

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Владимирский государственный университет

Г.И. Каторгина, И.П. Бойко,
А.В. Берсенев

ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ И КОРРЕКЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ УЧАЩИХСЯ
С ЗАДЕРЖКОЙ ПСИХИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ,
ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ РАССТРОЙСТВАМИ
РЕЧИ И ПОСЛЕДСТВИЯМИ СОТРЯСЕНИЯ
ГОЛОВНОГО МОЗГА

Монография

«В печать»:

Авторы –

Г. И. Каторгина

И. П. Бойко

А. В. Берсенев

Зав. кафедрой –

Редактор –

Е.В. Невская

Начальник РО –

Е.П. Викулова

Ответственный секретарь –

Е.А. Амирсейидова

Директор Издательства –

Ю.К. Жулев

Владимир 2006

УДК 615.851.4

ББК 74.3

К66

Рецензенты:

Доктор психологических наук, профессор
зав. кафедрой общей и педагогической психологии
Владимирского государственного педагогического университета
В.А. Зобков

Доктор медицинских наук, профессор
зав. хирургическим отделением муниципального учреждения
здравоохранения «Городская клиническая больница скорой
медицинской помощи» (г. Владимир)
Э.Г. Абдуллаев

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Владимирского государственного университета

Каторгина, Г. И.

К66 Диагностические и коррекционные технологии для учащихся с
задержкой психического развития, функциональными расстройствами
речи и последствиями сотрясения головного мозга : монография /
Г. И. Каторгина, И. П. Бойко, А. В. Берсенев ; Владим. гос. ун-т. –
Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2006. – 216 с.
ISBN 5-89368-676-4

Представлена разработка комплекса радионуклидных, лазерных методов диагностики состояния регуляторных механизмов основных систем гомеостаза для изучения показателей мозгового кровообращения, мочевыделительной системы, отдельного капиллярного кровотока при стимуляции головного мозга до коррекции, а также после коррекции, проводимой одновременно в комплексе аппарата «ТРАНСАИР-01» с никотиновой кислотой (витамином РР), способствующей активизации умственных способностей детей с задержкой психического развития, функциональными расстройствами речи, а также последствиями сотрясения головного мозга.

Рассчитано на специалистов коррекционной педагогики, биологов, радиобиологов и специалистов медицинской техники.

Табл. 41. Ил. 47. Библиогр.: 261 назв.

УДК 615.851.4

ББК 74.3

ISBN 5-89368-676-4

© Владимирский государственный
университет, 2006

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	12
1.1. Математические подходы к изучению мозговой гемодинамики.....	12
1.2. Физиологические основы регуляции функций центральной нервной системы	15
1.3. Кибернетический и физико-математический подходы к изучению регуляций функций организма.....	31
Глава 2. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛОВ И МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ	44
2.1. Общая характеристика предмета исследования.....	44
2.2. Применяемые методы	52
2.3. Динамика возбуждения и торможения в нейронах коры мозга и таламуса при действии афферентных раздражений	70
Глава 3. ОЦЕНКА НАПРЯЖЕНИЯ МЕХАНИЗМОВ РЕГУЛЯЦИИ МОЗГОВОЙ ГЕМОДИНАМИКИ, МОЧЕВЫДЕЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ, РАЗДЕЛЬНОГО КАПИЛЛЯРНОГО КРОВОТОКА У УЧАЩИХСЯ С ЗАДЕРЖКОЙ ПСИХИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ, ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ РАССТРОЙСТВАМИ РЕЧИ И ПОСЛЕДСТВИЯМИ СОТРЯСЕНИЯ ГОЛОВНОГО МОЗГА ДО КОРРЕКЦИИ.....	78
3.1. Исследование мозгового кровотока в докоррекционном периоде	78

3.2. Оценка состояния механизмов регуляции мочевой системы у детей в докоррекционном периоде	90
3.3. Резюме	110
Глава 4. АКТИВИЗАЦИЯ УМСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМОВ РЕГУЛЯЦИИ МОЗГОВОЙ ГЕМОДИНАМИКИ И МОЧЕВЫДЕЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПОСЛЕ КОРРЕКЦИИ.....	113
4.1. Исследования воздействия электростимуляции головного мозга с витамином РР	113
4.2. Исследования мозгового кровотока в посткоррекционном периоде	119
4.3. Резюме	162
Глава 5. ОЦЕНКА КОМПЕНСАТОРНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ РЕГУЛЯТОРНЫХ МЕХАНИЗМОВ СИСТЕМЫ МОЗГОВОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ	166
Глава 6. ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ.....	172
ВЫВОДЫ	189
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	191
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	192

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность проблемы

В настоящее время практически во всех странах мира отмечается тенденция к росту количества детей школьного возраста с задержкой психического развития и функциональными расстройствами речи, что создаёт серьёзные социальные проблемы.

Умственная деятельность изучается у учащихся с легкой степенью отсталости и функциональными расстройствами речи, а также с последствиями сотрясения головного мозга. Принципиально эти состояния хорошо известны, хотя особенности церебрального кровообращения и мозговой гемодинамики изучены недостаточно.

С одной стороны, дети с задержкой психического развития нуждаются в активизации приспособительных механизмов организма и, в частности, улучшении умственной деятельности и искоренении расстройств речи. Их физиологические адаптивные механизмы подвергаются существенным напряжениям. С другой стороны, установлено, что организм человека обладает большими приспособительными возможностями к условиям и специфике трудовой деятельности, а также воздействию различных стрессовых факторов [2, 39, 45].

Проблеме функциональных расстройств речи и улучшения умственной деятельности посвящено значительное количество работ. Однако до настоящего времени, как правило, обращалось внимание на активизацию умственной деятельности либо путем применения педагогических методик, либо фармакологическим, т.е. через воздействие на нейрохимические процессы в мозгу.

Об особенностях деятельности коры головного мозга судят пока только по различным косвенным показателям, поэтому существует проблема выбора таких информативных параметров. Так, например, измере-

ние биоэлектрической активности коры головного мозга часто является малоэффективным вследствие недостаточной чувствительности метода [9, 23, 112, 130, 132, 144].

Также малоинформативны и психофизиологические параметры.

Наряду с этим, о деятельности коры головного мозга можно судить по показателям церебральной гемодинамики, а также по психоневрологической картине.

Актуальность разработки немедикаментозных методов активизации умственной деятельности учащихся с задержкой психического развития, искоренения функциональных расстройств речи и последствий сотрясения головного мозга в настоящее время очевидна. Речь идет прежде всего о применении корригирующих физиотерапевтических методов воздействия на центральную нервную систему, одним из которых может быть транскраниальная электростимуляция эндорфинергических структур мозга (антиноцептивная система) [77, 152].

Изучение церебрального кровотока с помощью радиоциркулографии, ренографии, лазерной диагностики отдельного капиллярного кровотока, а также разработка количественных методов оценки умственной активности в процессе электростимуляции головного мозга позволяют научно обоснованно проводить активизацию умственной деятельности указанного контингента учащихся.

Найдя психологическое объяснение некоторым фактам избирательности памяти, эта теория, однако, столкнулась с проблемой формирования и развития памяти человека в фило- и онтогенезе, а также развития второй сигнальной системы.

Заслугой З. Фрейда и его последователей можно считать выяснение роли эмоций в мнемонических процессах забывания и запоминания. Благодаря психоанализу были обнаружены и описаны многие интересные психологические механизмы подсознательного забывания, связанные с мотивационной сферой человека.

С началом развития кибернетики, появлением вычислительной техники и математического программирования в этих областях знаний начали моделироваться процессы памяти, механизмы запоминания и воспроизведения звуков и слов, способы хранения и воспроизведения информации с помощью ЭВМ. В психологии начала разрабатываться новая теория памяти, которую можно назвать информационно-кибернетической. Это направ-

ление является очень перспективным, так как мозг человека – это тоже своего рода сложнейшая ЭВМ. Понимание процессов, происходящих в памяти, а также в целом процессов познания, мышления и речи помогает созданию новых поколений ЭВМ, работа которых основана на процессах, подобных нейронным.

Головной мозг очень чувствителен к недостатку кислорода и других питательных веществ, поэтому кровоснабжение мозга является одним из наиболее важных факторов, определяющих его функцию.

О состоянии головного мозга можно судить по мозговой гемодинамике, которая реагирует даже на весьма незначительные изменения активности головного мозга, обеспечивая сохранение иерархии уровней управления физиологическими функциями в организме [9, 23, 112, 130, 132].

Многие авторы выделяют ряд особенностей в морфологии мозга и его физиологической деятельности при олигофрении. При этом кровообращение у пациентов не изучалось.

До недавнего прошлого для активизации умственных способностей применяли такие средства, как эуфиллин, кофеин, темисал, пиридрол [77, 110, 152].

Исследование системы микроциркуляции направлено на разработку фундаментальных закономерностей кровотока в микрососудах. К данному вопросу привлечено внимание исследователей-медиков, биологов. Актуальность этого вопроса объясняется тем, что она охватывает множество взаимосвязанных и взаимообусловленных процессов в сосудах диаметром от 2 до 200 мкм, играющих важнейшую роль в поддержании гомеостаза во всех физиологических системах организма человека. [63, 64].

Возможность наблюдения микроциркуляторных изменений в клинической практике даёт необходимую информацию при диагностике самых различных заболеваний [100, 164].

Существующие методы исследования артериолярного кровотока имеют лишь теоретическое значение, в практике используются нечасто, хотя проведенные учеными исследования говорят о целесообразности их использования. В настоящее время ставится вопрос об активизации веноулярного кровотока, но пока эта тема остается почти не изученной. Наряду с этим разрабатывается метод транскраниальной электростимуляции, который не имеет широкого распространения в современной клинической медицине [3, 34].

На наш взгляд, наиболее перспективный путь решения задачи – использование никотиновой кислоты в комплексе с электростимуляцией головного мозга.

Исследование мозговой гемодинамики, мочевыделительной системы с помощью радионуклидных методов, методом лазерной диагностики, а также разработка количественных способов оценки умственной деятельности в процессе стимуляции головного мозга позволяют обосновано проводить улучшение умственной деятельности, речи у указанного контингента детей.

В настоящей работе представлена разработка комплекса радионуклидных, лазерных методов диагностики состояния регуляторных механизмов основных систем гомеостаза для изучения показателей мозгового кровообращения, мочевыделительной системы, отдельного капиллярного кровотока при стимуляции головного мозга до коррекции, а также после коррекции, проводимой одновременно аппаратом «ТРАНСАИР-01» в комплексе с никотиновой кислотой (витамин РР), способствующей активизации умственных способностей детей с задержкой психического развития, функциональным расстройством речи, последствиями сотрясения головного мозга.

Поставленная проблема определила следующие конкретные задачи исследования:

- изучить методом радиоциркулографии состояние мозговой гемодинамики, психоневрологических факторов у учащихся с задержкой психического развития легкой степени, функциональным расстройством речи и последствиями сотрясения головного мозга;

- изучить с помощью ренографии состояние секреторной и экскреторной функций у учащихся с задержкой психического развития легкой степени, функциональным расстройством речи и последствиями сотрясения головного мозга;

- разработать метод изучения отдельного капиллярного кровотока у учащихся с задержкой психического развития легкой степени, функциональным расстройством речи и последствиями сотрясения головного мозга;

- на основе математического моделирования установить зависимость между показателями изменения скорости мозгового кровотока и реакцией регуляторных механизмов;

- изучить корректирующее воздействие электростимуляции головного мозга при помощи «ТРАНСАИР-01» с витамином РР на умственную деятельность исследуемого контингента учащихся.

Перспективность развития данной работы

Применен метод радиоциркулографии для изучения мозгового кровообращения детей с легкой степенью задержки психического развития, функциональным расстройством речи и последствиями сотрясения головного мозга, у них же изучалась мочевыделительная система и отдельный капиллярный кровоток с помощью разработанного нами метода лазерной диагностики, позволяющего определять степень напряжения механизмов регуляции мозговой гемодинамики, мочевыделительной системы, отдельного капиллярного кровотока. На основании разработанной математической модели компенсаторно-адаптационных процессов учащихся после применения электростимуляции головного мозга аппаратом «ТРАНСАИР-01» в комплексе с никотиновой кислотой (витамином РР) разработано правило принятия решения о необходимости коррекции состояния на раннем посткоррекционном этапе таких систем, как мозговая гемодинамика, мочевыделительная система и отдельный капиллярный кровоток. Впервые показана стереотипизация реакции мозгового кровотока на воздействие стимуляции головного мозга. Она выражается однонаправленным замедлением кровообращения головного мозга. Это обстоятельство существенно дополняет известные на сегодня представления о характере стрессовых реакций. Изученная динамика состояния мозгового кровотока у учащихся на протяжении первых четырнадцати суток посткоррекционного периода обозначила концепцию адаптивного диапазона механизмов, регулирующих мозговой кровоток, и показала теоретические и реальные частоты нарушения гемодинамики головного мозга на основе предлагаемой модели. При этом удалось минимизировать количество показателей, способных дать полноценную информацию о состоянии мозговой гемодинамики, и проследить зависимость реакций со стороны сосудистого русла мозга.

В качестве теста, способного дать индивидуальный прогноз реакций мозгового кровообращения на коррекцию, разработаны и предложены пробы с никотиновой кислотой и адреналином, биологически активными веществами, способными изменить состояние кровеносного русла. Согласно развиваемой вероятностной модели, величина изменения времени циркуляции радиоиндикатора, соотношенная к модели, указывает на степень напряжения регулирующих мозговой кровоток механизмов и возможность их срыва. Такой подход позволяет еще в докоррекционном периоде начать превентивные воздействия по усилению функциональных возможностей

мозгового кровообращения, что, в свою очередь, значительно уменьшает его расстройство.

Современные разработки, представленные в данном издании:

– нарушения функционирования мозгового кровотока, мочевыделительной системы, отдельного капиллярного кровотока оптимально выявляются с помощью радиоциркулографических и лазерных методов обследования;

– воздействие задержки психического развития, функциональных расстройств речи и последствий сотрясения головного мозга на систему мозгового кровообращения, мочевыделительную, а также отдельный капиллярный кровоток состоит в статистически достоверном замедлении скорости церебрального кровообращения и изменении капиллярного кровотока;

– комплексное корректирующее воздействие на умственную деятельность и функциональное расстройство речи учащихся приводит к улучшению функционирования церебрального кровотока, мочевыделительной системы, а также циркуляции капиллярного кровотока, которое начинает проявляться на 7 – 14-е сутки;

– наиболее высока вероятность улучшения умственной деятельности а также восстановления функциональных расстройств речи у детей с легкой степенью задержки психического развития и последствиями сотрясения головного мозга.

Практическая и научная значимость этих разработок заключается в следующем:

– применен способ изучения церебрального кровотока, мочевыделительной системы, а также отдельного капиллярного кровотока с помощью радиоциркулографии и лазерной диагностики у детей с различными нарушениями деятельности головного мозга;

– разработаны количественные методы оценки умственной активности функциональных расстройств речи у школьников до и после электростимуляции головного мозга аппаратом «ТРАНСАИР-01» совместно с никотиновой кислотой.

Эти данные могут быть использованы в школах для активизации умственной деятельности, восстановления речи у вышеуказанной категории детей. Такой подход позволит педагогам-дефектологам-логопедам ещё в начальных классах начать превентивные воздействия на активизацию

умственной деятельности и восстановление речи, непосредственно воздействуя на мозговую кровоток. На основании этих данных составлены рекомендации по проведению активизации умственной деятельности и искоренению функциональных расстройств речи с помощью витамина РР и аппарата «ТРАНСАИР-01», что значительно улучшает психическую, умственную и речевую деятельность детей.

Для объективного контроля за состоянием мозговой гемодинамики, работой мочевыделительной системы, а также отдельного капиллярного кровотока учащихся с задержкой психического развития легкой степени, функциональным нарушением речи и последствиями сотрясения головного мозга рекомендуется изучение скорости мозгового кровотока, мочевыделительной системы с помощью метода радиоциркулографии, а также скорости отдельного капиллярного кровотока с помощью лазерной диагностики.

Результаты работы неоднократно докладывались на международных конференциях.

Глава 1

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Математические подходы к изучению мозговой гемодинамики

Повышение умственной активности и лечение функциональных расстройств речи в настоящее время – одна из важнейших задач различных учебных заведений. Для ее осуществления используются различные подходы, направленные на совершенствование методик преподавания, разработку и изучение технических средств обучения, наглядных пособий, компьютерных систем, использование новых форм организации занятий, управление мотивацией получения образования, профессиональную ориентацию.

Тем не менее, педагогический опыт свидетельствует о том, что, несмотря на прогрессивность разработанных методов и совершенствование учебного процесса эффективность мероприятий существенно различается для учащихся, находящихся в одних и тех же условиях. В различных группах учащихся, в том числе прошедших предварительный отбор на способность к обучению и базовые знания, при разных преподавателях, методах и формах обучения есть часть наиболее успевающих, часть успевает с удовлетворительным результатом, а часть не справляется с программой обучения.

Многогранность же указанной проблемы заключается в том, что её решение лежит на стыке многих дисциплин: физиологии, педагогики, дефектологии, логопедии, психологии, математическом моделировании. Всё это говорит о том, что решение проблемы активизации умственных способностей и искоренению функциональных расстройств речи «в лоб» чрезвычайно затруднено. Поэтому различными авторами предложены косвенные подходы для решения данной проблемы.

Наиболее перспективным является подход, согласно которому активизация умственных способностей и лечение функциональных расстройств речи представляется в виде трех взаимосвязанных контуров управления.

Первый контур – это регуляция мозгового кровообращения, мочевыделительной системы и отдельного капиллярного кровотока; второй – моделирование и прогнозирование; третий – комплексное воздействие на умственные процессы, функциональные расстройства речи [7, 9, 36, 47, 62, 148, 188, 201].

