыс с абсансной эпилепсией, имеющих различия генотипа по локусу TAG 1A гена рецептора второго типа (DRD2) [Текст] / Н.Ф. Леушкина, Л.Б. Калимуллина // Успехи современного естествознания. – 2010. – № 10. – С. 14-19.
123. Майоров, О.Ю. Нейродинамическая структура системных механизмов устойчивости к эмоциональному стрессу [Текст]: автореф. дис. ... д-ра мед. наук / О.Ю. Майоров. – М., 1988. – 45 с.
124. Малкин, В.Б. Гипервентиляция [Текст] / В.Б. Малкин, Е.П. Гора // Проблемы космической биологии. – М.: Наука, 1990. – Т. 70. – 184 с.
125. Малкина-Пых, И.Г. Психосоматика: Справочник практического психолога [Текст] / И.Г. Малкина-Пых. – М.: Эксмо, 2005. – 992 с.
126. Мантрова, Н.Н. Методическое руководство по психофизиологической и психологической диагностике [Текст] / Н.Н. Мантрова. – Иваново: ООО "Нейрософт", 2007. – 216 с.
127. Мартынов, И.Д. Вариабельность ритма сердца у больных с нейрогенными обмороками [Текст] / И.Д. Мартынов, А.Н. Флейшман // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Биология, Клиническая медицина. – 2014. – Т. 12. № 2. – С. 25-29.
128. Марютина, Т.М. Введение в психофизиологию [Текст] / Т.М. Марютина, О.Ю. Ермолаев. – М.: Издательство «Флинта», 2001 – 400 с.
129. Мачинская, Р.И. Функциональное созревание мозга и формирование нейрофизиологических механизмов избирательного произвольного

- внимания у детей младшего школьного возраста [Текст] / Р.И. Мачинская // Физиология человека. – 2006. – Т. 32, № 1. – С. 26-36.
130. Машин, В.А. Методические вопросы использования факторного анализа на примере спектральных показателей сердечного ритма [Текст] / В.А. Машин // Экспериментальная психология. – 2010. – Т. 3, № 4. – С. 119-138.
131. Медеяновский, А.Н. Системные механизмы гомеостаза [Текст] / А.Н. Медеяновский // Успехи физиологических наук. – 1982. – Т.13, №3. – С.96-126.
132. Меерсон, Ф.З. Адаптационная медицина: концепция долговременной адаптации [Текст] / Ф.З. Меерсон. – М.: Дело, 1993. – 138 с.
133. Меликян, Э.Г. Влияние социальных факторов на качество жизни больных эпилепсией [Текст] / Э.Г. Меликян, А.Б. Гехт // Психическое здоровье. – 2010. – Т. 8, № 6 (49). – С. 49-55.
134. Меликян, Э.Г. Качество жизни больных эпилепсией [Текст]: дис. ... д-ра мед. наук / Э.Г. Меликян. – М.: ГОУ ВПО «РосГМУ», 2012. – 316 с.
135. Меринов, А.В. Влияние суицидальных тенденций у страдающих алкогольной зависимостью мужчин на аутоагрессивное несуицидальное поведение, психологические феномены и аддиктивные расстройства [Текст] / А.В. Меринов, Д.И. Шустов // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. – 2012. – Т. 112, № 5-2. – С. 44-48.
136. Мерлин, В.С. Психология индивидуальности: избранные психологические труды [Текст] / В.С. Мерлин. – М.: МПСИ, 2005. – 544 с.
137. Методика определения стартового состава игроков в команде высококвалифицированных волейболистов [Текст] / А.М. Брежнев [и др.] // Педагогика, психология и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта. – 2008. – № 10. – С. 23-26.
138. Мильчакова, Л.Е. Эпилепсия в отдельных субъектах Российской Федерации: эпидемиология, клиника, социальные аспекты, возможности оптимизации фармакотерапии: дис. ... д-ра мед.наук [Текст] / Л.Е.

- Мильчакова. – М.: ГОУ ВПО «Российский государственный медицинский университет», 2008. – 189 с.
139. Миркин, Б.Г. Методы кластер-анализа для поддержки принятия решений: обзор [Текст] / Б.Г. Миркин. - М.: Изд. дом Национального исследовательского университета "Высшая школа экономики", 2011. – 88 с.
140. Миронов, В.А. Нейрокардиология в диагностике кардиоаритмий [Текст] / В.А. Миронов, Т.Ф. Миронова, М.В. Бавыкин // Академический журнал Западной Сибири. – 2013. – Т. 9, № 5 (48). – С. 83-85.
141. Михайлов, В.А. Актуальные вопросы эпилептологии - стигматизация, качество жизни и реабилитация больных [Текст] / В.А. Михайлов // Эпилепсия и пароксизмальные состояния. – 2010. – Т. 2, № 3. – С. 39-44.
142. Михайлов, В.В. Эпилепсия у женщин: социально-психологический аспект, качество жизни, вопросы семейной реабилитации [Текст] / В.В. Михайлов, С.А. Громов, Е.С. Ерошина // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. – 2007. – Т. 107, № 1. – С. 91-93.
143. Михайлов, В.М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения метода [Текст] / В.М. Михайлов. – Иваново: ИГМА, 2002. – 290 с.
144. Модели и алгоритмы нейросетевой дифференциации классов функционального состояния вегетативной нервной системы [Текст] / Ф.А. Пятакович [и др.] // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2010. – Т. 9, № 4. – С. 870-874.
145. Моросанова, В.И. Регуляторные аспекты экстраверсии и нейротизма: новый взгляд [Текст] / В.И. Моросанова, Е.М. Коноз // Вопросы психологии. – 2001. – № 2. – С. 59-73.
146. Муртазина, Е.П. Вариабельность кардиоритма и её связь с результативностью последующей зрительно-моторной деятельности [Текст] / Е.П. Муртазина // Физиология человека. – 2015. – Т. 41, № 2. – С. 29-37.

147. Мухин, К.Ю. Эпилепсия. Атлас электро-клинической диагностики [Текст] / К.Ю. Мухин, А.С. Петрухин, Л.Ю. Глухова. – М.: Альварос Паблишинг, 2004. – 440 с.
148. Нейроинформатика [Текст] / А.Н. Горбань [и др.] – Новосибирск: Наука, 1997. – 296 с.
149. Нейронные сети. Statistica Neural Networks: Методология и технология современного анализа данных [Текст] / под ред. В.П. Боровикова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Горячая линия – Телеком, 2008. – 392 с.
150. Немцова, М.В. Молекулярно-генетические механизмы идиопатической эпилепсии [Текст] / М.В. Немцова, О.А. Милованова // Медицинская генетика. – 2011. – Т. 10, № 7. – С 3-11.
151. Николаев, С.Г. Атлас по электромиографии [Текст] / С.Г. Николаев. – Иваново: ПресСто, 2010. – 462 с.
152. Николаев, С.Г. Практикум по клинической электромиографии [Текст] / С.Г. Николаев. – Иваново: ИГМА, 2003. – 264 с.
153. Новик, А.А. Руководство по исследованию качества жизни в медицине [Текст] / А.А. Новик, Т.И. Ионова. – М., ОЛМА-ПРЕСС, 2002. – 314 с.
154. Новиков, А.Е. Эволюция в клинической эпилептологии [Текст] / А.Е. Новиков. – Иваново: ИвГМА, 2006. – 387 с.
155. Новикова, А.П. Мотивация достижения: психофизиологические корреляты и их динамика в ходе длительного обучения [Текст] / А.П. Новикова, А.В. Котов // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. – 2011. – № 11. – С. 46-52.
156. Нормальная физиология [Текст] / под ред. К.В. Судакова. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 875 с.
157. Окуджава, В.М. Основные нейрофизиологические механизмы эпилептической активности [Текст] / В.М. Окуджава. – Тбилиси: Мецниереба, 1969. – 224 с.

158. Орбели, Л.А. Вопросы высшей нервной деятельности [Текст] / Л.А. Орбели. – Л.: Изд-во АН СССР, 1949. – 360 с.
159. Павленко, В.Б. ЭЭГ-корреляты тревоги, тревожности и эмоциональной стабильность у взрослых испытуемых [Текст] / В.Б. Павленко, С.В. Чёрный, Д.Г. Губкина // Нейрофизиология. – 2009. – Т. 41, № 5. – С. 400-408.
160. Пейсахов, Н.М. Практическая психология [Текст] / Н.М. Пейсахов. – Казань: Издательство Казанского университета, 1991. – 120 с.
161. Петренко, Н.Е. Мозговая организация опознания фрагментарных изображений лиц с разной эффективностью выполнения когнитивной задачи [Текст] / Н.Е. Петренко, Д.А. Фарбер // Физиология человека. – 2013. – Т. 39, № 4. – С. 13-23.
162. Пилягина, Г.Я. Аутоагрессивное поведение: патогенетические механизмы и клиничко-типологические аспекты диагностики и лечения [Текст]: автореферат дис. ... д-ра мед. наук / Г.Я. Пилягина. – Киев, 2004. – 32 с.
163. Портенко, Е.Г. Разработка комплексной диагностики и контроля лечения хронического тонзиллита на основе метода инфракрасной спектроскопии [Текст]: дис. ... д-ра мед. наук / Е.Г. Портенко. – СПб., 2007. – 285 с.
164. Применение искусственных нейронных сетей для прогнозирования в хирургии [Текст] / С.Д. Богомолов [и др.]. – Н.Новгород: Государственная медицинская академия, 2003. – 210 с.
165. Провоторов, В.М. Использование нейросетевых методов для решения вопросов дифференциальной диагностики при затяжных пневмониях [Текст] / В.М. Провоторов, В.А. Демьяшкин, И.В. Шалагина // Пульмонология. – 2003. – № 4. – С. 36-40.
166. Психо-нейро-физиологические аспекты моторной и идеомоторной тренировки в стендовой стрельбе (на примере круглого стенда) [Текст] / Н.А. Морозов [и др.] // Спортивный психолог. – 2015. – № 4 (39). – С. 76-82.
167. Психофизиология [Текст] / под ред. Ю.И. Александрова. – СПб.: Питер, 2007. – 464 с.