Ведущее место в психической, умственной деятельности и второй сигнальной системы человека занимает головной мозг. Правильное объяснение ведущей роли головного мозга в интегрировании функций организма впервые дано в трудах И. М. Сеченова, И. П. Павлова, Н. Е. Введенского, В. М. Бехтерева, А. А. Ухтомского и других великих физиологов.

Особенно велики заслуги И. П. Павлова в раскрытии функций головного мозга и познании механизма его деятельности. Классическими исследованиями И. П. Павлов доказал, что головной мозг является органом, в котором реализуется связь всех функций организма и управление его многообразными реакциями на воздействия окружающей среды.

Существуют три уровня памяти, различающиеся по тому, как долго на каждом из них может сохраняться информация. В соответствии с этим различают непосредственную, или сенсорную; кратковременную и долговременную память.

Память – это мыслительный процесс, включающий в себя запись, хранение и извлечение информации. Качество запоминания обусловлено вниманием человека к объекту.

Противоположным акту запоминания является забывание. Забывание служит важным условием запоминания, поскольку оно разгружает центральную нервную систему, освобождая место для новых связей. Память определяется работой всего головного мозга, а также обусловлена деятельностью органов чувств. В зависимости от того, какой орган чувств принимает наиболее активное участие в акте записи информации, различают несколько разновидностей памяти: визуальную (зрительную), вербальную (связанную с функцией слуха), обонятельную, осязательную. Память представляет собой бесконечно сложный механизм. Это функция мозга, нейронная активность которого позволяет фильтровать, сохранять и уничтожать воспоминания.

Непосредственная (сенсорная) память – это память автоматическая, в которой одно впечатление мгновенно сменяется следующим, она сохраняет следы от впечатлений, полученных в предшествующие мгновения. Следует отметить, что у людей, страдающих амнезией, непосредственная память обычно не нарушена.

Кратковременная память – это оперативная (рабочая) память, способная одновременно удерживать до семи элементов в течение максимум тридцати секунд. Этот вид памяти позволяет выбрасывать из сознания информацию, как только она стала ненужной. Кратковременная память сохраняет информацию до нескольких секунд. Содержимое кратковременной памяти сохраняется дольше лишь при непрерывном повторении.

Оба упомянутых типа памяти не нуждаются в сложном мыслительном процессе, поэтому они поверхностны и чувствительны к посторонним вмешательствам.

Долговременная память должна оставлять заметные следы в сознании на дни, месяцы и даже годы, поэтому ее работу определяют более сложные механизмы записи информации, действующие на нескольких уровнях: чувственном, эмоциональном и интеллектуальном. Долговременная память требует более длительных процедур и сложных мысленных операций.

Если какое-то событие повторяется много раз, то оно запоминается легче и на более длительный срок, чем случайное явление.

Контекст, в котором происходит то или иное событие, иногда оказывается более важным для запоминания, чем само это событие. Один и тот же материал, будь то математика или психология, легче усваивается при обучении у одного преподавателя в отличие от другого.

Имеется принцип специфичности кодирования, согласно которому то, что сохраняется в памяти, всегда тесно связано с ситуацией, в которой оно запомнилось. Поэтому извлекать что-либо из памяти всегда легче в том контексте, в котором произошло запоминание. Это явление следует связывать с тем фактом, что научение чаще всего зависит от состояния сознания или эмоционального состояния в тот момент, когда это научение происходило.

Необходимо также помнить, что под влиянием сильных эмоций некоторые события запоминаются на всю жизнь, даже если в дальнейшем они уже никогда не повторяются.

Всегда лучше запоминается то, что хочется выучить, чем такие вещи, которые для нас не представляют никакого интереса. Студент, увлекающийся спортом, зачастую может назвать имена всех футболистов в некоторых командах, но порой не способен запомнить имена трех знаменитых психологов.

Материал запоминается тем лучше, чем больше он связан с какими-то другими фактами в различных контекстах и под разными углами зрения. В этом и состоит смысл примеров как в лекциях, так и в учебниках. Однако такого рода углубление не может сравниться с тем, когда учащийся самостоятельно работает над предметом, устанавливает связи между различными его аспектами или пытается проиллюстрировать какие-то закономерности и принципы с помощью фактов из повседневной жизни.

Скользящая память – самая короткая из всех видов памяти. Такого рода память развита у авиадиспетчеров: она позволяет им на несколько минут сосредоточить внимание на изображении движущейся точки на экране, а после посадки самолета тут же забыть о ней, переключив внимание на следующую точку.

Один из факторов, ухудшающих функционирование памяти, расстраивающих речь – задержка психического развития, а также последствия сотрясения головного мозга. Измененные участки сначала локализуются в гиппокампе и миндалевидном ядре, являющемся частью лимбической системы. Дефицит ацетилхолина в этих участках мозга ведет к роковым последствиям. Ребенок редко может вспомнить название показываемых ему предметов. Причины, вызывающие эти изменения, до сих пор еще хорошо не выяснены.

1.2. Физиологические основы регуляции функций центральной нервной системы

Для целей нашего исследования представляет интерес анализ работ других авторов по каждому из перечисленных контуров управления.

Особенностью регуляции мозгового кровообращения является высокое постоянство его основных параметров в широком диапазоне различных состояний и внешних воздействий [60, 119, 129, 229]. Известно, что величина мозгового кровотока регулируется главным образом метаболической активностью вещества мозга: при усилении функциональной актив-

ности мозга и его отдельных систем повышается уровень обменных процессов и, соответственно, усиливается кровообращение. Картина церебрального кровообращения меняется в соответствии с изменениями функционального состояния различных областей головного мозга, представляя собой динамическую мозаику непрерывно меняющихся величин локального кровотока [42, 93, 112, 134, 144, 229]. Таким образом, отличительная особенность внутричерепного кровообращения в различных физиологических условиях – не только его относительное постоянство и независимость от изменений общего кровообращения, но и динамический, дифференцированный характер обеспечения метаболических потребностей наиболее активных областей.

Кровоснабжение головного мозга осуществляется двумя парами магистральных сосудов головы – внутренними сонными и позвоночными артериями, отходящими от ветвей дуги аорты. Магистральные сосуды головы вступают в полость черепа и разделяются на мозговые артерии. Самые крупные из них образуют с помощью соединительных артерий на основании мозга один из важнейших анастомозов между системами сонных и позвоночных артерий – виллизиев круг. Кровоснабжение коры и подкоркового белого вещества полушарий головного мозга осуществляется ветвями передней, средней и задней мозговых артерий. Между этими ветвями имеются анастомозы, обеспечивающие коллатеральное кровообращение. Отток основной массы крови происходит по внутренним яремным венам и далее через верхнюю полую вену в правое предсердие. Анатомическая и функциональная обособленность сосудистой системы мозга позволяет поставить вопрос о правомерности выделения наряду с большим и малым кругом кровообращения и черепно-мозгового. Он начинается от аорты и заканчивается верхней полую вену. Формирование его в процессе органогенеза, очевидно, связано с развитием головного мозга. Выделение черепно-мозгового круга кровообращения как самостоятельного оправдан тем, что последний характеризуется взаимосвязью и последовательностью включения в его пределах механизмов регуляции.

Система регуляции кровообращения головного мозга имеет сложную организацию, поскольку деятельность головного мозга поставлена в зависимость от условий его кровоснабжения. Современные представления о регуляции мозгового кровообращения основываются на признании известной автономии внутричерепного кровообращения от общей системы гемо-

циркуляции, наличия многозвеневой системы его регуляции, включая внечерепной уровень, а также саморегуляции, действующей в определенных пределах. При этом различные отделы сосудистой системы головного мозга отличаются не только по анатомическому строению, но и по своей функциональной организации и роли в регуляции церебрального кровотока [9, 43, 47, 99, 104, 110, 136, 141, 154, 175, 250].

На основании сохранения мозговым кровотоком нормальных параметров давления и скорости после перерезки блуждающих, симпатических, синусных и аортальных нервов некоторыми авторами было сделано заключение, что регуляция сосудистого сопротивления имеет не только нервный механизм [24, 25, 77, 101, 152]. Чувствительность внутримозговых артерий к изменению давления в них позволила выдвинуть предположение о миогенной регуляции мозгового кровотока. Согласно этой концепции, повышение системного давления вызывает вазоконстрикцию, а его снижение – вазодилатацию (эффект Остроумова – Бейлиса). В то же время многие авторы указывают на метаболический характер мозговой гемодинамики [109, 209, 254]. По этой теории на величину просветов сосудов оказывают влияние некоторые продукты обмена, в частности углекислота. При уменьшении перфузионного давления происходит накопление углекислоты, изменяется кислотно-щелочное равновесие, что приводит к вазодилатации. Однако, как считают П. А. Мотавкин и В. М. Черток [102], до настоящего времени механизм действия углекислоты (как и других продуктов обмена) на гладкомышечные стенки сосудов остаётся не вполне выясненным.

Что же касается механизмов эндокринной регуляции церебрального кровотока, то здесь число работ невелико. Такое положение вещей, очевидно, объясняется чрезвычайной сложностью и многообразием каналов связи церебральной гемодинамики с эндокринной системой. Однако в принципиальном плане не вызывает сомнения влияние гормонов и биологически активных веществ на диаметр сосудов головного мозга, артериальное давление и другие показатели внутричерепного кровообращения.

В этой связи привлекают к себе внимание работы авторов, в которых предпринимаются попытки раскрыть детали эндокринной регуляции мозгового кровотока [1, 3, 15, 26, 51, 148, 162]. В них указывается на то, что недостаток или отсутствие кортикостероидов вызывает глубокие функциональные изменения в гипоталамо-гипофизарных образованиях голов-

ного мозга. Из гормонов, принадлежащих к указанной группе, наиболее известен характер влияния на церебральную гемодинамику альдостерона и кортизола. В работах И. П. Бойко [15, 16] и других показаны на клиническом и экспериментальном материале прессорные свойства высоких концентраций альдостерона в отношении сосудов головного мозга, а также прямая корреляционная зависимость между уровнем в крови кортизола и артериальным давлением. Кроме того, А. С. Болотин [17] И. П. Бойко [15] приводят найденный ими факт зависимости между повышением концентраций альдостерона и кортизола и возникновением вегетососудистой дистонии.

Почки являются одним из органов, обеспечивающих постоянство внутренней среды, следовательно, состояние мочевыделительной системы отражает условия функционирования различных систем организма, косвенно и мозговой гемодинамики. С одной стороны, почки регулируют выведение воды и электролитов и таким образом объем циркулирующей крови в организме. С другой стороны, мозг, а именно его образования – гипоталамус, гипофиз – вырабатывают адренкортикотропный гормон, одна из точек приложения которого – почки. Этим самым головной мозг через почки и объем циркулирующей крови регулирует общую гемодинамику, в том числе и свою собственную. Почки, кроме того, продуцируют вещества, влияющие на свертывающую систему крови и эритропоэз. Убеждает также в наличии и разнообразии прямых афферентно-эффекторных связей между центральной нервной системой и почками исключительно богатая иннервация последних вегетативными нервами, образующими так называемую терминальную сеть [14, 72, 252].

Несмотря на приведенные доказательства наличия взаимосвязей между функционированием церебрального кровообращения и мочевыделительной системой в литературе имеется весьма малое количество работ, отражающих эту взаимосвязь. Существуют лишь отдельные источники, в которых дается практическое подтверждение указанной взаимосвязи.

Так было установлено на большом клиническом материале влияние гипоталамической области на водный обмен и электролитную функцию почек [45, 140, 145, 146].

Отмечены значительные сдвиги в мочевыделительной системе при травмах головного мозга, причем выявлена прямая связь между тяжестью травмы и степенью нарушения деятельности почек [20, 22, 145].

Была также найдена связь между нарушениями мозгового кровообращения и сдвигами в функции почек. А именно: при тяжелых формах геморрагических и ишемических инсультов было обнаружено выраженное уменьшение клубочковой фильтрации и величины суточного диуреза, а также нарушение экскреции натрия и калия, ряд гистологических изменений, возникающих как следствие ишемии почек при острых нарушениях мозгового кровообращения [59, 78, 222, 223].

Для построения правильной картины имеет значение патофизиологическая концепция стресса. Действительно, во время коррекции под воздействием многочисленных повреждающих факторов происходят сдвиги в функциональном состоянии организма. Все эти сдвиги принято называть посткоррекционным стрессом [52, 62, 107].

Согласно классическому определению, стресс представляет собой неспецифический ответ организма на любое возмущение и состоит из трех фаз:

- реакции тревоги, которая отражает реакцию мобилизации всех ресурсов организма;
- стадии резистентности, когда благодаря предшествующей мобилизации удается успешно справляться с вызвавшими стресс воздействиями без какого-либо ущерба для здоровья (в этой фазе организм характеризуется даже более высокой устойчивостью, чем вне стресса);
- стадии истощения, когда слишком длительная борьба или слишком высокая степень функционального напряжения механизмов гомеостаза приводит к снижению адаптационных возможностей организма [243].

Степень выраженности стресса зависит от многих причин. К основным причинам относится сила повреждающего фактора и реактивность организма. Поэтому всю совокупность ответных реакций организма и его систем на стрессоры – от слабых до самых сильных – следует рассматривать как стресс, включая в это понятие состояние эустресса, «стресс-нормы», дистресса, разные виды и стадии шока [4].

Следовательно, многие заболевания, любые состояния, развивающиеся в результате ответной реакции, или любой вид шока, согласно этому представлению, можно рассматривать как разновидность или частный случай стресса. Правомочность такого понимания развития патологического процесса основана на известной общности протекания регуляторных, энергетических и структурных процессов на уровне как всего организма, так и

отдельной клетки, при самых разных по этиологии заболеваниях, например при стрессе. При этом, естественно, ни в коем случае не отбрасывается и не принижается роль специфического, этиологического фактора, определяющего в конечном итоге течение процесса, а лишь подчеркивается общность патогенетических путей развития заболевания [62].

В условиях стресса, несомненно, страдает функция почек. Поэтому ранний послекоррекционный период может осложниться функциональными расстройствами почек. Иногда нарушения функции почек выражены слабо и не диагностируются, а иногда эти нарушения выступают на первое место и определяют исход заболевания.

В посткоррекционном периоде чаще всего приходится сталкиваться с двумя формами функциональных расстройств почек: более легкой функциональной почечной недостаточностью и с так называемым синдромом острой почечной недостаточности, при котором в той или иной степени нарушаются все функции мочевыделительной системы [153]. При этом функциональная почечная недостаточность возникает обычно в результате нарушения водно-солевого баланса, а также расстройств почечного кровотока. Функциональные расстройства почек, как правило, являются результатом травматического, гемотрансфузионного шоков и тяжелых нарушений общей гемодинамики [44].

В посткоррекционном периоде также имеют место указанные формы расстройств мочевыделительной системы.

В современной литературе нет указаний на роль почечной недостаточности в нарушении мозгового кровообращения у детей, имеющих задержку психического развития, функциональные расстройства речи и последствия сотрясения головного мозга. Тем не менее, взаимосвязь между угнетением функции почек и осложнениями в раннем посткоррекционном периоде со стороны мозговой гемодинамики вряд ли может подвергаться сомнению. Тем более, что общей причиной почечных расстройств является нарушение гемодинамики. Ясно, что эта же причина должна оказывать существенное влияние на состояние системы внутричерепного кровообращения [111, 212].

Таким образом, проблема комплексной оценки нарушений со стороны функции мочевыделительной системы и мозгового кровообращения, возникающих в раннем посткоррекционном периоде у детей, является открытой.

Исследование системы микроциркуляции направлено на разработку фундаментальных закономерностей кровотока в микрососудах. К данному вопросу привлечено внимание исследователей-медиков, биологов. Актуальность этого вопроса объясняется тем, что она охватывает множество взаимосвязанных и взаимообусловленных процессов в сосудах диаметром от 2 до 200 мкм, играющих важнейшую роль в поддержании гомеостаза во всех физиологических системах организма человека [64, 68, 71, 74, 118, 128, 173, 182, 219, 226].

Возможность наблюдения микроциркуляторных изменений в клинической практике даёт необходимую информацию при диагностике самых различных заболеваний [100, 164, 189].

Интенсивное изучение проблемы микроциркуляции прежде всего привело к коренному пересмотру представлений о строении связующего звена между системой артерий и системой венозных сосудов. Это звено, являющееся собственно субстратом микроциркуляции, которое раньше обобщенно называли капиллярным руслом, оказалось довольно сложно устроенным. Оно включает артериолы – конечные звенья артериальной системы; прекапиллярные артериолы (или прекапилляры), осуществляющие связь между артериолами и капиллярами; многочисленные капилляры; посткапиллярные венулы; венулы, обеспечивающие отток крови и составляющие корни венозной системы.

Российскими морфологами доказано, что микроциркуляторному руслу принадлежат так называемые артериоло-венулярные анастомозы, представляющие собой прямые сообщения между сосудами артериального и венозного звеньев. Функциональное назначение этих анастомозов заключается в том, что они обеспечивают сброс артериальной крови в венозные сосуды, минуя капиллярное русло, поэтому их нередко называют шунтами. Артериоло-венулярные анастомозы широко представлены в различных органах и играют, видимо, важную роль в функциональном распределении кровотока. В работах В. И. Козлова [64] дается подробная морфологическая характеристика различных видов артериоло-венулярных анастомозов.

Один из главных факторов, определяющих гемоциркуляцию в организме, – строгое соответствие между объемом функционирующего сосудистого русла и объемом циркулирующей по нему крови. Между тем известно, что у человека емкость сосудистого русла примерно в 6 – 7 раз

превышает объем циркулирующей крови. Если бы все кровеносные сосуды были одновременно включены в кровоток, то минутный объем циркуляции даже при мышечном покое должен был бы составлять около 30 л. В действительности, благодаря рациональному распределению крови в организме и выключению из кровотока части кровеносных сосудов, величина минутного объема крови не превышает 5 – 6 л.

Огромные трудности, связанные с изучением микроциркуляторного русла, проистекают из чрезвычайно малых размеров микрососудов и сильной разветвленности интраорганных сосудистых сетей. Так, диаметр капилляров составляет в среднем 7 – 8 мкм, а длина – 100 – 400 мкм (последняя значительно варьирует в различных органах). Однако если все капилляры, имеющиеся в теле человека, вытянуть в одну прямую, то их длина составит около 10 000 км. Такая колоссальная протяженность капилляров создает чрезвычайно большую обменную поверхность их стенки – около 2500 – 3000 м², что примерно в 1500 раз превышает поверхность тела [52, 58, 118].

Главным звеном в перераспределении крови в организме и создании необходимых условий для взаимоотношений между кровью и клетками органов является микроциркуляторное русло. Именно на уровне микрососудов рождаются системные реакции, связанные с поддержанием их тонуса и артериального давления.

Исходя из представлений о целесообразной согласованности местного кровотока с условиями обмена веществ в органах и тканях, рассмотрена концепция о так называемом капиллярно-моторном механизме местного кровообращения. Согласно этой концепции, основная роль в гемодинамике отводилась индивидуальной сократительной способности капилляров, которая обусловлена работой специальных клеток в стенке капилляра – клеток Руже. Если бы капилляры обладали самостоятельной сократимостью, то, очевидно, достигалось бы более экономное распределение крови; и если бы в покоящемся органе оставалась открытой только часть капилляров, эта часть должна была бы располагаться на правильных друг от друга расстояниях и доставляла бы кровь только на необходимую для обмена веществ поверхность. Однако последующие исследования не подтвердили представления о способности клеток Руже к сокращению. Вместе с тем идеи об исключительном значении капилляров в периферической гемодинамике оказались чрезвычайно плодотворными, дав начало новой области исследований – микроангиологии.

В последние годы достигнуты значительные успехи в расшифровке структурной иерархии микрососудов. Этому во многом способствовало осознание того факта, что системные механизмы гемодинамики выполняют лишь самую общую роль – распределяют кровь между органами и сами по себе не обладают способностью регулировать взаимодействие между кровью и паренхимой органов. Как показали исследования, такими механизмами местной регуляции кровотока обладает система органных микрососудов, т. е. та система, которая обеспечивает в организме процесс микроциркуляции крови [64, 104, 108, 116, 150, 151, 190].

Артериальные сосуды, образующие «вход» в систему микроциркуляции, и венозные сосуды, составляющие «выход» из нее, объединены сетью артериальных и венозных анастомозов. Наблюдения за характером кровотока в области анастомозов показали, что они наиболее изменчивы в функциональном отношении звенья микроциркуляторного русла и обеспечивают стабилизацию кровотока на входе и выходе микроциркуляторной системы. Отсюда можно сделать заключение о том, что артериальные и венозные анастомозы являются теми структурными приспособлениями, которые обеспечивают равномерное распределение крови, поступающей в капилляры.

Выделение отдельных сосудистых модулей в качестве рабочих единиц в системе микроциркуляции связано, конечно, с характером кровоснабжения органа. Специфичность кровоснабжения того или иного анатомического образования обусловлена определенным количественным соотношением функционально разнородных микрососудов, степенью выраженности анастомозов на путях притока и оттока крови, плотностью капиллярных сетей.

Ряд авторов развивают представления о «функциональном элементе органа», под которым понимается комплексная микросистема, включающая в себя клеточные и неклеточные элементы, специфичные для каждого органа, которые сосредоточены вокруг микрососудов и объединены с ними в целостный комплекс регуляторными механизмами. Из концепции «функционального элемента» вытекает важное положение о сочетании реагирования всех его составных компонентов, как в условиях нормального функционирования, так и при различных расстройствах микроциркуляции [12, 31, 32, 51, 59, 74, 75, 123, 131, 150, 205, 213, 219, 240].

Как известно, сами капилляры не обладают сколько-нибудь выраженной способностью активно регулировать те из своих параметров, которые обуславливают объем и интенсивность капиллярного кровотока. Регуляция движения крови в капиллярах осуществляется на путях притока и оттока крови. Артериолы имеют для этого в составе своей стенки специальные сократительные элементы – гладкие мышечные клетки, которые при своем сокращении и расслаблении изменяют просвет сосуда. На путях оттока крови действуют иные механизмы, связанные с обтурацией просвета сосуда. Механизмы регуляции трансорганного кровотока действуют в разных режимах и обеспечивают, видимо, разные формы адаптации микроциркуляторной системы.

Сокращение и расслабление гладких мышечных клеток в стенке артериол протекает быстро, в силу чего происходит быстрый переход транскапиллярной гемодинамики из одного фазового состояния в другое. Как показали исследования, реакция мелких артерий и крупных артериол преимущественно находится под непосредственным контролем нервной системы. В регуляции просвета мелких артериол и прекапилляров значительная роль принадлежит вазоактивным веществам, вырабатываемым тучными клетками.

Способность сосудов прекапиллярного звена быстро изменять свой просвет под действием различных факторов всегда проявляется однотипно и проверена организмом десятки тысяч раз в самых разных ситуациях, требующих срочного изменения капиллярного кровотока. Отсюда можно заключить, что реактивность сосудов прекапиллярного звена представляет собой основу неспецифического механизма срочной или быстродействующей адаптации микроциркуляторной системы. Обтурационный механизм реакции посткапиллярно-венулярных сосудов действует в ином режиме и, видимо, сопряжен с транспортом веществ через стенку сосудов. В пользу данного предположения говорят следующие факты. Во-первых, этот механизм преимущественно действует в тех сосудах, стенки которых характеризуются наиболее высокой степенью проницаемости. Во-вторых, в основе его лежат пристеночно-адсорбционные и адгезионные эффекты. Спонтанное набухание эндотелиальных клеток, пристеночная адгезия («приклеивание») форменных элементов крови ведут к постепенному сужению просвета посткапилляров и венул, что способствует локальному повышению посткапиллярного сопротивления. Даже частичная обтурация

просвета посткапиллярных сосудов в результате затруднения оттока крови ведет, что очень важно, к стойким изменениям трансорганный гемодинамики. Это и составляет основу механизма долговременной перестройки микроциркуляторной системы.

Таким образом, в системе микроциркуляции имеются различные механизмы регуляции трансорганный гемодинамики, обеспечивающие эффекты ее срочной и долговременной адаптации к меняющимся условиям функционирования организма.

Установлено, что регуляция микроциркуляции крови осуществляется как нейрогенным, так и гуморальным путем [151].

Применение специальных методов позволило получить ряд важных данных о физико-химических свойствах базальной мембраны. Основу ее составляют концентрические слои фибриллярных протеинов, связанных со слоями липидов. Молекулы последних располагаются по обеим сторонам фибриллярного слоя, а их длинные оси ориентированы радиально по отношению к просвету сосуда. Помимо белков и липидов в состав базальной мембраны входят мукополисахариды. Базальная мембрана выполняет двоякую функцию: с одной стороны, она является сравнительно легкопроницаемым фильтром для веществ, транспортируемых через стенку сосудов (возможно, что степень проницаемости отдельных капилляров зависит от содержания в базальной мембране мукополисахаридов), с другой – составляет как бы эластичный каркас капилляров за счет слоя фибриллярных протеинов. Имеются данные о том, что толщина базальной мембраны тем больше, чем выше трансмуральное давление в капиллярах.

Потенциальными путями транспорта веществ (в частности, воды, ионов, белков с низким молекулярным весом) через стенку капилляров следует рассматривать стыки между соседними эндотелиальными клетками. Интерцеллюлярные стыки, или зоны контактов между эндотелиальными клетками, имеют сложное субмикроскопическое строение. Полиморфизм межэндотелиальных стыков позволил сформулировать представление о динамическом сцеплении соседних эндотелиальных клеток, что имеет важное значение для характеристики эндотелиального пласта как универсального барьера между кровью и тканями, через который осуществляется транспорт веществ.

Снаружи от эндотелия капилляров располагаются клеточные элементы, получившие название клеток Руже, или перицитов. Перицит представ-

ляет собой многоотростчатую клетку вытянутой формы (длина около 200 мкм, толщина – 0,5 мкм), заключенную в толщу базальной мембраны. Функциональное назначение этих клеток, несмотря на почти 100-летнюю историю их изучения, пока еще не выяснено. Высказываются предположения об их участии в моторике, об их мультипотентности, т. е. способности превращаться при определенных условиях в другие клетки фагоцитарного ряда [21, 64, 69, 74, 76, 139, 169, 196, 202, 228, 244, 253]. Видимо, наиболее приемлемым на сегодняшний день является представление о том, что перициты необходимы для нормального функционирования пласта эндотелиальных клеток, обеспечивающего транспортные и обменные функции кровеносных сосудов.

Капиллярное русло в значительной мере функционирует в унисон с органом. Функционирование микрососудов целесообразно и подчинено основной задаче – поддержанию необходимого уровня обмена в тканях. Изменение кровотока в одних сосудах, как показывают прижизненные наблюдения, сопровождается его усилением или ослаблением в других [74, 75].

Просвет того или иного капилляра, видимо, определяет интенсивность капиллярного кровотока. Такие данные можно найти в работах Г. И. Мchedlishvili [106], В. И. Козлова [66] и др. Вместе с тем подавляющее число исследователей полагает, что изменение просвета капилляра – явление вторичное, возникающее в результате сокращения или расслабления прекапиллярных сфинктеров, уменьшения или увеличения просвета артериол и венул. Однако полностью исключить сегодня возможность изменения диаметра капилляров за счет набухания и спадения эндотелия, состояния окружающей капилляры соединительной ткани и других подобных факторов нельзя.

Скорость движения эритроцитов по капиллярам у млекопитающих колеблется в среднем от 0,3 до 1 мм/с, а время прохождения одного эритроцита по капилляру большого круга кровообращения не превышает 1 с. Такие условия гемодинамики обеспечивают поддержание напряжения кислорода в венозной крови, оттекающей от капилляров, на некотором определенном критическом уровне, который для многих тканей теплокровных животных составляет 35 мм рт. ст. При напряжении кислорода в крови (PO_2) выше этого уровня дыхание тканей протекает с неизменной скоростью и не зависит от PO_2 [66, 214].

При движении по капиллярам эритроциты легко деформируются, что связано с внутриклеточным перемещением гемоглобина, и узкие капилляры, даже диаметром 4 мкм, не являются препятствием для их пассажа. Форма и ориентация эритроцитов очень изменчивы. Деформированные эритроциты обычно имеют куполообразную форму и выпуклым концом обращены по направлению тока крови.

В экспериментах [151, 214] было показано, что в капиллярах эритроциты могут двигаться изолированно друг от друга либо объединяться в отдельные группы (или пакеты), которые разделены между собой плазматическими промежутками величиной 10 – 15 мкм. В состав подобных групп входит от 3 – 4 до 8 – 10 эритроцитов, между которыми сохраняется тонкая прослойка плазмы. Эритроциты, упакованные в одну группу, вместе с разделяющей их плазмой в кинематическом отношении составляют единое целое и не изменяют своих параметров при прохождении через капилляр. Видимо, при малых расстояниях между эритроцитами, меньших, чем диаметр сосуда, они вступают во взаимодействие друг с другом, образуя временный функциональный комплекс.

В работах [75, 224, 242] приводятся числовые решения задачи о движении в круглой трубе цилиндрических частиц, увлекаемых потоком вязкой жидкости. Эти решения показывают, что потери давления в сосуде существенно зависят от гидродинамического взаимодействия между частицами. Эти потери будут наименьшими, если частицы соберутся в один пакет. Если расстояние между эритроцитами в потоке больше, чем диаметр сосуда, то гидродинамического взаимодействия между ними нет, и они ведут себя как изолированные клетки. Отсюда становится понятным физиологический смысл кинематического объединения эритроцитов в потоке крови.

При значительном снижении скорости капиллярного кровотока начинается образование эритроцитарных агрегатов по типу монетных столбиков. Подобные агрегаты состоят из 20 – 50 эритроцитов, тесно соприкасающихся друг с другом. Эритроциты сохраняют в них свою форму двояковогнутых дисков, но при этом теряют способность к пластической деформации, что вызывает их задержку в узких участках микроциркуляторного русла.

Другой динамический эффект, возникающий в капиллярном русле, связан с неравномерным распределением плазмы крови и эритроцитов между различными капиллярами и образованием так называемых плазматических

ческих капилляров, заполненных одной только плазмой крови. Одной из характерных особенностей плазматических капилляров является крайне медленный ток жидкости в них.

Полагают, что появление плазматических капилляров обусловлено сужением прекапиллярных артериол, в результате чего эритроциты не могут проходить в капилляры. В работе Г. И. Мчедлишвили [106] показано, что сужение просвета сосуда не является препятствием для пассажа эритроцитов, а возникновение плазматических капилляров объясняется локальным изменением соотношения между форменными элементами и плазмой крови в сторону некоторого уменьшения содержания эритроцитов в протекающей крови.

Известно основное назначение системы кровообращения, и в частности системы микроциркуляции, – это создание сбалансированного транспорта веществ через стенку сосудов, соответствующего функциональным потребностям органа [151, 257].

В настоящее время установлено, что он осуществляется только на уровне сосудов микроциркуляторного русла. Комплекс мембранных элементов, располагающихся на границе между кровью и рабочими клетками паренхимы органа, получил название гистогематического барьера.

Одной из важнейших характеристик гистогематических барьеров является их проницаемость. Термин «проницаемость» имеет в литературе ряд смысловых значений. В узком смысле под проницаемостью понимают определенное морфологическое состояние структур самой капиллярной стенки, величину и число пор, через которые происходит транспорт веществ, рассматривают транскапиллярный обмен как процесс перехода веществ через стенку микрососудов, а проницаемость – как свойство сосудистой стенки избирательно пропускать различные вещества и даже форменные элементы крови [151, 194].

Обмен веществ осуществляется с помощью трех механизмов: фильтрации – абсорбции, диффузии и микропиноцитоза. При характеристике путей проникновения веществ через слои эндотелиоцитов выделяют парациллюлярные, трансцеллюлярные и комбинированные пути транспорта веществ.

Обнаружено, что венозный отдел капилляров более проницаем, чем артериальный. Это послужило основанием для представления о градиенте сосудистой проницаемости, или так называемой гетеропорозности стенки

капилляров. В дальнейшем явление большей проницаемости веноулярного отдела капилляров и стенок посткапиллярных венул было подтверждено многими исследователями [165, 171, 172, 182]. Для характеристики функциональных потенций микроциркуляторного русла органов большое значение имеет сравнительная оценка поверхности капилляров, обслуживающей процессы фильтрации и реабсорбции.

Данные, накопленные за последнее время, свидетельствуют о том, что субмикроскопическое строение компонентов гистогематического барьера очень пластично [66, 67, 91, 100, 151, 155, 179, 186, 192, 206, 207, 214, 248]. Большая часть исследований в этом плане посвящена изучению эндотелиальных клеток, так как их состояние во многом определяет пути транспорта веществ. Набухание эндотелиальных клеток в стенке капилляров и изменение поверхности эндотелиоцитов, образование выпячиваний и складок плазмолеммы описано многими авторами. Исследователи отмечают, что поверхность эндотелиальных клеток преобразуется при изменении метаболической активности органов.

В настоящее время важное значение приобретает вопрос о соотношении трансорганный гемодинамики и проницаемости микрососудов, т. к. оба эти процесса тесно связаны между собой. Такие характеристики, как время протекания крови по обменным микрососудам и величина внутрикапиллярного давления, непосредственно влияют на скорость трансмурального транспорта веществ, особенно низкомолекулярных соединений. Однако эти характеристики являются производными от таких параметров микроциркуляторного русла, как длина обменных сосудов, скорость кровотока, количество функционирующих микрососудов и степень их дилатации. Считается, что переход веществ из крови в ткань зависит не от сосудистой проницаемости, а от состояния гемодинамики. Это, видимо, справедливо для тех механизмов, в основе которых лежит диффузия веществ через стенку сосудов.

Одним из механизмов, обеспечивающих поддержание высокого уровня снабжения кислородом скелетных мышц при физической деятельности, является перераспределение крови в организме. Реализация данного механизма позволяет вести тестирование состояния системы микроциркуляции крови по показателям кожного и конъюнктивального капиллярного кровотока. Известно также, что одним из факторов, лимитирующих мы-

шечную работоспособность, является функциональное состояние сердечно-сосудистой системы [194].

Тем более, что большие объемы физической нагрузки – основного средства развития выносливости – требуют повышенного внимания к состоянию сердечно-сосудистой системы.

Отмечено, что заболевания сердечно-сосудистой системы редко обнаруживаются у людей, занимающихся физическими упражнениями в течение всей жизни. Важно, чтобы эти занятия начинались с детства при тщательном врачебном контроле [29, 31, 100, 138, 151].

Многие работы посвящены изучению взаимосвязи между показателями центральной и периферической гемодинамики. Так было обнаружено, что между этими показателями имеется коррелятивная связь, которая зависит от продолжительности и интенсивности мышечных нагрузок, а также от индивидуальных особенностей испытуемых.

Ряд исследований посвящен регионарному кровообращению в покое и под влиянием динамической физической нагрузки в работающей и ненагруженной конечностях. Эти исследования имеют немаловажное значение для понимания механизмов возрастной адаптации периферической гемодинамики. Некоторые авторы, пытаясь выявить коррелятивную связь между периферической гемодинамикой и микроциркуляцией. Так, изучая реактивную гиперемия в мышцах конечностей у человека, обнаружили, что пиковый кровоток пропорционален времени окклюзии (пережатия) при ее длительности менее 3 мин. Феномен реактивной гиперемии он относит за счет действия обменных факторов (накопления метаболитов или истощения запасов кислорода), приводящих вначале к постепенному увеличению дилататорной реакции, а затем к ее удлинению. Johnson [214] пытался объяснить этот феномен на уровне микроциркуляции. В опытах на мышцах кошки он показал, что при кратковременной окклюзии величина пикового кровотока прямо зависит от числа капилляров, включенных в кровоток при гиперемии.