168. Пшенникова, М.Г. Стресс: регуляторные системы и устойчивость к стрессорным повреждениям [Текст] / М.Г. Пшенникова // Дизрегуляторная патология / под ред. Г.Н. Крыжановского. – М.: Медицина, 2002. – С. 307-324.
169. Различия в индуцированной синхронизации альфа-ритма в паузах между зрительными стимулами при разной степени пластичности когнитивной установки [Текст] / Э.А. Костандов [и др.] // Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова. – 2013. – Т. 63, № 6. – С. 687-698.
170. Райгородский, Д.Я. Практическая психодиагностика. Методики и тесты: учебное пособие [Текст] / Д.Я. Райгородский. – Самара: Издательский Дом "Бахрах-М", 2001. – 672 с.
171. Распределения дофаминовых рецепторов типов D1 и D2 в структурах мозга крыс линий WAG/RJ или ACI с наличием или отсутствием показателей абсанс-эпилепсии соответственно [Текст] / Л.М. Бирюкова [и др.] // Нейрохимия. – 2006. – Т. 23, № 3. – С. 234.
172. Распространённость и факторы риска развития фокальной эпилепсии среди взрослого населения в республике Казахстан в сравнении с Российской Федерацией [Текст] / Н.А. Жаринбекова и [др.] // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. – 2013. – Т. 113, № 4-2. – С. 22-24.
173. Репина, Н.В. Основы клинической психологии [Текст] / Н.В. Репина, Д.В. Воронцов, И.И. Юматова. – Ростов н/Д., 2003. – 480 с.
174. Роик, А.О. Когнитивное пространство человека: совпадение моделей, построенных на основе анализа ритмов мозга и на психометрических измерениях [Текст] / А.О. Роик, Г.А. Иваницкий, А.М. Иваницкий // Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова. – 2012. – Т. 98, № 11. – С. 1314-1328.
175. Ростова, Н.С. Корреляции: структура и изменчивость [Текст] / Н.С. Ростова. – СПб.: Издательство Санкт-Петербургского ун-та, 2002. – 308 с.

176. Рудакова, И.Г. Новые возможности монотерапии симптоматической и криптогенной парциальной эпилепсии [Текст] / И.Г. Рудакова, Ю.А. Белова // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. – 2015. – Т. 115, № 5. – С. 115-119.
177. Руденко, И.В. Индивидуализация моделирования тренировочных циклов легкоатлетов-спринтеров на основе показателей функционального состояния нервно-мышечного аппарата и сердечно-сосудистой системы [Текст]: автореф. дис. ... канд. пед. наук / И.В. Руденко. – Омск, 2006. – 26 с.
178. Руководство по обеспечению решения медико-биологических задач с применением программы Statistica 10.0 [Текст] / В.М. Боев [и др.] – Оренбург: Южный Урал, 2004. – 208 с.
179. Русалов, В.М. Связь характеристик ЭЭГ с доминированием мотивов достижения цели в процессе выполнения задач [Текст] / В.М. Русалов, М.Н. Русалова, Е.В. Стрельникова // Физиология человека. – 2004. – Т. 30, № 3. – С. 13-19.
180. Русалов, В.М. Формально-динамические свойства индивидуальности человека (темперамент) [Текст] / В.М. Русалов. – М.: Издательство «Институт психологии РАН», 2004. – 135 с.
181. Русалова, М.Н. Отражение эмоционального напряжения в пространственной синхронизации биопотенциалов головного мозга человека [Текст] / М.Н. Русалова / Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова. – 1990. – Т. 40, № 2. – С. 254-263.
182. Рутковская, Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечёткие системы [Текст] / Д. Рутковская, М. Пилинская, Л. Рутковский. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006. – 452 с.
183. Салтыков, А.Б. Самоорганизация физиологических, патологических и амбивалентных функциональных систем [Текст] / А.Б. Салтыков // Патологическая физиология и экспериментальная терапия. – 2009. – № 2. – С. 8-13.

184. Салтыков, А.Б. Функциональные системы в медицине [Текст] / А.Б. Салтыков. – М.: Медицинское информационное агентство, 2013. – 208 с.
185. Самороднов, О.В. Теппинг-тест как индикатор включения релаксационного механизма срочной защиты [Текст] / О.В. Самороднов, В.А. Чуев // Научные труды SWorld. – 2012. – Т. 14, № 2. – С. 75-84.
186. Северцов, А.С. Теория эволюции [Текст] / А.С. Северцов. – М.: Владос, 2005. – 380 с.
187. Симонов, П.В. Избранные труды [Текст] / П.В. Симонов. – М.: Наука, 2004. – Т. 1: Мозг: эмоции, потребности, поведение. – 440 с.
188. Системные механизмы поведения [Текст] / под ред. К.В. Судакова, М. Баича. – М.: Медицина, 1990. – 240 с.
189. Системный анализ variability сердечного ритма у студентов в условиях информационного стресса и корректирующие возможности спелеоклиматотерапии [Текст] / Е.В. Дорохов [и др.] // Вестник новых медицинских технологий. – 2012. – Т. 19. № 2. – С. 129-132.
190. Скупченко, В.В. Фазотонный гомеостаз и врачевание [Текст] / В.В. Скупченко, Е.С. Милюдин. – Самара: СГМУ, 1995. – 256 с.
191. Славин, М.Б. Методы системного анализа в медицинских исследованиях [Текст] / М.Б. Славин. – М.: Медицина, 1989. – 304 с.
192. Слезин, В.Б. Диагностика психопатологических состояний человека методом расчёта параметров условно-негативной волны: пособие для врачей [Текст] / В.Б. Слѐзин, А.П. Коцюбинский, Т.А. Аристова. – СПб.: СПб научно-исследовательский психоневрологический институт им. В.М. Бехтерева, 2002. – 20 с.
193. Смирнова, Н.Н. Психофизиологические особенности сотрудников органов внутренних дел в зависимости от стажа службы [Текст] / Н.Н. Смирнова // Неврологический вестник. – 2011. – Т. 43, № 3. – С. 21-24.
194. Собчик, Л.Н. Метод портретных выборов – модифицированный тест Сонди [Текст] / Л.Н. Собчик. – М.: Компания Боргес, 2010. – 87 с.

195. Степин, В.С. Саморазвивающиеся системы и постнеоклассическая рациональность [Текст] / В.С. Степин // Вопросы философии. – 2003. – № 8. – С. 5-17.
196. Структурно-функциональные особенности работы мозга при выполнении и представлении двигательных нагрузок у здоровых людей (ЭЭГ и ФМРТ исследования) [Текст] / Г.Н. Болдырева [и др.] // Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова. – 2013. – Т. 63, № 3. – С. 316-327.
197. Судаков, К.В. Системные механизмы эмоционального стресса [Текст] / К.В. Судаков, П.Е. Умрюхин. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. – 112 с.
198. Сурнина, О.Е. Половые и возрастные различия времени реакции на движущийся объект у детей и взрослых [Текст] / О.Е. Сурнина, Е.В. Лебедева // Физиология человека. – 2001. – Т. 27, № 4. – С. 56-60.
199. Терещенко, А.Г. Структура бессознательных процессов разновозрастных группа как фактор их социально-психологической адаптации [Текст] / А.Г. Терещенко, И.С. Бубнова, Г.К. Черных // В мире научных открытий. – 2015. – Т. 69, № 6.1. – С. 214-232.
200. Тимурзиева, А.Х. Фармакоэкономическое обоснование использования новых антиконвульсантов при парциальной эпилепсии у детей [Текст] / А.Х. Тимурзиева, И.Н. Андреева // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2-18. – С. 3976-3980.
201. Тихонов, Э.Б. Методы и алгоритмы прогнозирования экономических показателей на базе нейронных сетей и модулярной арифметики [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Э.Б. Тихонов. – Ставрополь: СевКав ГТУ, 2003. – 20 с.
202. Трут, Л.Н. Очерки по генетики поведения [Текст] / Л.Н. Трут. – Новосибирск: Наука, 1978. – 256 с.
203. Тюменкова, Г.В. Стигматизация и дискриминация больных эпилепсией [Текст] / Г.В.Тюменкова, А.А.Портнова, З.И. Кекелидзе // Российский психиатрический журнал. – 2005. – №4. – С. 51-57.