Изучались и возрастные изменения мышечного кровотока в предплечье и голени у детей и подростков 7 – 17 лет методом венозной окклюзионной плетизмографии параллельно с оценкой состояния микроциркуляции крови. Метод этот основан на том, что в исследуемой конечности с помощью манжеты создается давление, заведомо превышающее возможные величины его в венозных сосудах (50 мм рт. ст.); при этом артериаль-

ный приток не нарушается, поскольку давление в артериальных сосудах значительно выше.

При анализе состояния системы микроциркуляции изучались в возрастном аспекте динамика плотности функционирующих капилляров в коже и величина их просвета при относительном покое. Динамика плотности капилляров в возрастном аспекте при мышечном покое совпадает с изменениями периферического кровотока. Обращает на себя внимание и тот факт, что возрастные преобразования системы микроциркуляции сопровождаются адекватными изменениями реактивности микрососудов.

1.3. Кибернетический и физико-математический подходы к изучению регуляций функций организма

Начальный этап, который проходит исследователь при математическом анализе результатов исследования, есть, безусловно, статистическая обработка полученных данных. Литература по вопросам статистической обработки результатов исследований в медицине и психологии очень обширна [9, 23, 36, 147]. В настоящее время широко применяются почти все разделы статистического анализа, такие как статистические методы обработки наблюдений, теория ранговых критериев, линейный и нелинейный регрессионный анализ, метод главных компонентов, кластерный анализ, многофакторный дисперсионный анализ, теория распознавания образов. Внедрение вычислительной техники в медико-биологические исследования сделало возможным применение методов имитационного моделирования при анализе результатов [9, 15, 23, 28, 36, 114, 115, 154, 216].

Однако статистическая обработка является лишь начальным этапом математического анализа результатов. Действительно, как пишет Rashevsky [237], если взять большее число листьев, произвести над ними всевозможные измерения и взять затем средние значения для каждого измерения, то в результате мы сможем предсказать, что листья, собранные в той же местности, в то же время года, будут обладать теми же средними значениями характеристик. Но научное значение эксперимента будет весьма ограничено, так как обобщения на его основании делать нельзя.

Статистический анализ фактов явно недостаточен для научного исследования: здесь необходим факт теоретического рассуждения. Таким актом как раз и является математическое моделирование изучаемых процессов.

Суть математического моделирования в биологии и медицине заключается, согласно Rashevsky [236], в создании абстрактной модели рассматриваемой системы и затем её изучении с математической точки зрения. При этом выводы, полученные из математических выкладок, применимы к явлениям, протекающим в биологической природе, в той степени, в какой модель воспроизводит эти явления. В. В. Парин и Р. М. Баевский [115]; Д. А. Гаялиулин [36]; А. Я. Буничев [23] указывают, что моделирование биологических объектов основано на аналогии между данными входов и выходов систем при полном различии внутренних структур: то есть, это фактически метод «чёрного ящика».

Таким образом, при моделировании всегда должны быть четко определены задачи исследования, всегда должно быть создано четкое представление о том, какие общие принципы в работе изучаемых систем воспроизводятся в данной модели.

Среди параметров, характеризующих систему мозгового кровообращения, наиболее важным с точки зрения диагностики сосудистой патологии головного мозга является скорость кровотока, отдельного капиллярного кровотока, а также состояние мочевыделительной системы. Скорость кровотока по существу есть динамический макропараметр, т. е. суммарная функция всей сложной системы циркуляции крови в головном мозгу. Поэтому в задачу моделирования состояния мозгового кровообращения, мочевыделительной системы и отдельного капиллярного кровотока входит построение динамической модели поведения скорости кровотока после проведения коррекционного воздействия на головной мозг.

Такое моделирование проводится с помощью аппарата дифференциальных уравнений [5, 33, 70]. При этом основным методом является исследование дифференциальных уравнений, отражающих динамику модели.

Достаточно общая форма математической модели имеет вид

$$\left\{ \begin{array}{l} v = F_v(v, x_1, x_2, \dots, x_n, t), \\ \frac{dx_1}{dt} = F_1(v, x_1, x_2, \dots, x_n, t), \\ \frac{dx_2}{dt} = F_2(v, x_1, x_2, \dots, x_n, t), \\ \dots \\ \frac{dx_n}{dt} = F_n(v, x_1, x_2, \dots, x_n, t), \end{array} \right. \quad (1)$$

где v – скорость мозгового кровотока; x_1, \dots, x_n – переменные, характеризующие систему мозгового кровообращения, зависящие от времени и начальных условий (внешних и внутренних); F_v, F_1, \dots, F_n – вероятность кровотока. В общем случае нелинейных уравнений типа (1) будем иметь функцию $v(t)$, описывающую изменение скорости кровотока в течение посткоррекционного периода, идентичный расчет проводился с мочевыделительной системой и отдельным капиллярным кровотоком.

В современной литературе приводится большой класс математических моделей мозгового кровообращения в различных условиях, в которых находится человек или экспериментальное животное [9, 15, 16, 17, 23, 174, 180, 220, 225]. Эти модели весьма сложны, содержат много переменных и описывают многостадийное поведение.

Несмотря на определённые успехи в математическом описании мозгового кровообращения, существенным препятствием количественного моделирования системы внутричерепного кровотока, как отмечают А. С. Болотин [17], Д. П. Троицкий, В. И. Орлов [143], является прежде всего её сложность. Действительно, совершенство организации мозгового кровообращения, мочевыделительной системы и отдельного капиллярного кровотока, обеспечивающие при широком диапазоне физиологических нагрузок и при различных физиологических состояниях интенсивное кровоснабжение тканей, известно достаточно хорошо, однако остаётся неясным, за счет каких изменений характеристик отдельных функциональных звеньев системы церебральной гемодинамики и мочевыделительной системы, отдельного капиллярного кровотока сохраняется их стабильность при различных условиях притока и оттока крови [99, 101, 136, 144].

Без анализа взаимосвязанных изменений различных параметров этой системы трудно получить достаточно полную модель, отображающую как механизмы кровообращения головного мозга, так и его регуляцию [46].

Трудность математического моделирования внутричерепного кровообращения, мочевыделительной системы и отдельного капиллярного кровотока определяется также сложностью организации и малой доступностью для исследования данных систем. Применяемые в настоящее время методы (ангиография, реография, радиоциркулография и лазерная капилляроскопия) не позволяют пока получить исчерпывающие характеристики

различных функциональных областей рассматриваемой системы [24, 47, 48, 113, 125, 133, 208].

Моделирование, широко используемое для анализа биологических систем, в том числе и для изучения мозгового кровообращения, мочевыделительной системы и отдельного капиллярного кровотока, позволяет сопоставить между собой имеющиеся данные о гемодинамике, функциональном состоянии почек, капиллярном кровотоке, контролируя их относительно простыми немногочисленными экспериментами [187, 203]. Однако существующие модели внутричерепной гемодинамики, мочевыделительной системы и отдельного капиллярного кровотока, для реализации которых был применен современный математический аппарат теории конечных автоматов [245, 246] и численные методы решения [218], описывают лишь качественную сторону изучаемых явлений. Эти модели явились первым этапом математического анализа данных, опыт которых позволил перейти к количественному моделированию системы внутричерепного кровообращения.

Сложность систем мозгового кровообращения, мочевыделительной и отдельного капиллярного кровотока, являющаяся существенным препятствием количественному моделированию этих систем, заставляет при построении модели прибегать к упрощениям [16, 143].

Как известно, реально сосудистая система является объектом с распределенными параметрами и свойства сосудов внутри каждой выделенной области и на границе областей меняются непрерывно. При создании же модели она рассматривается как система с сосредоточенными параметрами, где свойства сосудов определенной области внутри неё остаются постоянными, а на границах – изменяются скачкообразно. При этом характеристики каждой области (гидравлические сопротивления, линейная скорость кровотока, средний радиус сосудов) принимаются равными усредненными характеристикам реальной системы [9, 23, 36, 135, 239, 256].

На основании анатомо-физиологических сведений о внутричерепной гемодинамике выделяются пять групп сосудов областей исследуемой системы. К первой группе относятся крупные артерии мозга с резкими колебаниями давления крови на протяжении пульсового цикла и малой величиной гидравлического сопротивления. Анатомически сюда относятся артерии виллизиева круга, его периферические и базальные ветви [7, 36, 77, 101, 104, 132, 154, 163, 194, 204]. Во вторую группу включаются неболь-

шие (концевые) артерии и артериолы, являющиеся по преимуществу резистентными сосудами, на которые и падает большая часть гидравлического сопротивления системы. В эту группу входят артерии и артериолы продолговатого мозга, мозжечка, варолиева моста и других образований мозга, артерии и преартериолы мягкой мозговой оболочки. Третью группу составляют все самостоятельные в функциональном отношении структурные единицы кровеносной системы мозга, обеспечивающие обмен между кровью и мозгом (в каждую структурную единицу входит прекапилляр, истинный капилляр, венола). В четвертую группу входят соответствующие концевым (пиальным и радиальным) артериям вены мозга, в пятую – крупные вены-коллекторы, отводящие кровь из полости черепа. Таким образом, сложная структура внутричерепного кровообращения схематизируется, и в модели каждый из её отделов предстает в виде некоторого количества одинаковых сосудов конечной длины.

Принимается, что артерии, составляющие первую группу сосудов, в модели являются эластичными трубками, меняющими просвет под действием давления крови, а сочетания сосудов второй, третьей и четвертой групп постоянны и не зависят от давления в них. Объем же сосудов пятой группы определяется разностью внутрисосудистого и ликворного давлений.

При построении количественных моделей с учетом перечисленных допущений используются известные сведения о сечении сосудов на разных уровнях системы черепного кровообращения, перепадах давлений, объёмной скорости кровотока головного мозга, мочевыделительной системы и отдельного капиллярного кровотока, а также данные, полученные путём расчетов с применением уравнений гидравлики [9, 36, 132, 152, 215].

Входами моделей служат величина давления в артериях полости черепа и величина давления в отводящих венах. Выходом модели служит объёмная скорость мозгового кровотока в отводящих венах. Одновременно изучаются параметры, характеризующие состояние системы: кровенаполнение полости черепа и внутричерепное давление (легко контролируемое в эксперименте на животных).

Исследование подобных моделей показывает, что величина венозного давления влияет на суммарное кровенаполнение, но не сильнее, чем величина артериального давления. При этом влияние венозного давления на кровенаполнение черепа уменьшается с ростом артериального давления. Общее же кровенаполнение линейно связано с ликворным давлением.

Таким образом, приведённый литературный материал показывает, что имеющиеся сведения о параметрах гемодинамики, мочевыделительной системы и отдельного капиллярного кровотока позволяют построить количественную модель внутричерепного кровообращения, функции почек, скорости капиллярного кровотока, подобные данным объектам.

Количественное прогнозирование развития процессов в организме учащихся по математической модели осуществляют следующим образом. Устанавливают вначале соответствие между состоянием физиологической системы (или группы органов) организма и некоторым набором чисел (точкой пространства состояний или параметров исследуемой системы). Затем определяют упорядоченный набор (множество) точек в указанном пространстве, т. е. определяют траекторию системы в конфигурационном пространстве [17, 49, 143].

Тем не менее, у всех разобранных выше математических моделей есть существенный недостаток, а именно: при количественном описании гемодинамической системы не учитываются процессы нейрогуморальной регуляции кровообращения. Данное допущение справедливо при анализе стационарных состояний организма, однако, в условиях стресса изменение тока крови, связанное с эндокринной регуляцией гемодинамической системы, может стать весьма значительным и, поэтому должно учитываться при количественном описании мозговой гемодинамики, мочевыделительной системы и отдельного капиллярного кровотока [9, 15, 16, 17, 23, 249, 251].

Кроме того, решение указанных проблем связано с построением математической модели, отображающей механизмы регуляции как общей системы кровообращения, так и систем регионарных кровотоков (особенно мозговой гемодинамики). Решение этих проблем чрезвычайно сложно. А. С. Болотин [17] указывает: «По своей сути задача восстановления нарушений в системе более доступна кибернетике, чем эмпирической деятельности человека». В то же время многие авторы полагают, что разработанные в эндокринологии экспериментальные методы и имеющиеся теоретические данные позволяют выработать общее математическое описание механизмов гомеостаза [9, 13, 49, 137].

Не вызывает сомнения утверждение о том, что система, ответственная за поддержание постоянства параметров гемодинамики, мочевыделительной системы и отдельного капиллярного кровотока, – сложная систе-

ма, сочетающая краткосрочное и длительное (факторы развития и адаптации) регулирование различных процессов, многоуровневое управление (ферментативные реакции, гормональные процессы, процессы адаптации и т.д.).

В настоящее время общепринятым взглядом на систему кровообращения организма и её регионарных элементов является то, что эти системы детерминированы, то есть при идентичных условиях в системах происходят идентичные процессы. Поэтому математическое описание этих механизмов основано на аппарате дифференциальных уравнений [15, 16, 17].

В настоящее время под кибернетикой понимают науку о целенаправленном и оптимальном управлении сложными процессами, происходящими в живой природе, человеческом обществе или промышленности [19], т.е. кибернетика занимается установлением единой терминологии, единых понятий, согласно которым любой управляемый комплекс представляет собой систему [9, 13, 166]. Основное достоинство кибернетических определений – то, что все они доступны методам математического анализа. Пользуясь терминологией кибернетики, можно сказать, что живой организм представляет собой сложную управляемую систему, в которой постоянно происходит взаимодействие множества переменных внешней и внутренней среды. При этом общее для всех систем живой и неживой природы – наличие определенных входных переменных, которые преобразуются в ней в соответствии с ее функциями в выходные переменные [17, 61, 230, 255].

Зависимость выходных переменных от входных определяется законом поведения системы.

Действия входа иначе называют возмущением. В биологии входные переменные характеризуются понятиями «причина», «стимул», «раздражитель»; выходные – «следствие», «эффект», «ответ», «реакция» и т.д. [15, 16].

Согласно современным воззрениям любая система должна иметь аппарат связи для передачи информации от управляющего устройства к объекту управления. Передача информации осуществляется по каналу связи. При этом происходит преобразование входного канала в передаточный, что носит название кодирования. Передаче информации могут мешать «шумы», иначе говоря «помехи», которые из-за искажения сигнала препятствуют выполнению программы, осуществляемой системой.

В процессах саморегуляции решающую роль играет обратная связь, что означает влияние выходного сигнала на управляющую часть системы. Различают отрицательную и положительную обратную связь. Отрицатель-

ная обратная связь уменьшает влияние входного воздействия на величину входного сигнала. Положительная обратная связь обладает противоположным свойством – она увеличивает действие входного сигнала. В. В. Парин и Р. М. Баевский [115] подчёркивают, что если отрицательная обратная связь способствует восстановлению исходного уровня, то положительная связь чаще уводит систему от исходного состояния. Вследствие этого не происходит надлежащего корригирования процесса, и это может послужить причиной возникновения так называемого порочного круга, хорошо известного патофизиологам. Тем не менее в принципе любые обратные связи могут быть основой саморегуляции. Все виды саморегулирования действуют по одному принципу: самоотклонение от базального уровня вызывает включение механизмов, корригирующих нарушение [9, 13, 27, 238].

С точки зрения кибернетики имеется существенное отличие биологических систем от объектов небиологической природы, а именно: живые системы представляют собой чрезвычайно сложные вероятностные системы, поведение которых может быть предсказано только с известным приближением, т. е. с вероятностью, так как оно не имеет строго детерминированного результата действия [16].

Живой организм представляет собой пример ультрастабильной системы, которая осуществляет активный поиск оптимального и наиболее устойчивого состояния, что выражается в адаптации, или в удержании переменных показателей жизнедеятельности организма, несмотря на изменение условий существования. Ультрастабильность биологических систем объясняется их многоконтурностью. Это означает, что один и тот же управляемый процесс может регулироваться несколькими управляющими системами благодаря наличию связей между ними или возникновению цепной реакции [17, 39, 126, 178, 183].

Следует сказать, что живые организмы как сложные многоцелевые иерархические системы являются организованным целым. Эти органические целостные системы состоят из компонентов, подчиненных организованному целому так, что качественные различия между последовательно восходящими порядками организованности создают определённую специфику каждого из уровней. Специфика центрального организатора (высшего уровня) определяет уровень и тип динамической структуры главных видов активной деятельности организма как целого, так и присущие ему нормы реакций во взаимодействиях со средой [9, 23, 193].

Элемент низшего уровня, по мнению В. В. Парина и Р. М. Баевского [115], должен обладать свойствами саморегуляции, эти свойства составляют основу любой живой системы. Второй компонент системы, являющийся высшим по отношению к упомянутому, имеет с ним прямую и обратную связь. Канал обратной связи служит целям контроля. В современной литературе считается, что при нормальной работе системы по каналу контроля информация не поступает (информация равна нулю). В противном случае высшие уровни страдали бы от перегрузки информации [16, 143].

Исследования в области физиологии ретикулярной формации показали, что принцип селективного отбора важных сигналов весьма характерен для управляющих систем организма. Только в случае, если низший элемент системы не справляется с потоком информации, элементы высшего уровня вмешиваются в работу низшего. Должны существовать определённые пороги, которые определяют интенсивность потока информации по каналу связи [27, 217].