204. Умрюхин, Е.А. Спектральные характеристики ЭЭГ при разной результативности целенаправленной деятельности студентов в ситуации экзаменационного стресса [Текст] / Е.А. Умрюхин, Т.Д. Джебраилова, И.И. Коробейникова // Физиология человека. – 2004. – Т. 30, № 6. – С. 28-35.
205. Умрюхин, П.Е. Центральные механизмы стресспротективного действия пептида, вызывающего дельта-сон [Текст]: автореф. дис. ... д-ра мед. наук / П.Е. Умрюхин. – Рязань, 2007. – 44 с.
206. Фармакоэкономический анализ идиопатической эпилепсии [Текст] / Е.В. Шагрова [и др.] // Журнал неврологии и психиатрии имени С.С. Корсакова. – 2013. – Т. 113, № 4-2. – С. 71-75.
207. Функциональная организация мозга в период подготовки к опознанию фрагментарных изображений [Текст] / Д.А. Фарбер [и др.] // Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова. – 2014. – Т. 64, № 2. – С. 190-200.
208. Халафян, А.А. Statistica 6. Статистический анализ данных [Текст] / А.А. Халафян. – М.: Бином-Пресс, 2007. – 512 с.
209. Халфина, Р.Р. Особенности психомоторных качеств сотрудников ОВД с различным уровнем специальной подготовки [Текст] / Р.Р. Халфина, Д.А. Бакиев, Н.Н. Файзуллин // Вестник Челябинского государственного педагогического университета. – 2015. – № 5. – С. 178-183.
210. Халфина, Р.Р. Психофизиологические особенности сенсомоторных качеств сотрудников обеспечивающих государственную защиту [Текст] / Р.Р. Халфина, М.Р. Галин, А.З. Минуллин // Успехи современного естествознания. – 2014. – № 11-3. – С. 99-102.
211. Хаспекова, Н.Б. Диагностическая информативность мониторинга вариабельности ритма сердца [Текст] / Н.Б. Хаспекова // Вестник кардиологии. – 2003. – № 32. – С. 15-23.
212. Хаспекова, Н.Б. Регуляция вариативности ритма сердца у здоровых и больных с психогенной и органической патологией мозга [Текст]: автореф. дис. ... д-ра мед. наук / Н.Б. Хаспекова. – М., 1996. – 48 с.

213. Хаузер, В.А. Описательная эпидемиология эпилепсии [Текст] / В.А. Хаузер // Конференция с международным участием «Современная эпилептология»: материалы (Санкт-Петербург, 23-25 мая 2011) / под общ. ред. Е.И.Гусева, А.Б. Гехт. – М.:АПКИППРО,2011.- С. 219-231.
214. Хомич, А.В. Диагностика хронического пылевого бронхита по данным акустической спирометрии с применением блочных нейронных сетей [Текст] / А.В. Хомич, И.В. Степанян, А.В. Карпишук // Информационные процессы. – 2005. – Т. 5, № 5. – С. 405-413.
215. Хомская, Е.Д. Нейропсихология [Текст] / Е.Д. Хомская. – СПб: Питер, 2005. – 496 с.
216. Хромушин, В.А. Инновационные методы анализа, обработки и управления информацией в практике здравоохранения [Текст] / В.А. Хромушин, В.М. Еськов, А.К. Хетагурова // Вестник новых медицинских технологий [Электронное издание]. – 2016. – Т. 10, № 1. – С. 15-21.
217. Центральные генераторы паттерна [Текст] / П.М. Балабан [и др.] // Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова. – 2013. – Т. 63, № 5. – С. 520-541.
218. Чарвей, А. Характеристики когнитивного вызванного потенциала P300 при умеренных когнитивных расстройствах у пожилых пациентов с дисциркуляторной энцефалопатией [Текст] / А. Чарвей, Н.Н. Коберская // Неврологический журнал. – 2006. – Т. 11, № S1. – С. 64–70.
219. Шанин, В.Ю. Патофизиология критических состояний [Текст] / В.Ю. Шанин. – СПб.: Элби-Пресс, 2003. – 218 с.
220. Швырков, В.Б. Введение в объективную психологию: нейрональные основы психики [Текст] / В.Б. Швырков; под. ред. Ю.И. Александрова. – М.: Институт психологии, 2006. – 590 с.
221. Шкалы, тесты и опросники в медицинской реабилитации: руководство для врачей и научных работников [Текст] / под ред. А.Н. Беловой. – М.: Антидор, 2002. – 440 с.

222. Шумилин, А.П. Мотивация и результативность деятельности [Текст] / А.П. Шумилин // Психопедагогика в правоохранительных органах. – 2008. – № 1. – С. 60-63.
223. Щетинин, В.Г. Дифференциальная диагностика с помощью искусственных нейронных сетей [Текст] / В.Г. Щетинин, В.Т. Комаров / Клиническая лабораторная диагностика. – 1998. - № 1. – С. 34-37.
224. Эволюционная физиология [Текст] / Е.М. Крепс [и др.]. – Л.: Наука, 1979. – Ч. 1. – 602 с.
225. Экстрапирамидные расстройства: руководство по диагностике и лечению [Текст] / под ред. В.Н. Штока, И.А. Ивановой-Смоленской, О.С. Левина. – М.: МЕДпресс-информ, 2002. – 608 с.
226. Электроэнцефалографические корреляты мысленного переживания эмоциональных личных и сценических ситуаций. Сообщение 2. Характеристики пространственной синхронизации [Текст] / С.Г. Данько [и др.] // Физиология человека. – 2003. – Т. 29, № 6. – С. 31-40.
227. Электроэнцефалографические корреляты психического представления эмоциональных личностных и сценических ситуаций. Сообщение 1. Характеристики локальной синхронизации [Текст] / С.Г. Данько [и др.] // Физиология человека. – 2003. – Т. 29, № 3. – С. 5-15.
228. Электроэнцефалографические характеристики здоровых людей с разной успешностью выполнения двойных задач (позный контроль и счёт) [Текст] / Л.А. Жаворонкова [и др.] // Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова. – 2015. – Т. 65, № 5. – С. 597-606.
229. Энергоинформационные поля функциональных систем [Текст] / Ю.Б. Абрамов [и др.]; под ред. К.В. Судакова. – М.: НИИ норм. физиологии, 2001. – 518 с.
230. Эпидемиология эпилепсии в России [Текст] / А.Б. Гехт [и др.] // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. – 2006. – Т. 106, №1. – С. 4-9.

231. Эпидемиология эпилепсии в Российской Федерации [Текст] / Е.И. Гусев [и др.] // Конференция с международным участием «Современная эпилептология»: материалы (Санкт-Петербург, 23-25 мая 2011) / под общ. ред. Е.И.Гусева, А.Б. Гехт. – М.:АПКИППРО,2011. – С. 219-231.
232. Эпилепсия и функциональная организация вегетативной нервной системы [Текст] / В.А. Карлов [и др.] // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. – 2013. – Т. 113, № 8. – С. 4-9.
233. Эпилепсия и функциональные состояния мозга [Текст] / Р.Г. Биниауришвили [и др.]. – Ташкент: Медицина, 1985. – 239 с.
234. Эпилепсия: концептуальные особенности реабилитации и качества жизни [Текст] / С.А. Громов [и др.] // Актуальные проблемы современной неврологии, психиатрии и нейрохирургии: материалы конференции. – СПб., 2003. – С. 352.
235. Эпилепсия у пожилых больных и особенности её лечения [Текст] / А.В. Лебедева [и др.] // Фарматека. – 2002. – № 1. – С. 65-68.
236. ЭЭГ-исследование predisпозиции к сексуальному гомоцидному поведению у лиц с органическим поражением мозга [Текст] / А.В. Киренская-Бреус // Российский психиатрический журнал. – 2000. – № 4. – С. 31-36.
237. Юдин, В.Н. Исследование и разработка системы поддержки принятия решений на основе прецедентов [Текст]: автореф. дис. канд. техн. наук / В.Н. Юдин. – М., 2007. – 25 с.
238. Юматов, Е.А. Многосвязное регулирование дыхательных и гемодинамических показателей. Системный анализ вегетативных функций [Текст] / Е.А. Юматов // Вопросы кибернетики. – 1978. – № 37. – С. 98-105.
239. Юрьева, Ю.В. Оптимизация диагностики и лечения эпилепсии (клиника, фармакоэпидемиология и математическое моделирование эпилептического процесса) [Текст]: автореф. дис. ... канд. мед. наук / Ю.В. Юрьева. – М., 2005. – 125 с.

240. A linear structural equation model for covert verb generation based on independent component analysis of fMRI data from children and adolescents [Text] / P. Karunanayaka [et al.] / *Frontiers in Systems Neuroscience*. – 2011. – Jun 1. – P. 5-29. URL: <http://journal.frontiersin.org/>
241. A neural network expert system for diagnosing and treating hypertension [Text] / R. Poli [et al.] // *Computer*. – 1991. – Vol. 24, № 3. – P. 64-71.
242. A new hypothesis of drug refractory epilepsy: neural network hypothesis [Text] / M. Fang [et al.] // *Med Hypothesis*. – 2011. – Vol. 76, № 6. – P. 871-876.
243. A roadmap for the development and validation of ERP biomarkers in schizophrenia research [Text] / S.J. Luck [et al.] // *Biol. Psychiatry*. – 2011. – Vol. 70, № 1. – P. 28-34.
244. A validation of the new definition of drug-resistant epilepsy by the International League Against Epilepsy [Text] / J.F. Tellez-Zenteno [et al.] // *Epilepsia*. – 2014. – Vol. 55, № 6. – P. 829-834.
245. Absence seizures as resetting mechanisms of brain dynamics [Text] / S.P Nair [et al.] // *Cybernetics and systems analysis*. - 2008. - Vol. 44, № 5. - P. 664-672.
246. Afifi, A.K. Functional neuroanatomy [Text] / A.K. Afifi, R.A. Bergman. - New York: McGraw-Hill, 1998. – 730 p.
247. Aging, physical activity, and cognitive processing: an examination of P300 [Text] / K. McDowell [et al.] // *Neurobiology of aging*. – 2003. – Vol. 24, № 4. – P. 597-606.
248. Alarcon, G. What is the use of a single shoe? On the dual nature of neuronal networks [Text] / G. Alarcón // *Clinical Neurophysiology*. – 2014. – Vol. 125, № 9. – P. 1715-1716.
249. Alexander, G.E. Functional architecture of basal ganglia circuits: neural substrates of parallel processing [Text] / G.E. Alexander, M.D. Crutcher // *Trends in neurosciences*. – 1990. – Vol. 13, № 7. – P. 226-271.