В литературе приводится множество примеров передачи функции управления и регуляции с низшего уровня на высший. Так, известны предельные параметры системы кровообращения, при которых центральные механизмы практически не вмешиваются в процессы саморегуляции и самоуправления. Уже небольшая нагрузка вызывает активную реакцию высших отделов. Однако до определенного уровня эта реакция является корригирующей: изменяется скорость кровотока, ряд параметров сосудистой системы и т. д. Все эти явления направлены на восстановление гомеостаза. Если принятые меры оказываются недостаточными, то возникают условия для активного вмешательства центральных механизмов. Это вмешательство уже носит не регулирующий, а управляющий характер. Примерами таких вмешательств являются состояния стресса или коллапса [9, 23, 144, 221].

Считается, что в механизмах взаимодействия элементов биологической системы важное значение принадлежит принципу реалакционных колебаний, т. е, при достижении крайнего предела, связанного с выраженным функциональным напряжением, происходит опрокидывание системы в некоторое исходное состояние. Такое опрокидывание периодически осуществляется в процессе гомеостатического регулирования [4, 101, 126, 130, 154].

Полагают, что вполне достаточно установить три градации для параметров данного элемента биологической системы, чтобы оценить степень его взаимодействия с элементами высшего уровня. Первый предел назы-

вают уровнем контроля. Изменение параметров внешней и внутренней среды, не превышающих этого предела, вызывают поступление такого объёма информации, который вполне адекватен собственной системе управления данного элемента. При этом осуществляется самоконтроль, саморегуляция и самоуправление. Отклонение параметров, превышающих уровень контроля, вызывает поток информации по каналу обратной связи и соответственно поток сигналов от элементов высшего уровня к элементам низшего. Если корректирующее воздействие элементов высшего уровня на деятельность низшего элемента оказывается недостаточным и его параметры достигают предела уровня регулирования, то осуществляется вмешательство в процесс самоуправления. Состояния ниже уровня регуляции и выше уровня контроля называют стресс-состояниями, им соответствуют различные латентные формы заболеваний. Состояния выше уровня регуляции и не ниже уровня управления отвечают аварийным ситуациям, угрожающим здоровью. Система в положении выше уровня управления находится в критическом состоянии, которое характеризуется резким возрастанием энтропии, приводящим к смерти [30, 210].

В нормальных условиях физиологические системы организма адекватно отвечают на различные воздействия. Эти ответы состоят в уравнивании системы путем приведения её к стационарному режиму. По мнению В. В. Парина и Р. М. Баевского [115], биологические процессы делятся на два типа: стационарные и переходные. Каждая из физиологических систем может наблюдаться в этих двух различных состояниях. Стационарные состояния характеризуются эргодичностью, т. е. изменяемая величина, являющаяся характеристикой данной системы, варьирует таким образом, что усреднение по времени соответствует усреднению по множеству реализаций. Переходные состояния – это моменты осуществления перестройки физиологической системы на новый стационарный режим. Таким образом, переходный процесс – это ответ организма (физиологической системы) на возмущение [15, 17, 35, 121, 122, 124].

Однако под действием возмущения система может переходить из стационарного состояния ниже уровня контроля не только в новое стационарное состояние, но и в состояния выше уровня контроля, характеризующиеся функциональным напряжением механизмов гомеостаза. Теория такого перехода разработана Селье и известна под названием «концепция общего адаптационного синдрома» (ОАС), или теория стресса. Селье открыл и описал три стадии ОАС: реакцию тревоги – переход системы из основного

стационарного состояния, соответствующего нормальным условиям жизнедеятельности, в возбужденное стационарное состояние, характеризуемое определенной степенью напряжения механизмов гомеостаза; стадия устойчивости – нахождение системы в одном из стационарных возбужденных состояний; стадия истощения – исчерпывание адаптационной энергии и переход системы вследствие этого в состояние выше уровня управления, т. е. гибель системы. Большое практическое значение трехфазной природы ОАС заключается в том, что впервые была показана ограниченность адаптационной способности организма: в условиях длительного стресса неизбежно наступает ее истощение [156, 243].

Многие авторы выделяют ряд особенностей в морфологии мозга и его физиологической деятельности при олигофрении.

До недавнего времени для активизации умственных способностей и лечения функциональных расстройств речи применяли такие средства, как эуфиллин, кофеин, темисал, пиридрол [16].

Результаты клинических исследований дают больше оснований думать о вазоконстрикторном действии кофеина на сосуды головного мозга. Правда, уменьшение мозгового кровотока могло быть вызвано сопутствующим снижением артериального давления, что нередко наблюдается после внутривенного введения кофеина. Однако в других случаях при неизменном артериальном давлении или даже при его повышении изменяется гемодинамика.

Некоторые авторы отметили двухфазную реакцию на введение кофеина: уменьшение мозгового кровотока вслед за кратковременным увеличением. Другие исследователи, судя по снижению давления СМЖ, делали заключение о цереброваскулярной констрикторной реакции на кофеин. Препарат в дозах, вызывающих судороги, сначала сужал сосуды мозга, а затем расширял [17].

Нарочитое увеличение объема перфузивной системы, позволяющее выявить прямое или непрямое действие фармакологических веществ на сосуды, приводило к соответствующему «запаздыванию» реакции перфузируемых сосудов, что свидетельствует о прямом действии кофеина на исследуемые сосуды.

Закономерные изменения мозгового кровотока наблюдались при стабилизированном перфузионном давлении. В этих условиях начальная фаза уменьшения мозгового кровотока, имевшая место в предыдущих опытах, отсутствовала, и кровоток сразу после введения препарата увели-

чивался. В дальнейшем кровоток постепенно уменьшался и становился ниже исходной величины. Эти данные свидетельствуют о дилататорно-констрикторной реакции сосудов мозга на кофеин.

Известно, что кофеин изменяет потребление кислорода тканью мозга. По данным И. П. Бойко [16], кофеин сначала уменьшал поглощение кислорода мозгом, потом увеличивал. Эти фазы совпадали с дилататорно-констрикторной реакцией сосудов мозга. Таким образом, прослеживается определенная взаимосвязь между потреблением кислорода мозгом и мозговым кровотоком. Однако повышение потребления кислорода можно рассматривать как следствие увеличения функциональной и метаболической активности мозга, при котором, согласно метаболической гипотезе, сосуды мозга должны расширяться, тогда как на самом деле они сужаются. Возможно, что вазоконстрикторная реакция опосредована церебральными нейрогенными механизмами регуляции тонуса мозговых сосудов, интерес к изучению которых в последнее время заметно возрос.

Высокая терапевтическая эффективность эуфиллина при различных нарушениях мозгового кровообращения известна, однако характер его действия на сосуды мозга остается неясным. В большинстве клинических исследований отмечены сужение сосудов мозга и уменьшение мозгового кровотока под влиянием эуфиллина и других водорастворимых препаратов теофиллина [17]. Редко встречаются сведения о вазодилататорной или двухфазной (констрикторно-констрикторной) реакции сосудов.

Авторы нередко делали заключение о вазоконстрикторном действии эуфиллина на основании отмеченного уменьшения мозгового кровотока. Поскольку это сопровождалось снижением артериального давления (особенно при внутривенном введении препарата), то состояние кровотока не может служить показателем активной реакции сосудов на исследуемый препарат. Кроме того, известно, что изменения артериального давления вызывают ауторегуляторную реакцию мозговых сосудов, которая существенно изменяется при патологических состояниях и определенных условиях эксперимента.

Изменение pO_2 в ткани мозга под влиянием эуфиллина в значительной степени обусловлено интенсивностью мозгового кровотока. Однако в условиях перфузии мозга стабилизированным объемом крови отмечено некоторое снижение pO_2 (на 7 %), которое можно объяснить свойством эуфиллина усиливать тканевое дыхание мозга и увеличивать потребление кислорода. Давление в венозной системе мозга и внутричерепное давление

после внутривенного введения препарата в одних опытах повышалось, в других – снижалось или существенно не изменялось. Разнонаправленность такой реакции могла быть обусловлена колебаниями артериального давления и неравномерным притоком крови в мозг. В некоторых опытах изменения венозного давления зависели от его исходного уровня: при низком давлении – повышалось, а при высоком – снижалось.

Таким образом, полученные результаты подтверждают экспериментальные данные других авторов о дилататорном действии эуфиллина на сосуды мозга, что противоречит результатам клинических исследований.

Перечисленные методы активизации артериолярного кровотока, мочевыделительной системы и капиллярного кровотока наиболее распространены, но в практике используются нечасто, хотя проведенные учеными исследования говорят о целесообразности их использования [34, 168].

На наш взгляд, наиболее перспективный путь решения задачи – использование никотиновой кислоты в комплексе с аппаратом «Трансаир-01». Действительно, использование других методов влечет за собой необходимость определения большого числа параметров, характеризующих те или иные функции головного мозга, мочевыделительной системы и капиллярного кровотока. Другими словами, при этом необходимы знания на фундаментальном уровне функционирования головного мозга, почек и капиллярного кровотока. Ясно, что в клинической практике это почти невозможно.

Итак, актуальность темы исследования определяется как задачами фундаментальной науки, так и практического здравоохранения, коррекционной педагогики, так как без последовательной концепции возникновения диагностики и прогнозирования ранних изменений функций головного мозга, мочевыделительной системы и капиллярного кровотока невозможен ни дальнейший прогресс клинической физиологии, ни значительное повышение качества реабилитации больных с задержкой психического развития, функциональными расстройствами речи, а также последствиями сотрясения головного мозга.

Таким образом, необходимо отметить, что математическая оценка системы мозгового кровообращения, мочевыделительной системы и капиллярного кровотока в современной литературе изложена на недостаточном уровне. Что же касается состояния вопроса о методах активизации умственных способностей, лечения функциональных расстройств речи, то этот вопрос освещен в следующей главе в п. 2.2, «Применяемые методы».

Глава 2

ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛОВ И МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Общая характеристика предмета исследования

При проведении настоящей работы были обследованы 323 ребенка в возрасте от 8 до 14 лет. Были выделены 4 группы:

1. Контрольная группа – 60 детей в возрасте от 8 до 14 – 16 лет, которые были практически здоровы.

2. Дети с легкой степенью задержки психического развития – 77 человек в возрасте от 8 до 16 лет.

3. Дети с функциональными расстройствами речи – 80 человек в возрасте от 8 до 16 лет.

4. Дети, перенесшие сотрясение головного мозга (более 3 – 4 лет назад) – 106 человек в возрасте от 8 до 16 лет.

Дети 1-й и 4-й групп обучаются в обычных школах, а с легкой задержкой психического развития и функциональным расстройством речи – в специализированных.

Выбор указанных детей был обусловлен следующими факторами:

1) относительно большой распространенностью этих явлений в регионе;

2) относительно ранней выявляемостью детей с легкой степенью задержки психического развития, функциональными расстройствами речи и перенесших сотрясение головного мозга; это дает возможность наблюдать их до коррекции, а также после неё.

Одним из важных принципов отбора детей было отсутствие признаков поражения мозгового кровообращения в анамнезе. Дети были обследованы как до активизации умственной деятельности, так и в различные сроки после неё.

Возрастно-половой состав изучаемых с легкой степенью задержки психического развития показан на рис. 1.

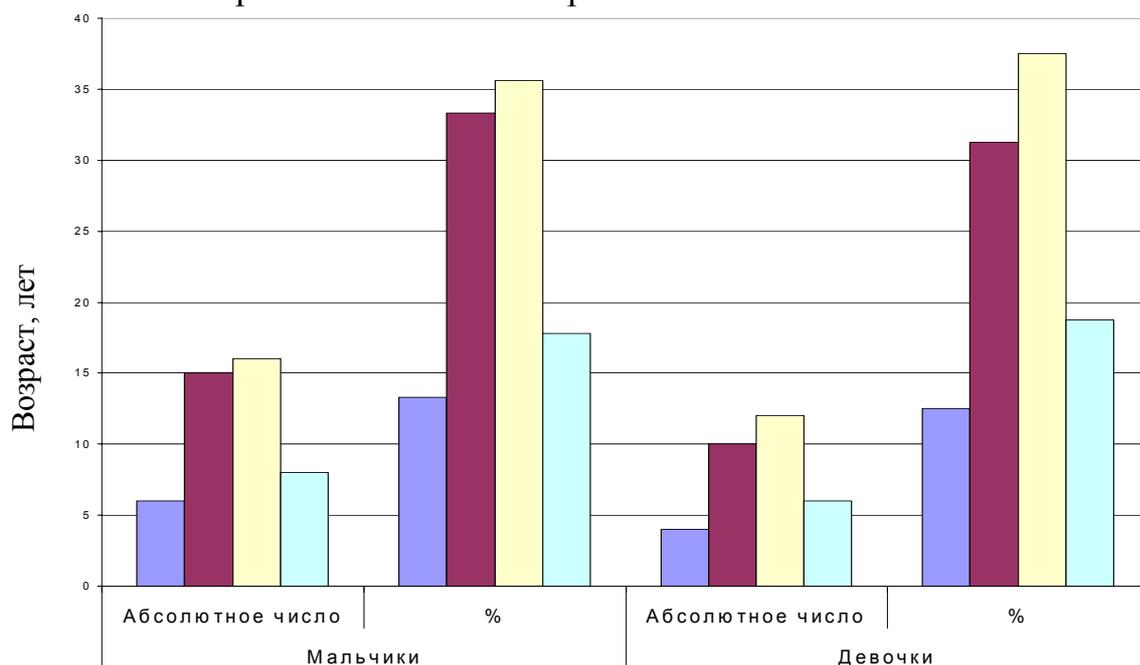


Рис. 1. Возрастно-половой состав детей с легкой степенью задержки психического развития: ■ – 7 – 10 лет; ■ – 10 – 12 лет; ■ – 12 – 14 лет; ■ – свыше 14 лет

Необходимо отметить, что все дети были физически здоровы. Они были обследованы как до активизации умственной деятельности, так и в различные сроки после неё, были рассмотрены календарный (КВ) и биологический (БВ) возраст детей с 8 до 16 лет (табл. 1). Определение календарного и биологического возраста проводилось по методике описанной в работах [157, 158, 160].

Таблица 1

Календарный и биологический возраст детей 8 – 16 лет

Возраст, лет	Девочки		Мальчики	
	КВ	БВ	КВ	БВ
	М±м	М±м	М±м	М±м
8	7,87±0,09	7,84±0,41	7,97±0,05	8,98±0,31
9	9,10±0,10	10,25±0,33	8,93±0,08	10,07±0,23
10	9,79±0,05	10,69±0,36	9,96±0,07	10,71±0,21
11	11,29±0,03	11,08±0,24	11,11±0,08	10,74±0,38
12	11,94±0,08	12,56±0,48	11,85±0,09	11,28±0,29
13	12,94±0,05	13,20±0,36	12,94±0,08	11,89±0,23
14	14,03±0,07	13,17±0,32	13,92±0,09	12,69±0,27
15	14,96±0,09	13,67±0,43	14,92±0,08	14,73±0,63
16	16,10±0,08	15,48±0,61	16,12±0,14	16,25±0,35

У детей в возрасте 8 – 11 лет темп созревания девочек и мальчиков оставался одинаковым, в 12 – 13 лет девочки становились старше мальчиков (в 12 лет – на 1,28; в 13 – 1,31 условного года). В 14 – 17 лет темпы созревания становились одинаковыми.

У всех детей из анализируемой группы была легкая степень задержки психического развития.

Для детей с задержкой психического развития легкой степени характерны следующие особенности: они неспособны ориентироваться в сложной ситуации, у них недостаточно развито внимание, речь бедна словами, слабая самокритика, вялость апатичность, ухудшение всех видов памяти.

Все обследования в анализируемой группе проводились до активизации умственной деятельности, сразу после нее, в первые, вторые, третьи, пятые, седьмые и четырнадцатые сутки после комплексного воздействия на умственную деятельность с помощью одновременного применения витамина РР и стимуляции головного мозга. Радиационная диагностика в данной группе была проведена у 77 детей.

Дети с функциональными расстройствами речи были изучены как до активизации умственной деятельности, так и в ранние сроки после неё. Возрастной состав обследованных представлен на рис. 2.

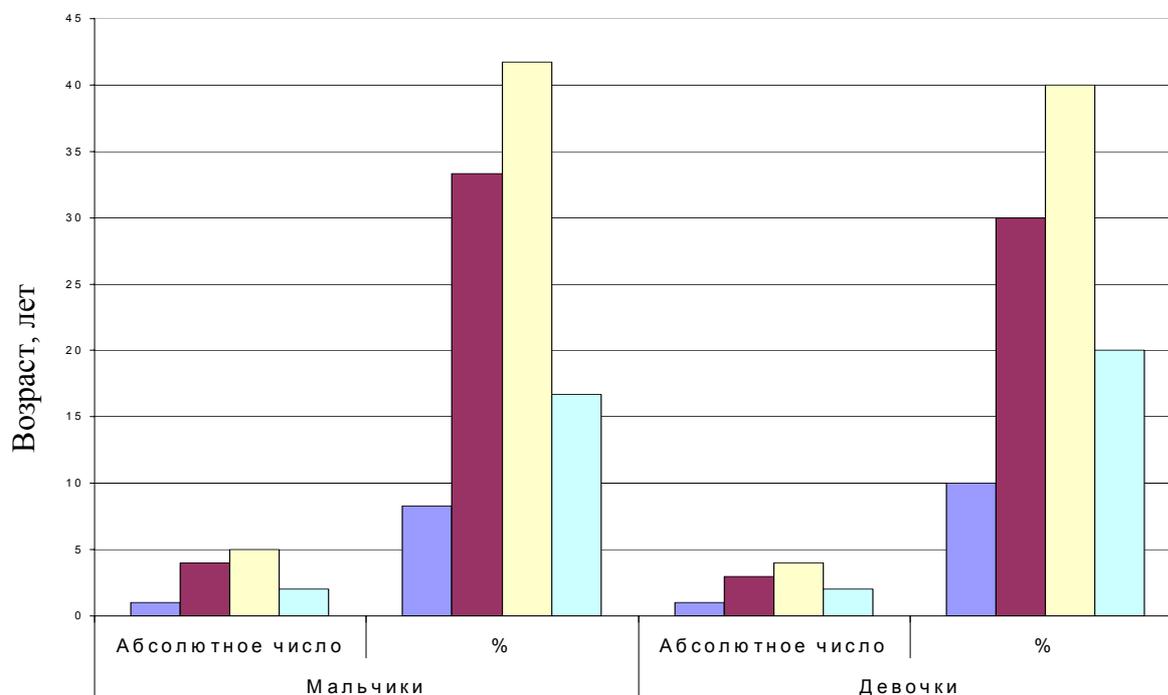


Рис. 2. Возрастной состав детей с функциональным расстройством речи:

■ – 7 – 10 лет; ■ – 10 – 12 лет; ■ – 12 – 14 лет; ■ – свыше 14 лет

Все прошли всестороннее клинико-психологическое исследование. У всех были выявлены функциональные расстройства речи.