250. An artificial neural network to estimate physical activity energy expenditure and identify physical activity type from an accelerometer [Text] / J. Staudenmayer [et al.] // *Journal of Applied Physiology*. – 2009. – Vol. 107, № 4. – P. 1300-1307.
251. Analysis of 24-hour heart rate variations in patients with epilepsy receiving antiepileptic drugs [Text] / G.U. Yildiz [et al.] // *Epilepsy and behavior*. – 2011. – Vol. 20, № 2. – P. 349-354.
252. Andelman, F. Quality of life self-assessment as a function of lateralization of lesion in candidates for epilepsy surgery [Text] / F. Andelman, I. Fried, M.Y. Neufeld // *Epilepsia*. – 2001. – Vol. 42, № 4. – P. 549-555.
253. Andrade, L. Epilepsy and Szondi test [Text] / L. Andrade // *Ann Med Psychol*. – 1976. – Vol. 1, № 5. – P. 669-678.
254. Ansari, T.L. The neural correlates of cognitive effort in anxiety: effects on processing efficiency [Text] / T.L. Ansari, N. Derakshan // *Biological Psychology*. – 2011. – Vol. 86, № 3. – P. 337-348.
255. Artificial neural network in neurosurgery [Text] / P. Azimi [et al.] // *Journal of Neurology, neurosurgery and psychiatry*. – 2015. – Vol. 86, № 3. – P. 251-256.
256. Artificial neural networks to predict activity type and energy expenditure in youth [Text] / S.G. Trost [et al.] // *Medicine and science in sports and exercise*. – 2012. – Vol. 44, № 9. – P. 1801-1809.
257. Association between physical activity and quality of life in adults [Text] / G.C. Pucci [et al.] // *Revista de saude publica*. – 2012. – Vol. 46, № 1. – P. 166-179.
258. Auditory event-related potentials (P300) and mesial temporal sclerosis in temporal lobe epilepsy patients [Text] / A.K. Artemiadis [et al.] // *Epileptic disorders*. – 2014. – Vol. 16, № 1. – P. 67-73.
259. Autonomic nervous system activity and workplace stressors - a systematic review [Text] / M.N. Jarczok [et al.] // *Neuroscience and biobehavioral reviews*. – 2013. – Vol. 37, № 8. – P. 1810-1823.

260. Barclay, J.R. The regulative theory of temperament: implications for assessment and teaching [Text] / J.R. Barclay // McGill Journal of education. – 1993. – Vol. 28, № 2. – P. 181-212.
261. Basner, M. Fitness for duty: a 3-minute version of the Pshychomotor Vigilance Test predicts fatigue-related declines in luggage-screening performance [Text] / M. Basner, J. Rubinstein // Journal of occupational and environmental medicine. – 2011. – Vol. 53, № 10. – P. 1146-1154.
262. Bateman, L.M. Ictal hypoventilation contributes to cardiac arrhythmia and SUDEP: report on two deaths in video-EEG-monitored patients [Text] / L.M. Bateman, M. Spitz, M. Seyal // Epilepsia. – 2010. – Vol. 51, № 5. – P. 916-920.
263. Beqley, C.E. The direct cost of epilepsy in the United States: A systematic review of estimates [Text] / C.E. Beqley, T.L. Durqin // Epilepsia. – 2015. – Vol. 56, № 9. – P. 1376-1378.
264. Blume, W.T. Electrographic and clinical correlates of secondary bilateral synchrony [Text] / W.T. Blume, N. Pillay // Epilepsia. – 1985. – Vol. 26, № 6. – P. 636-641.
265. Brain activity relating to the contingent negative variation: an fMRI investigation [Text] / Y. Naqai [et al.] // Neuroimage. – 2004. – Vol. 21, № 4. – P. 1232-1241.
266. Brain plasticity and motor practice in cognitive aging [Text] / Cai l. [et al.] // Frontiers in Aging Neuroscience. – 2014. – Vol. 6., March 2014. – P. 1-12. URL: www.frontiersin.org
267. Braathen, G. Motor impairments in children with epilepsy treated with carbamazepine [Text] / G. Braathen, L. von Bahr, K. Theorell // Acta paediatrica. – 1997. – Vol. 86, № 4. – P. 372-376.
268. Botvinick, M. Motivation and cognitive control: from behavior to neural mechanisms [Text] / M. Botvinick, T. Braver // Annual review of pshycholgy. – 2015. – Vol. 66. – P. 83-113.

269. Broad band spectral EEG parameters correlated with different IQ measurements [Text] / E. Marosi [et al.] // The International journal of neuroscience. – 1999. – Vol. 97, № 1-2. – P. 17-27.
270. Brown, P. What do the basal ganglia do? [Text] / P. Brown, C.D. Marsden // Lancet. – 1998. – Vol. 351, № 9118. – P. 801-804.
271. Burden, causes, and outcomes of people with epilepsy admitted to a rural hospital in Kenya [Text] / S.M. Kariuki [et al.] // Epilepsia. – 2015. – Vol. 56, № 4. – P. 577-584.
272. Burden of epilepsy: the Ontario Health Survey [Text] / S. Wiebe [et al.] // The Canadian journal of neurological sciences. – 1999. – Vol. 26, № 4. – P. 263-270.
273. Burke, D. Inability of F waves to control for changes in the excitability of the motoneurone pool in motor control studies [Text] / D. Burke // Clinical Neurophysiology. – 2014. – Vol. 125, № 2. – P. 221-222.
274. Buzsaki, G. Rhythms of the brain [Text] / G. Buzsaki. – New York: Oxford University Press, 2006. – 462 p.
275. Caregiver burden in epilepsy: determinants and impact [Text] / I. Karakis [et al.] // Epilepsy Research and Treatment. – 2014. – Vol. 2014. URL: <http://www.hindawi.com/journals/ert/2014/808421>
276. Cerebral-cortical networking and activation increase as a function of cognitive-motor task difficulty [Text] / J.C. Rietschel [et al.] // Biological psychology. – 2012. – Vol. 90, № 2. – P. 127-133.
277. Changes in autonomic cardiac control in patients with epilepsy after discontinuation of antiepileptic drugs: a randomized controlled withdrawal study [Text] / M.I. Lossius [et al.] // European journal of neurology. – 2007. – Vol. 14, № 9. – P. 1022-1028.
278. Changes in depression, anxiety, anger, and personality after resective surgery for drug-resistant temporal lobe epilepsy: a 2-year follow-up study [Text] / G.N. Meldolesi [et al.] // Epilepsy Research. – 2007. – Vol. 77, № 1. – P. 22-30.

279. Changes in the duration and frequency of deviant stimuli engender different mismatch negativity patterns in temporal lobe epilepsy [Text] / Y. Hirose [et al.] // *Epilepsy & Behavior*. – 2014. – Vol. 31. – P. 136-142.
280. Clinical correlates of pathological gambling symptoms in patients with epilepsy [Text] / A.E. Cavanna [et al.] // *Epilepsia*. – 2008. – Vol. 49, № 8. – P. 1460-1464.
281. Clinical decisions for psychiatric inpatients and their evaluation by a trained neural network [Text] / I. Modai [et al.] // *Methods of information in medicine*. – 1993. – Vol. 32, N.5. – P.396-399.
282. Cognitive performance and heart rate variability: the influence of fitness level [Text] / A. Luque-Casado [et al.] // *PLoS One*. – 2013. – Vol. 8, № 2. – e56935.
URL: <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0056935>
283. Colic, S. Responsive neuromodulators based on artificial neural networks used to control seizure-like events in a computational model of epilepsy [Text] / S. Colic, O.C. Zelay, B.L. Bardakjian // *International journal of neural systems*. – 2011. – Vol. 21, № 5. – p. 367-383.
284. Comparison of auditory event-related potentials between children with benign childhood epilepsy with centrotemporal spikes and children with temporal lobe epilepsy [Text] / R.L. Casali [et al.] // *Epilepsy and behavior*. – 2016. – Vol. 59. – P. 111-116.
285. Comprehensive repertoire and phylogenetic analysis of the G protein-coupled receptors in human and mouse [Text] / T.K. Bjarnadóttir [et al.] // *Genomics*. – 2006. – Vol. 88. – P. 263-273.
286. Conte, M.M. VEP indices of cortical lateral interactions in epilepsy treatment [Text] / M.M. Conte, J.D. Victor // *Vision Res*. – 2009. – Vol. 49, № 9. – P. 898-906.
287. Cortical abnormalities and their cognitive correlates in patients with temporal lobe epilepsy and interictal psychosis [Text] / L. Gutierrez-Galve [et al.] // *Epilepsia*. – 2012. – Vol. 53, № 6. – P. 1077-1087.