Все обследования в данной группе проводились до активизации умственной деятельности, сразу после нее, в первые, вторые, третьи, пятые, седьмые, четырнадцатые сутки.

При помощи метода радиоциркулографии в данной группе проведено обследование всех детей.

Дети, перенесшие сотрясение головного мозга, были обследованы как до активизации умственной деятельности, так и в ранние сроки после неё. Возрастной состав обследованных показан на рис. 3.

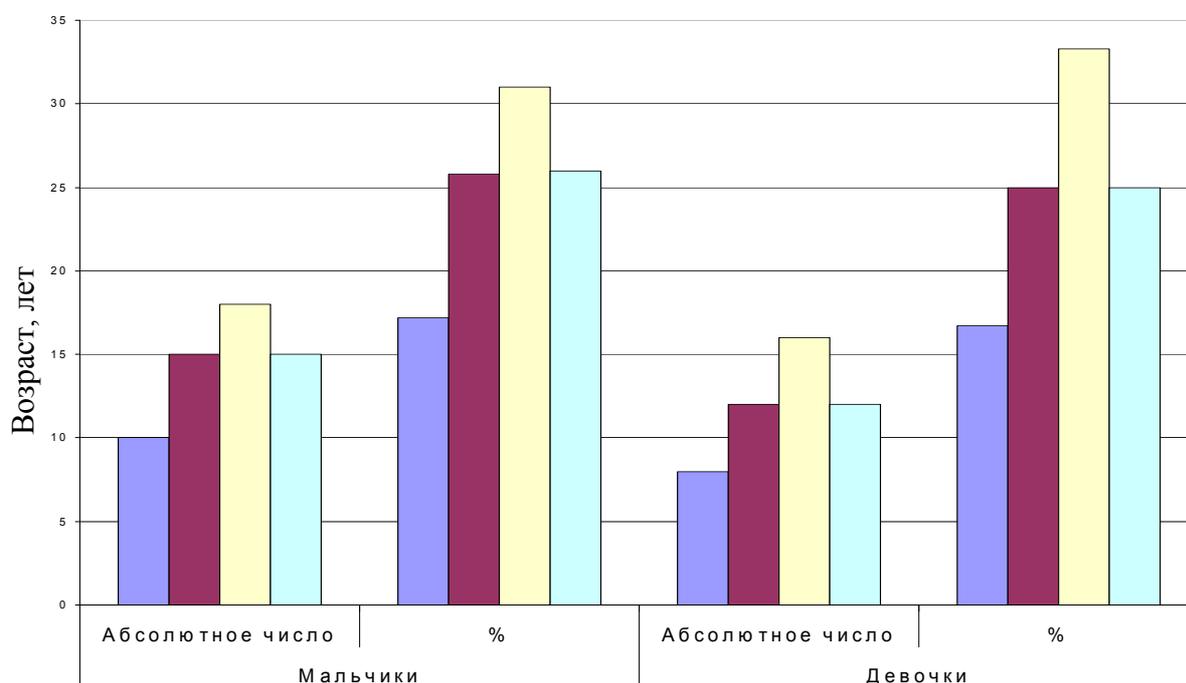


Рис. 3. Возрастно-половой состав детей, перенесших сотрясение головного мозга, в позднем восстановительном периоде: ■ – 7 – 10 лет; ■ – 10 – 12 лет; ■ – 12 – 14 лет; ■ – свыше 14 лет

Все из анализируемой группы прошли всестороннее клиническое и психологическое исследование.

Дети с последствиями сотрясения головного мозга характеризуются заторможенностью, сонливостью, раздражительностью, плаксивостью, усталостью, плохим усвоением материала, ухудшением памяти.

Все обследования проводились в те же сроки, что и в предыдущих группах. Радиоциркулография проведена у всех детей.

Возрастно-половой состав контрольной группы представлен на рис. 4.

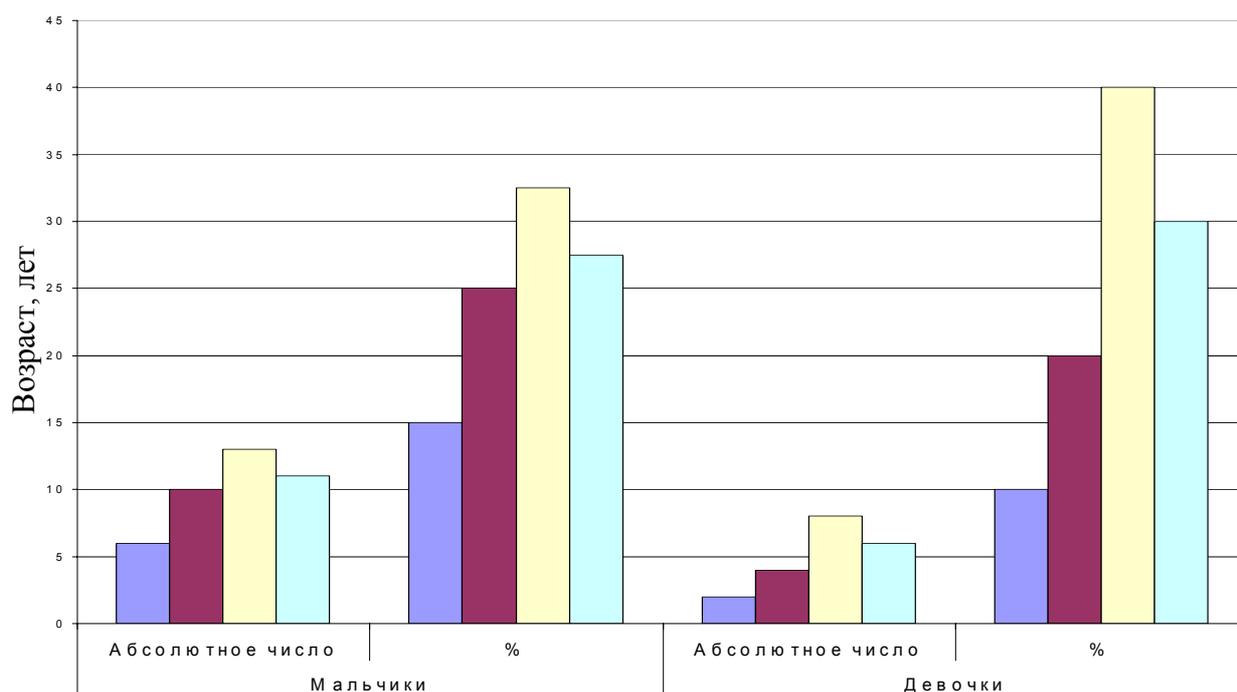


Рис. 4. Возрастно-половой состав контрольной группы:
 ■ – 7 – 10 лет; ■ – 10 – 12 лет; ■ – 12 – 14 лет; ■ – свыше 14 лет

Как видно из рис. 4, возрастной и половой состав контрольной группы соответствует возрастному и половому составу вышеописанных групп.

В работе изучались следующие показатели вегетативной нервной системы: артериальное давление, пульс, температура тела, частота дыхания. Выбранные показатели являются интегральными характеристиками деятельности данной системы, они весьма информативны при изучении реакции стресса. Измерение данных параметров не представляет технических трудностей.

Исследовались артериальное давление, частота сердечно-сосудистых сокращений, температура тела, частота дыхания, мозговой кровотока в левом и правом полушариях головного мозга. Измерения проводились при помощи аппарата Рива-Роччи, секундомера, термометра и радиационного графа. Необходимо подчеркнуть, что изменений в скорости мозгового кровотока между возрастными группами мальчиков и девочек не отмечалось (табл. 2 – 4).

Вместе с тем у всех обследованных групп (легкая степень задержки психического развития, функциональные расстройства речи и последствия

сотрясения головного мозга) было выявлено замедление кровотока в до-коррекционном периоде.

Таблица 2

Сравнение физиологических показателей детей контрольной группы (КГ) и детей с легкой степенью (ЛС) задержки психического развития

Возраст, лет		8	9	10	11	12	13	14	15	16	
АДС, мм рт. ст.	КГ	М	94,3	96,1	97,4	99,5	103,3	104,3	109,2	110,3	111,8
		Д	93,4	94,5	97,3	98,4	102,1	103,4	107,5	107,9	108,9
	ЛС	М	93,9	95,9	97,1	98,9	102,9	104,1	108,3	107,9	110
		Д	93,9	95,1	96,8	98,7	101,9	103,9	107,9	108	109
АДД, мм рт. ст.	КГ	М	58,9	59	60,8	61,7	64,3	64,8	65,9	67,1	70,1
		Д	57,9	59,1	60,6	61,5	64,4	65,4	66,7	68,1	69,5
	ЛС	М	58,1	58,9	60,5	62	64,9	64,5	66	67	68,5
		Д	57,6	59	60,2	61,7	64,1	65	62	67,5	70
ЧСС, уд / мин	КГ	М	88,2	88,4	86,2	85	81	81	82	81	79
		Д	88,3	88,5	87	85,1	84,3	84,3	84,3	83,1	81,1
	ЛС	М	88	88,5	86,4	84,9	84,2	81,3	84,3	83,5	81,1
		Д	88,4	88,6	86,9	87,3	85	81,3	82,5	84,9	78
Частота ды- кания, кол-во / мин	КГ	М	24	24,1	24,2	21	20	20	20,5	20	19
		Д	21	24,2	24,5	22	21	21	21	20,4	20
	ЛС	М	24,5	24,2	24,4	21,5	19,5	19,8	19,9	21	19
		Д	24,3	24,4	24,3	22	20,8	20,5	20,7	20,3	20,1
Температу- ра тела, °С	КГ	М	36,1	36,3	36,5	36,3	36,5	36,5	36,4	36,6	36,6
		Д	36,2	36,3	36,4	36,3	36,4	36,5	36,4	36,6	36,6
	ЛС	М	36,3	36,3	36,5	36,5	36,4	36,3	36,5	36,4	36,6
		Д	36,2	36,4	36,4	36,3	36,5	36,4	36,5	36,5	36,6
T _c левого полушария, с	КГ	М	16,7	16,7	16,7	16,4	16,6	16,7	16,7	16,6	16,7
		Д	16,8	16,5	16,6	16,7	16,3	16,4	16,6	16,5	16,5
	ЛС	М	29,1	29,4	28,9	29,5	29,6	29,4	29,2	29,5	29,1
		Д	29,3	29,1	30	29,7	30	29,6	29,4	29,7	29,5
T _c правого полушария, с	КГ	М	16,5	16,5	16,7	16,6	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7
		Д	16,8	16,6	16,5	16,6	16,4	16,5	16,6	16,6	16,5
	ЛС	М	29,2	28,9	29,3	29,2	29,5	29,4	29,3	29,4	29,6
		Д	29,4	29,1	29	29,4	29	29,6	29,2	29,6	29,2

Примечание. М – мальчики, Д – девочки, АДС – артериальное давление систолическое, АДД – артериальное давление диастолическое, ЧСС – частота сердечных сокращений, T_c – время прохождения радиоиндикатора в сосудах головного мозга

Таблица 3

Сравнение физиологических показателей детей контрольной группы (КГ)
и детей с функциональными расстройствами речи (СС)

Возраст, лет		8	9	10	11	12	13	14	15	16	
АДС, мм, рт. ст.	КГ	М	94,3	96,1	97,4	99,5	103,3	104,3	109,2	110,3	111,8
		Д	93,4	94,5	97,3	98,4	102,1	103,4	107,5	107,9	108,9
	СС	М	93,9	95,9	97,1	98,9	102,9	104,1	108,3	107,9	110
		Д	93,9	95,1	96,8	98,7	101,9	103,9	107,9	108	109
АДЦ, мм, рт. ст.	КГ	М	58,9	59	60,8	61,7	64,3	64,8	65,9	67,1	70,1
		Д	57,9	59,1	60,6	61,5	64,4	65,4	66,7	68,1	69,5
	СС	М	58,1	58,9	60,5	62	64,9	64,5	66	67	68,5
		Д	57,6	59	60,2	61,7	64,1	65	62	67,5	70
ЧСС, уд / мин	КГ	М	88,2	88,4	86,2	85	81	81	82	81	79
		Д	88,3	88,5	87	85,1	84,3	84,3	84,3	83,1	81,1
	СС	М	88	88,5	86,4	84,9	84,2	81,3	84,3	83,5	81,1
		Д	88,4	88,6	86,9	87,3	85	81,3	82,5	84,9	78
Частота дыхания, кол-во/мин	КГ	М	24	24,1	24,2	21	20	20	20,5	20	19
		Д	21	24,2	24,5	22	21	21	21	20,4	20
	СС	М	24,5	24,2	24,4	21,5	19,5	19,8	19,9	21	19
		Д	24,3	24,4	24,3	22	20,8	20,5	20,7	20,3	20,1
Темпера- тура тела, °С	КГ	М	36,1	36,3	36,5	36,3	36,5	36,5	36,4	36,6	36,6
		Д	36,2	36,3	36,4	36,3	36,4	36,5	36,4	36,6	36,6
	СС	М	36,3	36,3	36,5	36,5	36,4	36,3	36,5	36,4	36,6
		Д	36,2	36,4	36,4	36,3	36,5	36,4	36,5	36,5	36,6
T _c левого полуша- рия, с	КГ	М	16,7	16,7	16,7	16,4	16,6	16,7	16,7	16,6	16,7
		Д	16,8	16,5	16,6	16,7	16,3	16,4	16,6	16,5	16,5
	СС	М	32	31,9	32,1	32,6	32,4	31,8	32,1	31,9	32
		Д	32,3	32	30,9	32,3	32,5	32	32	32,3	32,1
T _c правого полуша- рия, с	КГ	М	16,5	16,5	16,7	16,6	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7
		Д	16,8	16,6	16,5	16,6	16,4	16,5	16,6	16,6	16,5
	СС	М	31,8	31,8	32	32,4	32,2	31,9	32,4	32,3	31,6
		Д	32	31,9	31,8	32,1	31,9	32	31,9	32,1	31,8

Таблица 4

Сравнение физиологических показателей детей контрольной группы (КГ) и детей с последствиями сотрясения головного мозга (СГМ)

в позднем восстановительном периоде

Возраст			8	9	10	И	12	13	14	15	16
АДС, мм рт. ст.	КГ	М	94,3	96,1	97,4	99,5	103,3	104,3	109,2	110,3	111,8
		Д	93,4	94,5	97,3	98,4	102,1	103,4	107,5	107,9	108,9
	СГМ	М	93,9	95,9	97,1	98,9	102,9	104,1	108,3	107,9	110
		Д	93,9	95,1	96,8	98,7	101,9	103,9	107,9	108	109
АДД, мм рт. ст.	КГ	М	58,9	59	60,8	61,7	64,3	64,8	65,9	67,1	70,1
		Д	57,9	59,1	60,6	61,5	64,4	65,4	66,7	68,1	69,5
	СГМ	М	58,1	58,9	60,5	62	64,9	64,5	66	67	68,5
		Д	57,6	59	60,2	61,7	64,1	65	62	67,5	70
ЧСС, уд / мин	КГ	М	88,2	88,4	86,2	85	81	81	82	81	79
		Д	88,3	88,5	87	85,1	84,3	84,3	84,3	83,1	81,1
	СГМ	М	88	88,5	86,4	84,9	84,2	81,3	84,3	83,5	81,1
		Д	88,4	88,6	86,9	87,3	85	81,3	82,5	84,9	78
Частота ды- хания, кол- во / мин	КГ	М	24	24,1	24,2	21	20	20	20,5	20	19
		Д	21	24,2	24,5	22	21	21	21	20,4	20
	СГМ	М	24,5	24,2	24,4	21,5	19,5	19,8	19,9	21	19
		Д	24,3	24,4	24,3	22	20,8	20,5	20,7	20,3	20,1
Температура тела, °С	КГ	М	36,1	36,3	36,5	36,3	36,5	36,5	36,4	36,6	36,6
		Д	36,2	36,3	36,4	36,3	36,4	36,5	36,4	36,6	36,6
	СГМ	М	36,3	36,3	36,5	36,5	36,4	36,3	36,5	36,4	36,6
		Д	36,2	36,4	36,4	36,3	36,5	36,4	36,5	36,5	36,6
T _c левого полушария, с	КГ	М	16,7	16,7	16,7	16,4	16,6	16,7	16,7	16,6	16,7
		Д	16,8	16,5	16,6	16,7	16,3	16,4	16,6	16,5	16,5
	СГМ	М	35,	34,9	35	34,9	35,1	35,4	34,9	35,4	35,9
		Д	35,1	35,1	34,8	35	35,3	35,1	35,2	35,7	35,6
T _c правого полушария, с	КГ	М	16,5	16,5	16,7	16,6	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7
		Д	16,8	16,6	16,5	16,6	16,4	16,5	16,6	16,6	16,5
	СГМ	М	34,8	34,1	34,4	34,8	34,2	34,6	34,5	34,8	34,6
		Д	34,7	34,2	34,3	34,5	34	34,5	34,7	34,9	34,8

Изучение показателей артериального давления, частоты сердечно-сосудистых сокращений, температуры тела, частоты дыхания не выявило отличий у детей контрольной группы и детей исследуемых групп. Отличительная особенность детей с легкой задержкой психического развития,

функциональными расстройствами речи и перенесших сотрясение головного мозга – замедление скорости мозговой гемодинамики.

Выбранные показатели являются интегральными характеристиками деятельности данной системы, они весьма информативны при изучении восстановительно-приспособительных механизмов организма. Измерение данных параметров не представляет технических трудностей.

2.2. Применяемые методы

Применение радионуклидных методов исследования мозгового кровообращения. Весьма существенно с точки зрения изучения расстройств мозгового кровообращения – изменение скорости кровотока. Действительно, скорость кровотока есть функция всей сложной системы циркуляции, она интегрирует работу этой системы и является важным подспорьем для учёта и современного выявления причин возможных нарушений [15, 17, 30, 54, 232].

Изучение мозгового кровотока также проводится с помощью ультразвука – доплероэхоцеребрографии.

Ряд авторов стремились использовать возможность исследования кровотока через дефект черепа или специально сделанное в черепе «окно». Однако этот метод, несмотря на возможность графической регистрации мозгового кровообращения, позволяет изучать лишь поверхностные сосуды на ограниченном участке. Поэтому метод совершенно не пригоден для изучения мозговой гемодинамики у детей.

Не нашел широкого применения способ определения мозгового кровотока с помощью углекислоты, закиси азота и многие другие либо неточные, либо очень сложные и небезопасные методы исследования церебральной гемодинамики [13, 163].

Ангиография, имеющая очень большое значение для определения характера острых нарушений мозгового кровообращения и локализации очага поражения, – очень сложна и не может применяться для обследования здоровых лиц [77, 104, 260].

Весьма перспективный метод параклинической диагностики сосудистых заболеваний головного мозга в настоящее время – реоэнцефалография. Однако в амбулаторных условиях реографический метод не дает объективной характеристики о таких важных параметрах мозгового кровооб-

ращения, как скорость кровотока и объем циркулирующей крови. В связи с этими недостатками в медицине велись интенсивные поиски новых методов, открывающих совершенно иные возможности. Таким методом явился метод радиоизотопной индикации.

В нейрохирургии метод радиоизотопной индикации был внедрен в 1947 г. для определения обширности поражения головного мозга.

На первых этапах эволюции радиоизотопной диагностики работы проводились в основном по применению и усовершенствованию методов наружной радиометрии и сканирования. В трудах ряда отечественных и зарубежных авторов отражена ценность этих методов в диагностике исследования головного мозга [175, 185, 233].

И лишь с использованием новых радиоактивных соединений и более современной аппаратуры открылась возможность применения методов радиоиндикации для исследования мозговой гемодинамики.

Особое внимание к использованию радиометрических методов изучения мозгового кровообращения в клинической практике объясняется тем, что эти методы позволяют без особого вреда для организма не только определить сторону поражения, но и уточнить характер процесса, выявить закономерность симптомов проявления заболевания и гемодинамических церебральных сдвигов. Бесспорное преимущество этих методик – возможность прямой оценки скорости мозгового кровотока, как во всей внутрисерпной сосудистой системе, так и в отдельных участках мозга. Поступающие при этом в кровь радиоактивные соединения не изменяют реактивности сосудистой системы и в индикаторных дозах абсолютно безвредны.

Впервые метод радиоизотопной индикации для исследования мозгового кровотока применили в 1962 г. Авторы предложили назвать используемый ими метод радиоциркулографией (РЦГ), подразумевая определение линейного кровотока по времени циркуляции радиоиндикатора в полушариях головного мозга.

Чуть более улучшенная методика РЦГ, позволяющая сравнивать локальный кровоток правого и левого полушарий, появилась в 1963 г. При этом радиоиндикатором служил альбумин человеческой сыворотки, меченый йодом-131.

Более рациональную модификацию радиоциркулографии применили в 1967 г. Два счетчика расположили симметрично в проекции левого и правого полушарий. В качестве радиоиндикатора использовали гиппуран,

меченый йодом-131, который вводился в локтевую вену в количестве 400 микроюри. Подобное расположение датчиков позволило авторам провести сравнительную характеристику мозгового кровотока в полушариях.

За прошедшие двадцать с лишним лет радиоизотопная методика нашла свое отражение в различных областях медицины и биологии. Было разработано и внедрено большое количество модификаций РЦГ-метода. Усовершенствование коснулось не только радиометрической аппаратуры (варьировалось число датчиков, совершенствовались коллиматоры, детектирующие устройства, улучшалась аппаратура, воспринимающая и регистрирующая информацию), но и радиофармпрепаратов (были разработаны радиоиндикаторы, меченые изотопами ксенон-133, криптон-79, технеций-99, йод-131). Создание гамма-камеры позволило проводить сканирование головного мозга, т. е. одновременную регистрацию гамма-излучения многих участков мозга. Различные изменения радиоактивности в разных участках дают представления не только об общем мозговом кровотоке, но и о кровообращении в отдельных его областях. В последнее время с помощью довольно сложных расчетов определяют интенсивность кровообращения отдельно в сером и белом веществе. Об интенсивности и скорости кровотока судят также по методу «клиренс», т.е. по скорости исчезновения гамма-излучения над разными участками мозга.

Радиоциркулографию широко используют в практике нейрохирургии. При этом в качестве радиоиндикатора применяется Xe^{133} [144].

Особенно большое значение приобретает изучение мозгового кровообращения для специалистов, работающих в различных областях. Для исследования мозговой гемодинамики применяют различную методику РЦГ, но, однако, наиболее распространенным является применение радиоизотопной индикации с ксеноном-133. Реже применяют изотоп криптона [8, 195].

Поскольку сосудистые заболевания головного мозга представляют собой наиболее частое проявление патологии центральной нервной системы, большое внимание привлекает к себе радиоциркулографическое исследование. РЦГ успешно применяется здесь из-за неустойчивости этого метода исследования для человека, возможности динамического наблюдения и, главное, из-за возможности обнаружить специфические для данного сосудистого страдания изменения. Запись радиоциркулограммы осуществляется при введении во время прохождения радиоактивного болюса через

мозговое русло, она не связана с накоплением и улавливанием изотопа в определенных частях мозга. В качестве радиоиндикатора при исследовании патологии мозговых сосудов применяется гиппуран, меченый йодом-131, вводимый в локтевую вену в дозах 3 микрокюри на 1 кг веса в 0,5 мл физиологического раствора. Датчики, как правило, устанавливаются в проекции левого и правого полушарий; исследование проводят в положении лежа. Этот метод успешно зарекомендовал себя при сосудистых заболеваниях: травмах головного мозга, сосудистых воспалительных заболеваниях головного мозга различной этиологии [15, 16, 117, 135, 211].

Наиболее информативна методика радиоциркулографии в тех случаях, когда картина сосудистого поражения не выражена или отсутствует вообще. Это положение находит свое подтверждение в работах И. П. Бойко и других, которые, используя радиоциркулографию, обнаружили изменение мозгового кровообращения у половины больных, не имевших клинических проявлений этой патологии. Обнаруженные нарушения авторы объясняют тем, что расстройства наступали в немых зонах, либо снижение кровотока было недостаточным для возникновения клинической симптоматики.

Е. Д. Дубовый [48] изучал изменение кровоснабжения головного мозга у больных сахарным диабетом радиоциркулографическим методом. Результаты работы продемонстрировали высокую чувствительность РЦГ-метода. Так, из 101 больного без клинической симптоматики патологии сосудов головного мозга нормальные показатели скорости внутричерепного кровообращения имелись лишь у 6 больных. У 73 больных кривые РЦГ указывали на замедление и у 22 – на ускорение мозгового кровотока.

Хорошо зарекомендовал себя РЦГ-метод при исследовании церебрального кровотока у больных с заболеваниями щитовидной железы. При таких исследованиях было выявлено изменение мозгового кровотока.

Таким образом, подводя итог анализу литературы по методам изучения внутричерепного кровообращения, необходимо подчеркнуть, что среди различных методов обследования сосудистой системы головного мозга наиболее приемлемым следует признать метод радиоциркулографии. Действительно, специфика детей с задержкой психического развития и учащихся, перенесших сотрясение головного мозга, делает невозможным применение ангиографического исследования. В то же время вопросы своевременной диагностики сосудистых расстройств головного мозга у школьников в ранние сроки после активизации умственных способностей,

требуют для своего решения методов более точных и информативных, нежели чем реография, термография. Поэтому наиболее адекватным в таких условиях является метод радиоциркулографии. Кроме того, метод РЦГ позволяет прямым образом измерить скорость мозгового кровотока, что особенно важно в свете применения методов математического моделирования состояния системы мозгового кровообращения после активизации умственной деятельности.

Исследования мозгового кровообращения производились на двухдатчиковом радиоциркулографе (рис. 5).



Рис. 5. Радиоциркулографическое исследование

Исследование мозгового кровотока на радиоциркулографе производилось следующим образом. Расположение датчиков зависело от положения школьника во время исследования: при положении «сидя» датчики устанавливались на затылочные доли. При положении учащегося «лежа на спине» датчики, как правило, устанавливались над лобной областью черепа.

Непосредственно перед исследованием внутривенно вводился радиоиндикатор. В подавляющем числе случаев мы использовали гиппуран, так как это позволяло введением одной порции радиоиндикатора произво-

дить исследование мозгового кровообращения. Кроме того, около 90 % гиппурана, меченного ^{133}I , удаляется из крови при однократном прохождении через почки. Это позволяет исключить явление рециркуляции индикатора по системе внутричерепной гемодинамики, что ведет к облегчению интерпретации получаемых результатов, а также позволяет проводить многократное исследование изучаемых систем.

На радиоциркулограммах, приведенных на рис. 6, четко видны различия мозговой гемодинамики между группами обследованных.

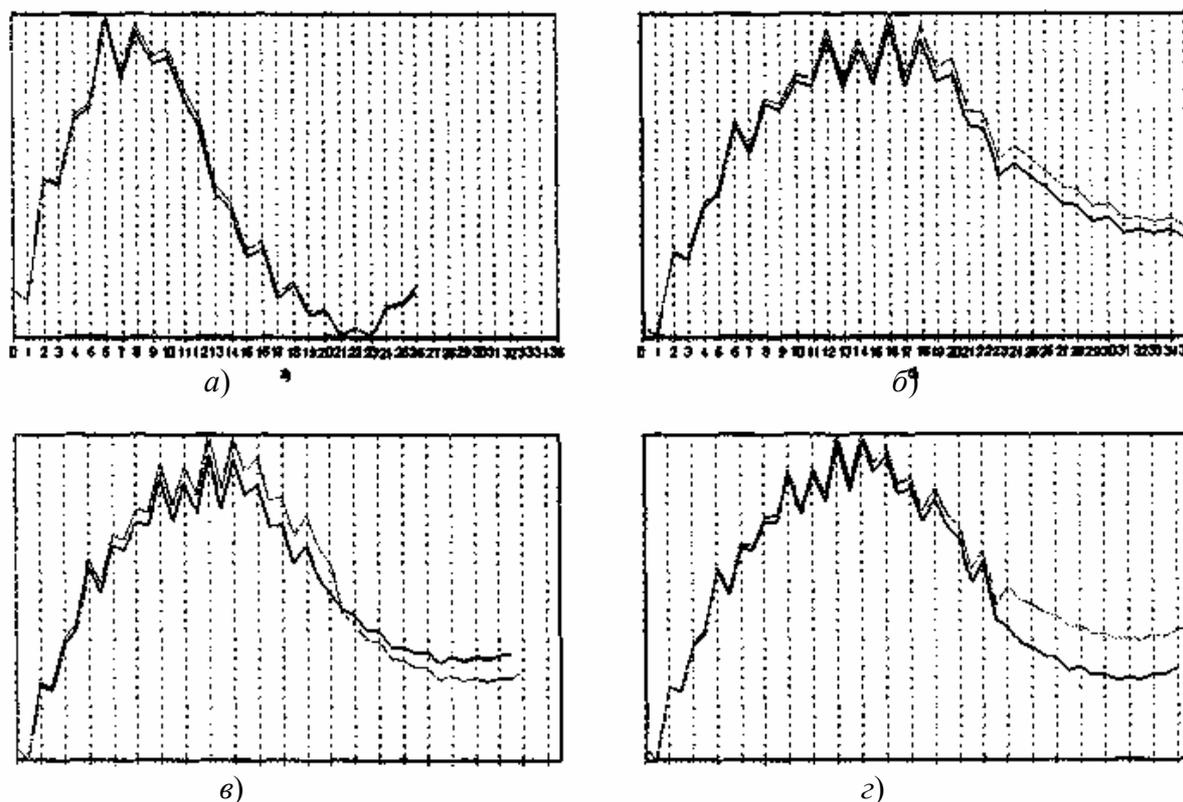


Рис. 6. Радиоциркулограммы (докоррекционный период) различных групп обследованных: а) – контрольная группа; б) – легкой степенью задержки психического развития; в) – функциональными расстройствами речи; г) – последствиями сотрясения головного мозга в позднем восстановительном периоде

Методика исследования мозгового кровообращения при воздействии физиологических нагрузок. Исследования проводились утром. Раствор никотиновой кислоты вводили внутримышечно из расчета 0,02 мл на 1 кг веса. Точно так же вводили раствор адреналина. Через 5 минут после инъекции физиологической нагрузки (никотиновой кислоты) проводили радиоангиоэнцефалографическое исследование на радиоциркулографе.

При радиоциркулографическом исследовании рассчитывался специальный показатель – T_c . По полученным радиохронографическим кривым вычисляли величину максимального отклонения кривой от линии фона А, а также отрезок от точки начала и подъема кривой над линией фона до точки ее спадания к линии фона В. Отношение величины В к величине А дает, согласно К. Zierler [259] среднее время циркуляции радиоиндикатора в сосудах головного мозга левого и правого полушарий (T_c), которое непосредственным образом характеризует скорость мозгового кровотока и является физически корректным и физиологически содержательным параметром.

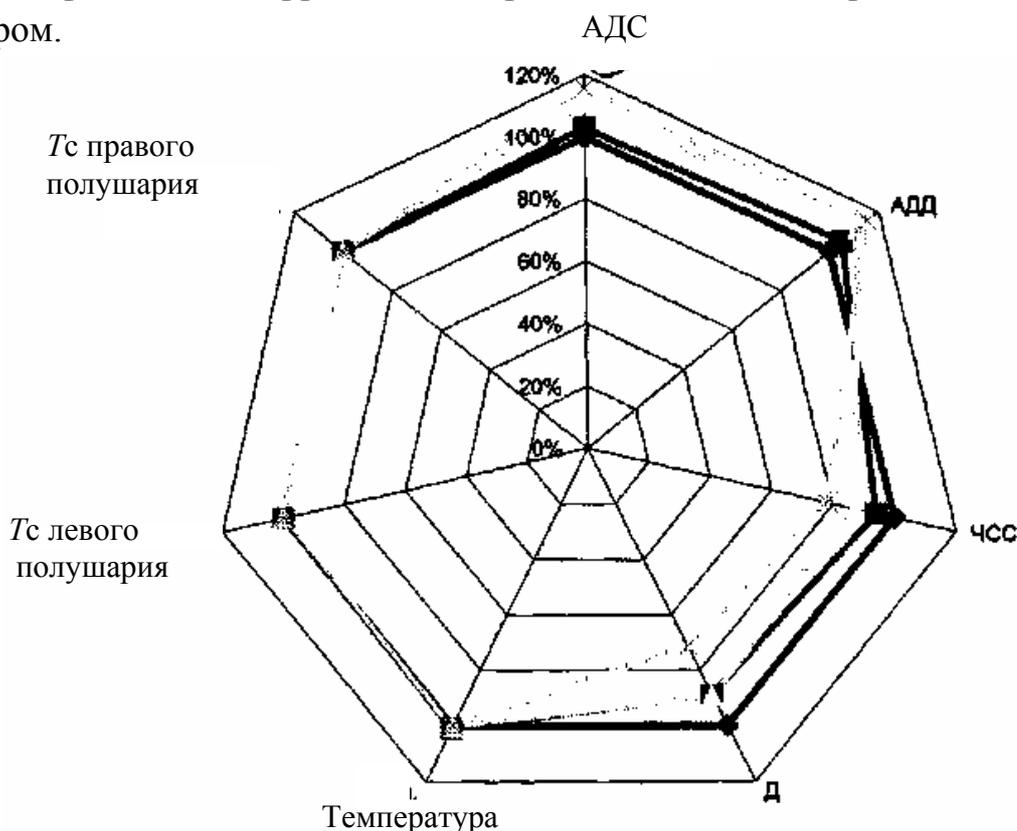


Рис. 7. Возрастной профиль физиологических показателей в норме:
 ◆ – 8 – 10 лет; ■ – 10 – 12 лет; — — — — — 12 – 14 лет; - - - - - 14 – 16 лет

Исследования функций мочевыделительной системы

Начало исследований функции почек при помощи радиоактивных веществ было положено Olser et al. (1952), которые предложили методику количественного определения в моче, собираемой через определенное количество времени (вводили внутривенно йод-131-диодраст). Ряд авторов [58, 94] предложили изучение функционального состояния почек по методу, аналогичному гепатографии. При помощи метода наружной регистра-

ции радиоактивности над областью почек в 1956 и в 1964 гг. Winter впервые получил у человека кривые отдельного поглощения и выделения почками радиофармпрепарата (йод-131-диодрат). Эти кривые были названы автором ренографией, а сам метод радиоизотопной ренографией.