288. Cortical connectivity in fronto-temporal focal epilepsy from EEG analysis: A study via graph theory [Text] / F. Vecchil [et al.] // *Epilepsia*. – 2015. – Vol. 126, № 6. – P. 1108-1116.
289. Cortical EEG alpha rhythms reflect task-specific somatosensory and motor interactions in humans [Text] / C. Babiloni [et al.] // *Clinical Neurophysiology*. – 2014. – Vol. 125, № 10. – P. 1936-1945.
290. Critical power: implications for determination of $\dot{V}O_2$ max and exercise tolerance [Text] / A.M. Jones [et al.] // *Medicine and science in sports and exercise*. – 2010. – Vol. 42, № 10. – P. 1876-1890.
291. Deficits in executive functions and motor coordination in children with frontal lobe epilepsy [Text] / M.T. Hernandez [et al.] // *Neuropsychologia*. – 2002. – Vol. 40, № 4. – P. 384-400.
292. Definition of drug resistant epilepsy: consensus proposal by the ad hoc Task Force of the ILAE Commission on Therapeutic Strategies [Text] / P. Kwan [et al.] // *Epilepsia*. – 2010. – Vol. 51, № 6. – P. 1069-1077.
293. DeLong, M.R. Primate models of movement disorders of basal ganglia origin [Text] / M.R. DeLong // *Trends in neurosciences*. – 1990. – Vol. 13, № 7. – P. 281-285.
294. Depressive and anxiety disorders in epilepsy: Do they differ in their potential to worsen common antiepileptic drug-related adverse events? [Text] / A.M. Kanner [et al.] // *Epilepsia*. – 2012. – Vol. 53, N 6. – P. 1104-1108.
295. Development and cross-cultural translations of a 31-item quality of life in epilepsy inventory [Text] / J.A. Cramer [et al.] // *Epilepsia*. – 1998. – Vol. 39, № 1. – P. 81-88.
296. Development of the quality of life in epilepsy inventory [Text] / O. Devinsky [et al.] // *Epilepsia*. – 1995. – Vol. 36, № 11. – P. 1089-1104.
297. Devinsky, O. Effects of seizures on autonomic and cardiovascular function [Text] / O. Devinsky // *Epilepsy Currents*. – 2004. – Vol. 4, № 2. – P. 43-46.

298. Differences in quality of life of women and men with drug-resistant epilepsy in Poland [Text] / A. Bala [et al.] // *Epilepsy&Behavior*. – 2016. – Vol. 60, Jul. – p. 94-98.
299. Djibuti, M. Influences of clinical, demographic and socioeconomic variables on quality of life in patients with epilepsy: findings from Georgian study [Text] / M. Djibuti, R. Shakarishvili // *Journal of neurology, neurosurgery and psychiatry*. – 2003. – Vol. 74, № 5. – P. 570-573.
300. Does electroencephalogram phase variability account for reduced P3 brain potential in externalizing disorders [Text] / S.J. Burwell [et al.] // *Clinical Neurophysiology*. – 2014. – Vol. 125, № 10. – P. 2007-2015.
301. Dynamic sculpting of brain functional connectivity is correlated with performance [Text] / R.B. Silberstein [et al.] // *Brain topography*. – 2004. – Vol. 16, № 4. – P. 249–254.
302. Dynamical diseases of brain systems: different routes to epileptic seizures [Text] / F.H. Lopes da Silva [et al.] // *IEEE transactions on bio-medical engineering*. – 2003. – Vol. 50, N 5. – P. 540-548.
303. Economic impact of epilepsy in the United States [Text] / D. Yoon [et al.] // *Epilepsia*. – 2009. – Vol. 50, № 10. – P. 2186-2191.
304. EEG correlates of a mental arithmetic task in patient with first episode schizophrenia and shizoffective disorder [Text] / Zh. Garakh [et al.] // *Clinical Neurophysiology*. – 2015. – Vol. 126, № 11. – P. 2090-2098.
305. Effects of acute aerobic exercise on task-switching protocol and brain-derived neurotrophic factor concentrations in young adults different levels of cardiorespiratory [Text] / C.L. Tsai [et al.] // *Exp. Physiol*. – 2016. – Vol. 101, № 7. – P. 836-850.
306. Effects of epilepsy on autonomic nervous system and respiratory function tests [Text] / M.S Berlingen [et al.] // *Epilepsy&Behavior*. – 2004. – Vol. 5, № 4. – P. 513-516.

307. Effects of imagery training on cognitive performance and use of physiological measures as an assessment tool of mental effort [Text] / C. Papadelis [et al.] // *Brain and cognition*. – 2007. – Vol. 64, № 1. – P. 75-85.
308. Effects of Moclobemide on event-related potentials of depressed patients - a preliminary study [Text] / J. Wang [et al.] // *Hong Kong Journal of Psychiatry*. – 2003. – Vol. 13, № 1. – P. 2-6.
309. Effects of temporal lobe epilepsy on retrograde memory [Text] / S. Lah [et al.] // *Epilepsia*. – 2006. – Vol. 47, № 3. – P. 615-625.
310. Electrophysiological correlates activated during the Wisconsin Card Sorting test (WCST) [Text] / A.H. Mestrovic [et al.] // *Collegium Antropologicum*. – 2012. – Vol. 36, № 2. – P. 513-520.
311. Electrophysiological correlates of anticipatory and post-stimulus components of task-switching [Text] / F. Karayanidis [et al.] // *Psychophysiology*. – 2003. – Vol. 40, № 3. – P. 329–348.
312. Enhanced EEG connectivity in children with febrile seizures [Text] / A. Birca [et al.] // *Epilepsy Research*. – 2015. – Vol. 110, N 2. – P. 32-38.
313. Engel, J.Jr. A proposed diagnostic scheme for people with epileptic seizures and with epilepsy. Report of the ILAE. Task force on classification and terminology [Text] / J.Jr. Engel // *Epilepsia*. – 2001. – Vol. 38, № 6. – P. 796-803.
314. Epilepsy and medication effects on the pattern visual evoked potential [Text] / A.M. Geller [et al.] // *Documenta ophtalmologica. Advances in ophthalmology*. – 2005. – Vol. 110, № 1. – P. 121-131.
315. Epilepsy: new advances [Text] / S.L. Moshe [et al.] // *Lancet*. – 2015. – Vol. 385, № 9971. – P. 884-898.
316. Estimating the cost of epilepsy in Europe; A review with economic modeling [Text] / M. Pugliatti [et al.] // *Epilepsia*. – 2007. – Vol. 48, № 12. – P. 223-224.
317. Estimating the incidence of first unprovoked seizure and newly diagnosed epilepsy in the low-income urban community of Northern Manhattan, New York [Text] / E.K. Benn [et al.] // *Epilepsia*. – 2008. – Vol. 49, № 8. – P. 1431-1439.

318. Evidence for the different physiological significance of the 6- and 2-minute walk tests in multiple sclerosis [Text] / R.W. Motl [et al.] // BMC neurology. – 2012. – Vol. 12. – P. 6.
URL: <https://bmcneurol.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2377-12-6>
319. Factor analyses of an Adult Epilepsy Self-Management Measurement Instrument (AESMMI) [Text] / C. Escoffery [et al.] // Epilepsy&Behavior. – 2015. – Vol. 50. – P. 184-189.
320. Factors associated with generic and disease-specific quality of life in temporal lobe epilepsy [Text] / G.N. Meldolesi [et al.] // Epilepsy Res. – 2006. – Vol. 69, № 2. – P. 135-146.
321. Fritz, N.E. Motor-cognitive dual-task training in persons with neurological disorders: a systematic review [Text] / N.E. Fritz, F.V. Cheek, D.S. Nichols-Larsen // Journal of neurologic physical therapy. – 2015. – Vol. 39, № 3. – P. 142-153.
322. From sensation to percept: The neural signature of auditory event-related potentials [Text] / K. Joos [et al.] // Neuroscience and Biobehavioral Reviews. – 2014. – Vol. 42. – P. 148-156.
323. Frontal and thalamic changes of GABA concentration indicate dysfunction of thalamofrontal networks in juvenile myoclonic epilepsy [Text] / E. Hattingen [et al.] // Epilepsia. – 2014. – Vol. 55, № 7. – P. 1030-1037.
324. GABA (A) receptor regulation after experimental traumatic brain injury [Text] / D.J. Raible [et al.] // J. Neurotrauma. – 2012. – Vol. 29, № 16. – P. 2548-2554.
325. Grabenstatter, H.L. Molecular pathways controlling inhibitory receptor expression [Text] / H.L. Grabenstatter, S.J. Russek, A.R. Brooks-Kayal // Epilepsia. – 2012. – Vol. 53 (Suppl. s9). – P. 71-78.
326. Grollman, E.A. Suicide prevention, intervention, postvention [Text] / E.A. Grollman. – N.Y.: Beacon Hill Press, 1988. – 151 p.

327. Gröppel, G. Cluster analysis of clinical seizure semiology of psychogenic nonepileptic seizures [Text] / G. Gröppel, T. Kapitany, C. Baumqarthner // *Epilepsia*. – 2000. – Vol. 41, № 5. – P. 610-614.
328. Guo, L. Epileptic seizure detection using multiwavelet transform based approximate entropy and artificial neural networks [Text] / L. Guo, D.Rivero, A. Pazos // *Journal of Neuroscience Methods*. – 2010. – Vol. 193, № 1. – P. 156-163.
329. Halgren, E. Generators of the later cognitive potentials in auditory and visual oddball tasks [Text] / E. Halgren, K. Marinkovic, P. Chauvel // *Electroencephalography and clinical neurophysiology*. – 1998. – Vol. 106, № 2. – P. 156-164.
330. Harmon-Jones, E. Early Career Award. Clarifying the emotive functions of asymmetrical frontal cortical activity [Text] / E. Harmon-Jones // *Psychophysiology*. – 2003. – Vol. 40, № 6. – P. 838-848.
331. Hatfield, B.D. The psychophysiology of sport: a mechanistic understanding of the psychology of superior performance [Text] / B.D. Hatfield, C.H. Hillman // *Handbook of sport psychology; 2 edition* / eds.: R.N. Singer, H.A. Hausenblas, C.M. Janelle. – 2nd ed. – New York: Wiley, 2001. – P. 362-388.
332. Heart rate and heart rate variability in panic, social anxiety, obsessive-compulsive, and generalized anxiety disorders at baseline and in response to relaxation and hyperventilation [Text] / A. Pittiq [et al.] // *International Journal of psychophysiology*. – 2013. – Vol. 87, № 1. – P. 19-27.
333. Heart Rate Variability: Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use [Text] / Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology // *Circulation*. – 1996. – Vol. 93, № 5. – P. 1043-1065.
334. Heart rate variability, trait anxiety, and perceived stress among physically fit men and women [Text] / R.K. Dishman [et al.] // *International Journal of Psychophysiology*. – 2000. – Vol. 37, № 2. – P. 121-133.
335. Hinrichs, H. Basic emotions reflected in EEG-coherences [Text] / H. Hinrichs,

- W. Machleidt // International journal of psychophysiology : official journal of the International Organization of Psychophysiology. – 1992. – Vol. 13, № 3. – P. 225-232.
336. History and classification of "myoclonic" epilepsies: from seizures to syndromes to diseases [Text] / P. Genton [et al.] // Advances in neurology. – 2005. – Vol. 95. – P. 1-14.
337. Ictal and interictal respiratory changes in temporal lobe and absence epilepsy in childhood [Text] / K. Jansen [et al.] // Epilepsy Research. – 2013. – Vol. 106, № 3. – P. 410-416.
338. Ictal high-frequency oscillations and hyperexcitability in refractory epilepsy [Text] / H. Leung [et al.] // Clinical neurophysiology. – 2015. – Vol. 126, № 11. – P. 2049-2057.
339. Interictal cardiovascular autonomic responses in patients with temporal lobe epilepsy [Text] / H. Ansakorpi [et al.] // Epilepsia. – 2000. – Vol. 41, № 1. – P. 42-47.
340. Interictal personality change and its related factors in epilepsy patients [Text] / L. Mao [et al.] // Chinese Journal of Neurology. – 2012. – Vol. 45, № 4. – P. 224-228.
341. Isik, H. Diagnosis of epilepsy from electroencephalography signals using multilayer perceptron and Elman Artificial Neural Networks and Wavelet Transform [Text] / H. Isik, E. Sezer // Journal of Medical Systems. – 2012. – Vol. 36, № 1. – P. 1-13.
342. Jackson, J.H. Croonian lectures on the evolution and dissolution of the nervous system [Text] / J.H. Jackson. – Berlin: Verlag von S. Karger, 1927. – 137 p.
343. Jakoby, A. Determinants of quality of life in people with epilepsy / A. Jakoby, D. Snape, G.A. Baker [Text] // Neurologic Clinics. – 2009. – Vol. 27, № 24. – P. 843-863.

344. Jausovec, N. Differences in EEG current density related to intelligence [Text] / N. Jausovec, K. Jausovec // Brain research. Cognitive brain research. – 2001. – Vol. 12, № 1. – P. 55-60.
345. Jin, S.H. Focal cortical dysplasia alters electrophysiological cortical hubs in the resting state [Text] / S.H. Jin, W. Jeong, C.K. Chung // Clinical Neurophysiology. – 2015. – Vol. 126, № 8. – P. 1482-1492.
346. Jukić, J. Morphological, motor and technical determinants of fighting efficiency of Croatian female cadet age karate athletes [Text] / J. Jukić, R. Katić, G. Bala // Collegium antropologicum. – 2013. – Vol. 37, № 4. – P. 1253-1259.
347. Kaffashi, F. Variability analysis&Its application to physiological time series data [Text] /F. Kaffashi. – Cleveland: Case Western Reserve University, 2007. – 124 p.
URL: https://etd.ohiolink.edu/rws_etd/document/get/case1181072302/inline
348. Kale, R. Global campaign against epilepsy: the treatment gap [Text] / R. Kale // Epilepsia. – 2002. – Vol. 43 (Suppl. s6). – P. 31-33.
349. Kim, S.H. Neural correlates of positive and negative emotion regulation [Text] / S.H. Kim, S. Hamann // Journal of cognitive neuroscience. – 2007. – Vol. 19, № 5. – P. 776-798.
350. Korn, H. Is there chaos in the brain? II. Experimental evidence and related models [Text] / H. Korn, P. Faure // Comptes rendus biologiques. – 2003. – Vol. 326, № 9. – P. 787-840.
351. Kostek, B. Knowledge representation of motor activity of patients with Parkinson's disease [Text] / B. Kostek, A. Kupryjanow, A. Czyzewski // Natural Computing. – 2015. – Vol. 14, № 4. – P. 579-591.
352. Kukleta, M. Intracerebral recordings of the Bereitschaftspotential demonstrate the heterogeneity of its components [Text] / M. Kukleta, B. Turak, J. Louvel // International Journal of Psychophysiology. – 2012. – Vol. 83, № 1. – P. 65- 70.
353. Latash, M.L. Neurophysiological basis of movement [Text] / M.L. Latash. – Leeds: Human Kinetics, 2008. – 429 p.

354. Leonardi, M. The global burden of epilepsy [Text] / M. Leonardi, T.B. Ustun // *Epilepsia*. – 2002. – Vol. 43 (Suppl. 6). – P. 21-25.
355. Lole, L. Reward and punishment hyposensitivity in problem gamblers: A study of event-related potentials using a principal components analysis [Text] / L. Lole, C.J. Gonsalvez, R.J. Barry // *Clinical Neurophysiology*. – 2015. – Vol. 126, № 7. – P. 1295-1309.
356. Loring, D.W. Determinants of quality of life in epilepsy [Text] / D.W. Loring, K.J. Meador, G.P. Lee // *Epilepsy&Behavior*. – 2004. – Vol. 5, № 6. – P. 976-980.
357. Matsuda, I. Motivational significance and cognitive effort elicit different late positive potentials [Text] / I. Matsuda, H. Nittono // *Clinical Neurophysiology*. – 2015. – Vol. 126, № 2. – P. 304-313.
358. McCabe, K.O. What is extraversion for? Integrated trait and motivational perspective and identifying the purpose of extraversion [Text] / K.O. McCabe, W. Fleeson // *Psychological Science*. – 2012. – Vol. 23, № 12. – P. 1498-1505.
359. Modeling recurrent discharge in the spinal a-motoneuron: Reappraisal of the F wave [Text] / P. Balbi [et al.] // *Clinical Neurophysiology*. – 2014. – Vol. 125, № 2. – P. 427-429.
360. Modifications of cognitive and motor tasks affect the occurrence of event-related potentials in the human cortex [Text] / I. Rektor [et al.] // *The European Journal of Neuroscience*. – 2007. – Vol. 26, № 5. – P. 1371-1380.
361. Moein, S. Medical diagnosis using artificial neural networks [Text] / S. Moein. – Hershey: Medical Information Science Reference, 2014. – 310 p.
362. Morgan, V.L. Cluster analysis detection of functional MRI activity in temporal lobe epilepsy [Text] / V.L. Morgan, J.C. Gore, B. Abou-Khalil // *Epilepsy Research*. – 2007. – Vol. 76, № 1. – P. 22-33.
363. Motor execution detection based on autonomic nervous system responses [Text] / L. Marchal-Crespo [et al.] // *Physiological measurement*. – 2013. – Vol. 34, № 1. – P. 35-51.

364. Multiway analysis of Epilepsy Tensors [Text] / E. Acar [et al.] / Bioinformatics. – 2007. – Vol. 23, № 13. – P. 10-18.
365. New possibilities in prognostication of hemodynamic instability during surgical operations [Text] / I. Sarayev [et al.] // Journal of clinical monitoring and computing. – 2002. – Vol. 17, № 2. – P. 135-139.
366. Neural correlates of the happy life: the amplitude of spontaneous low frequency fluctuations predicts subjective well-being [Text] / F. Kong [et al.] // Neuroimage. – 2015. – Vol. 107, February 15. – P. 136-145.
367. Neurofeedback training of alpha-band coherence enhances motor performance [Text] / A. Mottas [et al.] // Clinical Neurophysiology. – 2015. – Vol. 126, № 9. – P. 1754-1760.
368. Neuropsychological profiles of patients with juvenile myoclonic epilepsy and their siblings: an extended study [Text] / N. Iqbal [et al.] // Epilepsia. – 2015. – Vol. 56, № 8 – P. 1301-1308.
369. New possibilities in prognostication of hemodynamic instability during surgical operations [Text] / I. Sarayev [et al.] // Journal of clinical monitoring and computing. – 2002. – Vol. 17, № 2. – P. 135-139.
370. Nigam, V.P. A neural-network-based detection of epilepsy [Text] / V.P. Nigam, D. Graupe // Neurological research. – 2004. – Vol. 26, № 1. – P. 55-60.
371. Noebels, J. A perfect storm: Converging paths of epilepsy and Alzheimer's dementia intersect in the hippocampal formation [Text] / J.A. Noebels // Epilepsia. – 2011. – Vol. 52 (Suppl 1). – P. 39–46.
372. Oxygen uptake response to stroke rate manipulation in freestyle swimming [Text] / S.P. McLean [et al.] // Medicine and science in sports and exercise. – 2010. – Vol. 42, № 10. – P. 1909-1913.
373. Panayiotou, G. The role of self-focus, task difficulty, task self-relevance, and evaluation anxiety in reaction time performance [Text] / G. Panayiotou, S.R. Vrana // Motiv Emotion. – 2004. – Vol. 28, № 2. – P. 171–196.

374. Parallel distributed processing and neuropsychology: a neural network model of Wisconsin Card Sorting and verbal fluency [Text] / R.W. Park [et al.] // *Neuropsychology Review* – 1992. – Vol. 3, № 2. – P. 213-233.
375. Parietal seizures mimicking psychogenic nonepileptic seizures [Text] / A. McGonigal, F. Bartolomei // *Epilepsia*. – 2012. – Vol. 55, № 1. – P. 196-197.
376. Park, J.L. Making the case for mobile cognition: EEG and sports performance [Text] / J.L. Park, M.M. Fairweather, D.I. Donaldson // *Neuroscience and biobehavioral reviews*. – 2015. – Vol. 52. – P. 117-130.
377. Path analysis of relationship among personality, perceived stress, coping, social support, and psychological outcomes [Text] / H. Roohafza [et al.] // *World Journal of Psychiatry*. – 2016. – Vol. 6, № 2. – P. 248-256.
378. Physiology of functional and effective networks in epilepsy [Text] / R.B. Yaffe [et al.] // *Clinical neurophysiology*. – 2015. – Vol. 126, № 2. – P. 227-236.
379. Plyler, E. Serial auditory-evoked potentials in the diagnosis and monitoring of a child with Landau-Kleffner syndrome [Text] / E. Plyler, A.W. Harkrider // *Journal of the American Academy of Audiology*. – 2013. – Vol. 24, № 7. – P. 564-571.
380. Polich, J. Cognitive evoked potentials [Text] // J. Polich // *Current Directions in Psychological Science*. – 1993. – Vol. 2, № 6. – P. 175–179.
381. Polich, J. Meta-analysis of P300 normative aging studies [Text] / J. Polich // *Psychophysiology*. – 1996. – Vol. 33, № 4. – P. 334-353.
382. Ponnusamy, A. Comparison of heart rate variability parameters during complex partial seizures and psychogenic nonepileptic seizures [Text] / A. Ponnusamy, J.L.B. Marques, M. Reuber // *Epilepsia*. – 2011. – Vol. 53, № 8. – P. 1314-1321.
383. Power spectral analysis of heart rate variability in Type As during solo and competitive mental arithmetic task [Text] / T. Kamada [et al.] // *Journal of psychosomatic research* – 1992. – Vol. 36, № 6. – P. 543-551.

384. Prolongation of ERP latency and reaction time (RT) in simultaneous EEG/fMRI data acquisition [Text] / J. Chun [et al.] // *Journal of Neuroscience Methods*. – 2016. – Vol. 268, (August 1). – P. 78-86.
385. Psychosocial long-term outcome in juvenile myoclonic epilepsy [Text] / M. Holtkamp [et al.] // *Epilepsia*. – 2014. – Vol. 55, № 11. – P. 1732-1738.
386. Pulliainen, V. Motor and cognitive functions in newly diagnosed adult seizure patients before antiepileptic medication [Text] / V. Pulliainen, P. Kuikka, M. Jokelainen // *Acta Neurol Scand*. – 2000. – Vol. 101, № 2. – P. 73-78.
387. P300 and stress in mild head injury patients [Text] / Y. Granovsky [et al.] // *Electroencephalography and clinical neurophysiology*. – 1998. – Vol. 108, № 6. – P. 554-559.
388. Quality of life and personality in adults with epilepsy [Text] / D.T. Zhu [et al.] // *Epilepsia*. – 1998. – Vol. 39, № 11. – P. 1208-1212.
389. Quantification of respiratory parameters in patients with temporal lobe epilepsy [Text] / F.A. Scorza [et al.] // *Arquivos de Neuropsiquiatria*. – 2007. – Vol. 65, № 2B. – P. 450-453.
390. Rampp, S. Direct current shifts, high frequency oscillations and the epileptogenic zone [Text] / S. Rampp // *Clinical neurophysiology*. – 2015. – Vol. 126, № 1. – P. 2-4.
391. Raqqi, A. Burden and cost of neurological diseases: a European North-South comparison [Text] / A. Raqqi, M. Leonardi // *Acta Neurologica Scandinavica*. – 2015. – Vol. 132, № 1. – P. 16-22.
392. Rayner, G. Behavioral profiles in frontal lobe epilepsy: Autobiographic memory versus mood impairment [Text] / G. Rayner, G.D. Jackson, S.J. Wilson // *Epilepsia*. – 2015. – Vol. 56, № 2. – P. 225-233.
393. Reactive control processes contributing to residual switch cost and mixing cost across the adult lifespan [Text] / L.R. Whitson [et al.] // *Frontiers in psychology*. – 2014. – Vol. 5. – P. 383-384.

394. Reissland, J. Serial or overlapping processing in multitasking as individual preference: Effects of stimulus preview on task switching and concurrent dual – task performance [Text] / J. Reissland, D. Manzey // *Acta Psychologica*. – 2016. – Vol. 168. – P. 27-40.
395. Relationships between seizure severity and health-related quality of life in refractory localization-related epilepsy [Text] / B.G. Vickrey [et al]. – *Epilepsia*. – 2000. – Vol. 41, № 6. – P. 760-764.
396. Revised terminology and concepts for organization of seizures and epilepsies: Report of the ILAE Commission on Classification and Terminology 2005-2009 [Text] / A.T. Berg [et al.] // *Epilepsia*. – 2010. – Vol. 51. – P. 676-685.
397. Rothwell, J.C. Plasticity in the human motor system [Text] / J.C. Rothwell // *Folia phoniatrica et logopaedica*. – 2010. – Vol. 62, № 4. – P. 153-157.
398. Rubboli, G. Negative myoclonus. An overview of its clinical features, pathophysiological mechanisms, and management [Text] / G. Rubboli, C.A. Tassinari // *Clinical neurophysiology*. – 2006. – Vol. 36, № 5-6. – P. 337-343.
399. Schott, G.D. Illustrating cerebral function: the iconography of arrows [Text] / G.D. Schott // *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*. – 2000. – Vol. 355, № 1404. – P. 1789-1799.
400. Seizure detection, seizure prediction, and closed-loop warning systems in epilepsy [Text] / S. Raghopal [et al.] // *Epilepsy&Behavior*. – 2014. – Vol. 37. – P. 291-307.
401. Seizure frequency affects event-related potentials (P300) in epilepsy [Text] / R.C. Chen [et al.] // *Journal of clinical neuroscience: official journal of the Neurosurgical Society of Australia*. – 2001. – Vol. 8, № 5. – P. 442-446.
402. Semantic memory in partial epilepsy: verbal and non-verbal deficits and neuroanatomical relationships [Text] / A.R. Giovagnoli [et al.] // *Neuropsychologia*. – 2005. – Vol. 43, № 10. – P. 482-492.
403. Sensitivity of Montreal Cognitive Assessment in comparison with Mini Mental Status Examination in testing cognitive status in epilepsy patients with phenytoin

- monotherapy [Text] / A. Palanisamy [et al.] // *Advanced Journal of Phytomedicine and Clinical Therapeutics*. - 2015. – Vol. 3, № 3. – P. 237-244.
404. Seo, S. Altered thalamic GABAA-receptor subunit expression in the stargazer mouse model of absence epilepsy [Text] / S. Seo, B. Leitch // *Epilepsia*. – 2014. – Vol. 55, № 2. – P. 224-232.
405. Seo, S.H. Stress and EEG / S.H. Seo, J.T. Lee // *Convergence and Hybrid Information Technologies* [Text] / ed.: M. Crisan. – Rijeka: InTech, 2010. – P. 413-426.
406. Sezer, E. Employment and comparison of different Artificial Neural Networks for epilepsy diagnosis from EEG signals [Text] / E. Sezer, H. Isik, E. Saracoglu // *Journal of Medical Systems*. – 2012. – Vol. 36, № 1. – P. 347-362.
407. Sf-36 Health Survey. Manual and interpretation guide [Text] / J.E. Ware [et al.]. – Lincoln, RI: QualityMetric Incorporated, 2000. –150 p.
408. Sigel, E. Structure, function, and modulation of GABA A receptors [Text] / E. Sigel, M.E. Steinmann // *The Journal of Biological Chemistry*. – 2012. – Vol. 287, № 48. – P. 40224-40231.
409. Shutting down sensorimotor interference unblocks the networks for stimulus processing: An SMR neurofeedback training study [Text] / S.E. Kober [et al.] // *Clinical Neurophysiology*. – 2015. – Vol. 126, № 1. – P. 82-95.
410. Slow potential changes in the human brain [Text] / eds.: W.C. McCallum, S.H. Curry. – New York: Plenum Press. – 1993. – 303 p.
411. Speed and complexity characterize attention problems in children with localization-related epilepsy [Text] / M.M. Berl [et al.] // *Epilepsia*. – 2015. – Vol. 56, № 6. – P. 833-840.
412. Spike cluster analysis in neocortical localization related epilepsy yields clinically significant equivalent source localization results in magnetoencephalogram (MEG) [Text] / D. Van't Ent [et al.] // *Clinical neurophysiology*. – 2003. – Vol. 114, № 10. – P. 1948-1962.

413. Srivastava, K. Emotional intelligence and organizational effectiveness [Text] / K. Srivastava // *Industrial Psychiatry Journal*. – 2013. – Vol. 22, № 2. – P. 97-99.
414. Stam, C.J. Graph theoretical analysis of complex networks in the brain [Text] / C.J. Stam, J.C. Reijneveld // *Nonlinear Biomedical Physics*. – 2007. – Vol. 1, № 1. – P. 3.
415. Stefanidou, M. The relationship between seizure onset zone and ictal tachycardia: An intracranial EEG study [Text] / M. Stefanidou, C. Carlson, D. Friedman // *Clinical neurophysiology*. – 2015. – Vol. 126, № 12. – P. 2255-2260.
416. Surges, R. Enhanced QT shortening and persistent tachycardia after generalized seizures [Text] / R. Surges, C.A. Scott, M.C. Walker // *Neurology*. – 2010. – Vol. 74, № 5. – P. 421-426.
417. Swainson, R. Task-switch costs subsequent to cue-only trials [Text] / R. Swainson, D. Martin, L. Prosser // *Quarterly journal of experimental psychology*. – 2016. – June 7. – P. 1-18.
418. Switching between univalent task-sets in schizophrenia: ERP evidence of an anticipatory task-set reconfiguration deficit [Text] / F. Karayanidis [et al.] // *Clinical Neurophysiology*. – 2006. – Vol. 117, № 10. – P. 2172–2190.
419. Synchrony in normal and focal epileptic brain: the seizure onset zone is functionally disconnected [Text] / C.P. Warren [et al.] // *Journal of neurophysiology*. – 2010. – Vol. 104, № 6. – P. 3530-3539.
420. Szaflarski, J.P. Can EEG predict outcomes in genetic generalized epilepsies [Text] / J.P. Szaflarski // *Clinical Neurophysiology*. – 2014. – Vol. 125, № 2. – P. 215-216.
421. Tavares, T.P. Emotional functioning: long-term outcomes after pediatric epilepsy surgery [Text] / T.T. Tavares, K. Puka, M.L. Smith // *Epilepsia*. – 2015. – Vol. 56, № 5. – P. 745-753.
422. Taycan, S.E. Affective temperament profiles and clinical correlates in patients with epilepsy: A link from mood disorders [Text] / S.E. Taycan, O. Taycan // *Journal of affective disorders*. – 2014. – Vol. 164. – P. 1-4.

423. Taylor, P.C.J. Combining TMS and EEG to study cognitive function and cortico-cortico interactions [Text] / P.C.J. Taylor, V. Walsh., M. Eimer // Behavioural Brain Research. – 2008. – Vol. 191, № 2. – P. 141-147.
424. Temperament and character traits in patients with epilepsy: epileptic personality [Text] / E. Yazici [et al.] // The Journal of nervous and mental disease. – 2013. – Vol. 201, № 5. – P. 365-370.
425. Temperament, family environment, and behavior problems in children with new-onset seizures [Text] / K.T. Baum [et al.] // Epilepsy&Behavior. – 2007. – Vol. 10, № 2. – P. 319-327.
426. Temperamental traits versus individual physical fitness components and a physical activity level [Text] / D. Bernatowicz [et al.] // Journal of human kinetics. – 2015. – Vol. 45. – P. 211-217.
427. Testing the excitability of human motoneurons [Text] / C.J. McNeil [et al.] // Frontiers in Human Neuroscience. – 2013. – Vol. 7. – P. 152-172.
428. Thatcher, R.W. EEG and intelligence: relations between eeg coherence, eeg phase delay and power [Text] / R.W. Thatcher, D. North, C. Biver // Clinical Neurophysiology. – 2005. – Vol. 116, № 9. – P. 2129-2141.
429. Thayer, J.F. Claude Bernard and the heart-brain connection: Further elaboration of a model of neurovisceral integration [Text] / J.F. Thayer, R.D. Lane // Neuroscience&Biobehavioral Reviews. – 2009. – Vol. 33, № 2. – P. 81–88.
430. Thayer, R.E. Multidimensional arousal states, diurnal rhythms, cognitive and social processes, and extraversion [Text] / R.E. Thayer, P.J. Takahashi, J.A. Pauli // Personality and Individual Differences. – 1988. – № 9. – P. 15–24.
431. The brainweb: phase synchronization and large-scale integration [Text] / F. Varela [et al.] // Nature reviews. Neuroscience. – 2001. – Vol 2, № 4. – P. 229-239.
432. The clinical course of epilepsy and its psychosocial correlates: findings from a U.K. Community study [Text] / A. Jakoby [et al.] // Epilepsy. – 1996. – Vol. 37, № 2. – P. 148-161.

433. The economic impact of epilepsy: a systematic review [Text] / K. Allers [et al.] // BMC Neurol. – 2015. – Vol. 15. – P. 245. URL: <http://bmcneurol.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12883-015-0494-y>
434. The effect of cognitive functions of EEG in patients with juvenile myoclonic epilepsy [Text] / F. Demir [et al.] // Epilepsia. – 2013. – Vol. 19, № 3. - P. 103-108.
435. The effectiveness of simple psychological and physical activity interventions for high prevalence mental health problems in young people: A factorial randomised controlled trial [Text] / A.G. Parker [et al.] // Journal of affective disorders. – 2016. – Vol. 196. – P. 200-209.
436. The effects of levetiracetam, carbamazepine, and sodium valproate on P100 and P300 in epileptic patients [Text] / Y. Tumay [et al.] // Clinical neuropharmacology. - 2013. – Vol. 36, № 2. – P. 55-58.
437. The epidemiology of epilepsy in Europe – a systematic review [Text] / L. Forsgren [et al.] // European Journal of Neurology. - 2005. - №12. - P. 245-253.
438. The FAB: A Frontal Assessment Battery at bedside [Text] / B. Dubois [et al.] // Neurology. - 2000. – Vol.55, № 11. – P. 1621-1626.
439. The health, education, and social care costs of school-aged children with active epilepsy: A population-based study [Text] / R.M. Hunter [et al.] // Epilepsia. – 2015. – Vol. 56, № 7. – P. 1056-1064.
440. The identification of Parkinson's disease subtypes using cluster analysis: a systematic review [Text] / S.M. van Rooden [et al.] // Movement Disorders. – 2010. – Vol. 25, № 8. – P. 969-978.
441. The incidence of epilepsy and unprovoked seizures in multiethnic, urban health maintenance organizations [Text] / J.F. Annegers // Epilepsia. – 1999. – Vol. 40, № 4. – P. 502-506.
442. The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: a brief screening tool for mild cognitive impairment [Text] / Z.S. Nasreddine [et al.] // Journal of the American Geriatrics Society. – 2005. – Vol. 53, № 4. – P. 695-699.

443. The physiological cost and enjoyment of Wii Fit in adolescents, young adult, and older adults [Text] / L.E. Graves [et al.] // *Journal of Physical Activity and Health*. – 2010. – Vol. 7, № 3. – P. 393-401.
444. The P300 component wave reveals differences in subclinical anxious-depressive states during bimodal oddball tasks: an effect of stimulus congruence [Text] / D. Delee-Vigne [et al.] // *Clinical Neurophysiology*. – 2015. – Vol. 126, № 11. – P. 2108-2123.
445. The relationship between epilepsy and depression: an update [Text] / M. Catena-Dell'Osso [et al.] // *Current medicinal chemistry*. – 2013. – Vol. 20, № 23. – P. 2861-2867.
446. The relationship of age and cardiovascular fitness to cognitive and motor processes [Text] / C.H. Hillman [et al.] // *Psychophysiology*. – 2002. – Vol. 39, № 3. – P. 303-312.
447. The system epilepsies: a pathophysiological hypothesis [Text] / G. Avanzini [et al.] // *Epilepsia*. – 2012. – Vol. 53, № 5. – P. 771-778.
448. Theory of mind and social functioning in patients with temporal lobe epilepsy [Text] / W.H. Wang [et al.] // *Epilepsia*. – 2015. – Vol. 56, № 7. – P. 1117-1123.
449. Thompson, M. Neurofeedback for stress management [Text] / M. Thompson, L. Thompson // *Principles and Practice of Stress Management* / eds.: P.M. Lehrer, R.L. Woolfolk, W.E. Sime. - New York: Guilford Press, 2007. - P. 249-287.
450. Thoughts, emotions, and dissociative features differentiate patients with epilepsy from patients with psychogenic nonepileptic spells (PNESs) [Text] / R. Hendrickson [et al.] // *Epilepsy&Behavior*. – 2015. – Vol. 51. – P. 158-162.
451. To prepare or not to prepare: differential go/nogo activity in contingent negative variation and spectral power [Text] / I. Funderud [et al.] // *Front. Hum. Neurosci: XI International Conference on Cognitive Neuroscience (ICON XI): Conference Abstract*. 2011. – URL: <http://www.frontiersin.org>.
452. Toward a neurodynamical understanding of ictogenesis [Text] / Le Van Quyen [et al.] // *Epilepsia*. – 2003. – Vol. 44 (Suppl. 12). – P. 30-43.

453. Using structural equation modeling to assess functional connectivity in the brain: power and sample size considerations [Text] / G. Sideridis [et al.] // *Educ Pshychol Meas.* – 2014. – Vol. 74, № 5. – P. 733-758.
454. Validation of a novel classification model of psychogenic nonepileptic seizures by video-EEG analysis and a machine learning approach [Text] / A. Magaydda [et al.] // *Epilepsy&Behavior.* – 2016. – Vol. 60. – P. 197-201.
455. Validating screening tools for depression in epilepsy [Text] / K.M. Fiest [et al.] // *Epilepsia.* – 2014. – Vol. 55, № 10. – P. 1642-1650.
456. Van Boxtel, G.J.M. Cortical measures of anticipation [Text] / G.J.M. Van Boxtel, K.B.E. Bocker // *Journal of Psychophysiology.* - 2004. - Vol. 18, № 2-3. - P. 61 – 76.
457. Widrick, D. Quality of life in children with well-controlled epilepsy [Text] / D. Widrick, S. Parker-Fisher, A. Morales // *Journal of neuroscience nursing.* - 1996. – Vol. 23, № 12. – P. 192-198.