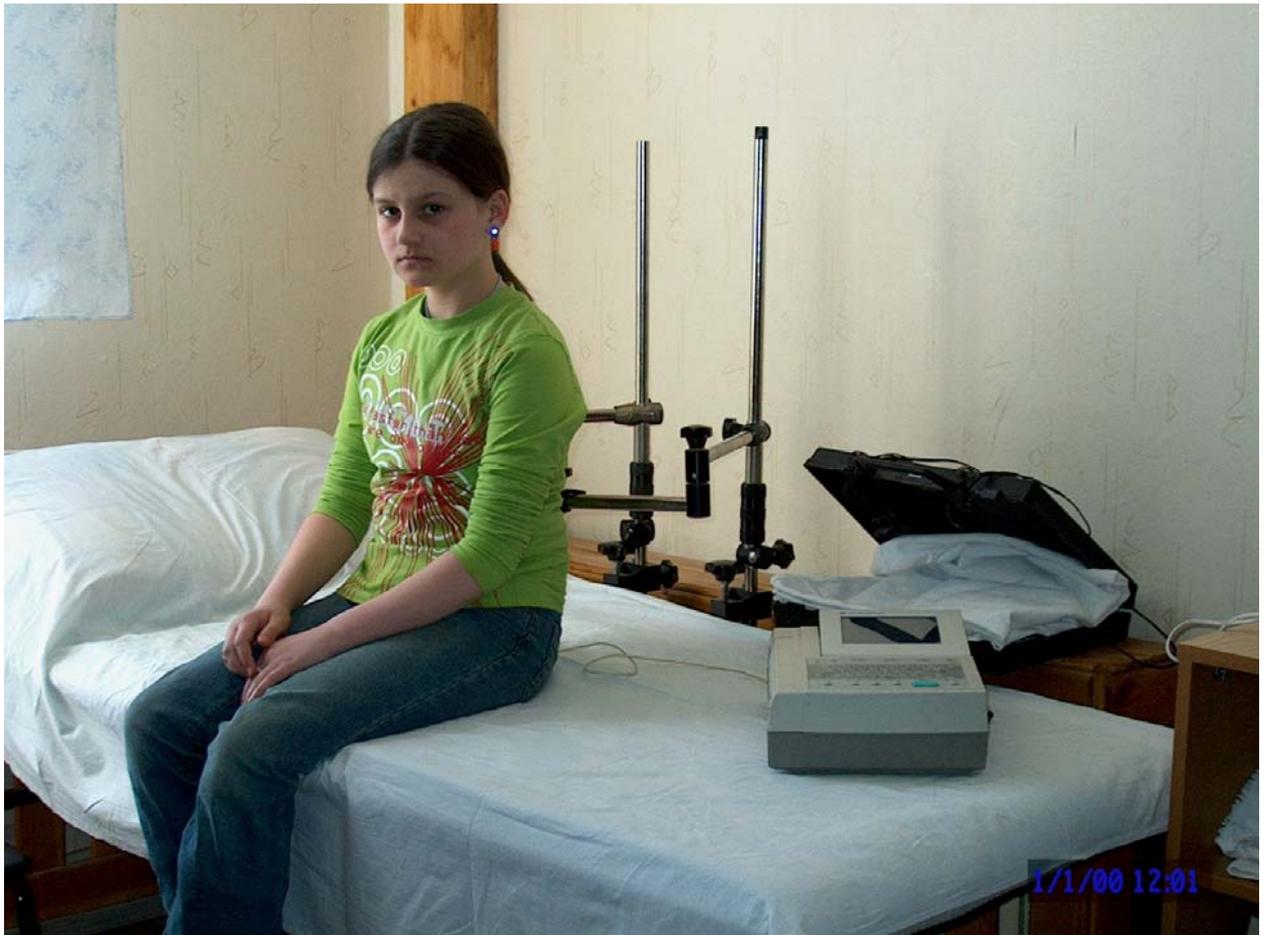
В 1960 г. предложили в качестве радиофармпрепарата использовать натриевую соль ортоiodгиппуровой кислоты (гиппуран), меченую йодом-131, что позволило в значительной степени упростить и ускорить методику исследования почек.

В результате первоначальных исследований был сделан вывод о значительной ценности метода для исследования состояния мочевыделительной системы.

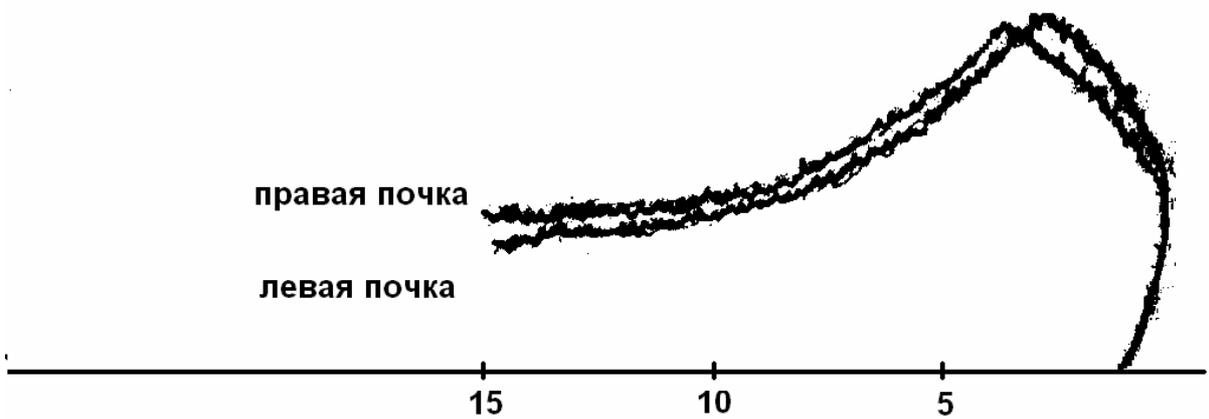
В последнее время разработано большое количество модификаций ренографического метода, основанных на использовании современной радиометрической аппаратуры и появлении новых радиофармпрепаратов. Метод ренографии широко и с большим успехом применяется в современной онкологической клинике как для изучения функции почек у больных до операции, так и в различные сроки после хирургического вмешательства. К настоящему времени для оценки ренограмм предложено более тридцати показателей, причем число их продолжает увеличиваться. Для анализа результатов ренографического исследования привлекается даже вычислительная техника (рис. 8).

Однако для целей математического моделирования функции почек необходимы всего несколько параметров, причем таких, которые, во-первых, наиболее полным образом характеризуют мочевыделительную систему, во-вторых, являются независимыми друг от друга, в-третьих, являются наблюдаемыми и легко определяемыми.

Состояние мочевыделительной системы не есть состояние нормального функционирования со смещенными равновесными значениями параметров. Другими словами, имеется несоответствие между теоретическими выводами и данными ренографии. Но, как было сказано выше, теоретический вывод о нормальности функционирования мочевыделительной системы у детей получен как следствие медленного процесса по сравнению со скоростью адаптационно-компенсаторных процессов в почках. Поэтому, если бы влияние заключалось только в изменении условий функционирования мочевыделительной системы, то вероятность расстройств с ее стороны была бы крайне малой.



a)



б)

Рис. 8. Исследования функции почек: а – радионуклидные исследования функции почек с помощью двухдатчикового ренографа; б – ренографические кривые в норме

Кроме того, причиной наблюдавшихся расстройств может являться снижение адаптационно-компенсаторных возможностей мочевыделительной системы, то есть снижение скорости адаптации этой системы у детей. Так же как и в случае исследования мозговой гемодинамики, измерения показателей функционирования почек проводились сначала в течение первых суток послекоррекционного периода и затем с интервалом примерно в 24 ч на вторые и третьи сутки; измерения проводились также на пятые, седьмые и четырнадцатые сутки посткоррекционного периода. По результатам измерений строились вариационные ряды, которые затем подвергались статистической обработке.

Таким образом, получается, что различные поправки в теоретических выводах не могут привести к сколь-либо значимым изменениям полученной картины. Очевидно, необходимо найти такой момент в математическом описании, который бы привел к принципиальному запрету на появление периодических колебаний параметров мочевыделительной системы.

До сих пор мы рассуждали о мочевыделительной системе как о физиологической, в отношении которой справедливо понятие собственного функционального состояния. Однако такой подход в известной мере предполагает автономность мочевыделительной системы, т. е. ее определенную независимость от состояния всего организма в целом. Ясно, что если предположение о некоторой независимости мочевыделительной системы и справедливо для здорового организма, то оно является неприемлемым при рассмотрении процессов, возникающих при воздействии на организм экстремальных факторов. В такой ситуации принципиально неверно предположение о независимости функционирования почек от всего организма. Известно (и эти сведения уже приводились выше), что почка является одним из основных органов гомеостаза, она является центром гуморальной регуляции функций организма. Следовательно, состояние мочевыделительной системы весьма жестким образом связано с состоянием всего организма. В самом деле, пусть мочевыделительная система находится в состоянии с определенным уровнем функционирования. Это состояние мочевыделительной системы обязательно отражается на состоянии всех остальных физиологических систем, вызывая в последних комплекс различных изменений. Поэтому каждому состоянию мочевыделительной системы будет соответствовать определенное состояние всего организма в целом. Математически такая взаимосвязь выразится в разрушении когерентности

различных состояний мочевыделительной системы в смеси функций, описывающих распределение вероятностей ее параметров. А, как известно из математической теории колебаний, разрушение когерентности (т. е. одинаковой частоты колебаний) приводит к тому, что в раннем послеоперационном периоде будут отсутствовать какие-либо статистически достоверные периодические изменения параметров уродинамики.

Для того чтобы определить весовые коэффициенты, с которыми частные распределения входят в суммарное, находят сдвиг равновесных значений уродинамических параметров.

Таковыми параметрами являются следующие:

$T_{\text{макс}}$ – время максимального накопления препарата почками,

$T_{1/2}$ – период полувыведения из почек.

Характерно, что большинство ученых пришло к убеждению о целесообразности при количественной оценке деятельности мочевыделительной системы опираться на эти параметры.

Процедура ренографии. Исследования с помощью ренографического метода проводились в положении «сидя» на специально сконструированном кресле с трехканальным радиометрическим прибором производства фирмы «ГАММА» – ВНР. При этом режим работы дискриминатора был дифференциально-симметричный, постоянная времени составляла 10 с, настройка осуществлялась на фотопик энергии излучения используемого радиоиндикатора. Регистрация информации производилась самопишущим устройством, скорость ленты составляла $3,3 \times 10 - 4$ м / с.

Датчики ренографа устанавливались на поясничную область в соответствии с проекциями почек.

В качестве радиоиндикатора в проводимой работе применялся гиппурат, меченый изотопом йода-131. Длительность исследования составляла 15 – 30 мин, доза радиоиндикатора выбиралась равной 0,6 – 0,8 МБк.

Оценка данных ренограммы производилась с помощью расчета следующих показателей:

$T_{\text{макс}}$ – время максимального накопления препарата каждой почкой,

$T_{1/2}$ – время полувыведения препарата из правой и левой почек (от начала исследования).

Выбор данных показателей объясняется тем, что значения $T_{\text{макс}}$ и $T_{1/2}$ наиболее полным образом характеризуют секреторно-эксcretорную функцию почек, являющуюся одной из важнейших характеристик.

Методика изучения отдельного капиллярного кровотока. Для оценки состояния кровотока в микрососудах все большее применение находит методика лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ), которая позволяет оценить состояние кровотока на капиллярном уровне. Использование ЛДФ для оценки и мониторинга состояния микроциркуляции значительно расширилось как в экспериментальных, так и в клинических условиях. Проблема микроциркуляции, направленная на разработку фундаментальных закономерностей крово- и лимфотока в микрососудах, на сегодняшний день привлекает внимание исследователей – медиков, биологов и врачей различных специальностей.

Как показали многочисленные экспериментальные и клинические исследования, фундаментальной особенностью микроциркуляции является ее постоянная изменчивость как во времени, так и в пространстве, что проявляется в спонтанных флуктуациях тканевого кровотока. Именно поэтому наблюдается относительно невысокая воспроизводимость результатов ЛДФ, которая порой необоснованно рассматривается как недостаток данного метода. Между тем, высокая временная изменчивость микроциркуляции и связанная с ней колеблемость кровотока по сути своей есть объективная характеристика уровня жизнедеятельности тканей, информацию о состоянии которой еще не научились точно интерпретировать.

Ритмическая характеристика колебательных процессов в системе микроциркуляции имеет важную диагностическую значимость; так потеря или, напротив, появление в доплерограмме и в ее спектральной характеристике тех или иных частот напрямую связано с определенными симптомами расстройства периферического кровотока и нарушения трофики в тканях.

В современных ЛДФ-аппаратах оптически зондируемый объем ткани (по крайней мере для длины волны света 0,63 мкм) не превышает 1 мм³. Как показывают расчеты, в коже в области пальцев кисти в этом объеме ткани одновременно присутствует порядка $3,5 \times 10^4$ эритроцитов, движущихся по 200 микрососудам: примерно 20 артериол, 110 капилляров, 40 посткапиллярных венул и 30 венул. В других участках кожи, а также в слизистых оболочках могут быть иные анатомические отношения между микрососудами.

Работа выполнена нами на отечественном лазерном доплеровском флоуметре (лазерном анализаторе капиллярного кровотока) ЛАКК-01.

Прибор предназначен для неинвазивного измерения движения крови в капиллярах и диагностики состояния микроциркуляции в тканях и органах при различных патологических процессах. В приборе используется излучение гелий-неонового лазера в красном и инфракрасном диапазонах, позволяющее проникать в поверхностные слои тканей на глубину 3 мм.

Аппарат обеспечивает определение показателя капиллярного кровотока в диапазоне скоростей от 0,03 до 6 мм / с. В аппарате ЛДФ осуществляется ввод регистрируемой информации в компьютер для ее последующей обработки. Помимо расчета статистических характеристик потока эритроцитов в тканях, осуществляемого в режиме мониторинга, аппарат ЛАКК-01 дает возможность с помощью специальных программ анализировать ритмические изменения этого потока (рис. 9).



Рис. 9. Изучение отдельного капиллярного кровотока с помощью ЛАКК-01

Активный механизм модуляции тканевого кровотока обусловлен вазомоторной активностью, которая, в свою очередь, зависит от миогенной активности вазомоторов. Как правило, эти колебания, синхронизированные с пульсовой волной, формируются за счет пропульсивного движения крови в систолу [65, 191, 206].

Поэтому детальный анализ изменений в ритмическом спектре ЛДФ-граммы – важный этап диагностической стратегии и оценки различных микроциркуляторных нарушений и их патофизиологического течения.

Благодаря нашим работам разрабатывается концепция о разделении кровотока на артериокапиллярный кровоток и капилляровенулярный кровоток. Для изучения микроциркуляции применялся прибор ЛАКК-01, описанный выше. Кроме того, был разработан новый диагностический метод обработки ЛДФ-граммы. Предложенная модель основана на выделении двух видов кровотока: артериокапиллярного и капилляровенулярного, каждому из которых соответствует свой диапазон значений показателя микроциркуляции. Обработанная ЛДФ-грамма позволяет оценить скорость каждого из видов кровотока.

Капиллярное русло в значительной мере функционирует в унисон с органом. Функционирование микрососудов целесообразно и подчинено основной задаче – поддержанию необходимого уровня обмена в тканях. Такие обменные процессы происходят в основном в капиллярах, с чем связан тот факт, что стенка капилляра представлена слоем толщиной в одну клетку и скорость крови в них по сравнению с остальными микрососудами наименьшая. В результате прохождения крови по капиллярам она отдает питательные вещества, O_2 , минеральные элементы и получает продукты распада. По капилляровенулярному оттоку кровь оттекает от капилляров.

В связи с анатомофизиологическими особенностями микроциркуляции обследованные обладают разными адаптационными возможностями как обменных процессов в капиллярах, так и в обоих рассматриваемых видах кровотока.

Получение, обработка и автоматизированный анализ физиологической информации человека – важнейшая составная часть многих диагностических методов современной медицины. Компьютерные системы сбора и математической обработки сигналов являются сложными аппаратно-программными комплексами, состоящими из множества программных компонент, выполняющих функции регистрации биомедицинской информации (БМИ), ее обработки и анализа, а также диагностические и сервисные операции.

Основным подходом к проектированию подобных комплексных систем служит программа архитектуры с заранее определенной функциональностью, обеспечиваемой жестко связанными друг с другом программными

компонентами. Функциональные свойства подобных систем практически невозможно было расширить, так как они способны выполнять лишь те функции, которые заложены на этапе проектирования. Однако современные требования, предъявляемые к данным системам, в значительной мере связаны с возможностями постоянного расширения и наращивания их функциональных свойств. Важная проблема – универсализация биомедицинского программного обеспечения, под которой, прежде всего, понимается проблема повторного использования кода и преодоление имеющихся препятствий на пути интеграции разнородных компьютерных биомедицинских систем.

В последнее время большое внимание в медицине уделяется исследованию капиллярного кровотока. На мировом рынке аппараты для исследования микроциркуляционного русла разрабатывают многие фирмы, связанные с выпуском биомедицинской аппаратуры (НПО «Лазма», Россия; Biopac Systems, Inc, США; Perimed, Швеция). Каждый такой аппарат сопровождается своим программным комплексом, в основные задачи которого входят регистрация, передача, хранение и отображение сигналов. Но каждая система персонифицирована, т. е. невозможна регистрация сигнала одним комплексом и обработка того же самого сигнала другим программным продуктом. Из всего этого следует, что для более удобного использования аппаратов исследования капиллярного кровотока, основанных на методе лазерной доплеровской флоуметрии, необходимо создание единой системы регистрации, передачи, хранения и обработки информации.

Ввиду того, что система должна регистрировать и хранить сигналы, полученные от различных аппаратов, исследующих микроциркуляционное русло, основной идеей при разработке данной системы стала концепция применения компонентной модели построения программного обеспечения, при которой вся программная система разбивается на ряд функционально законченных компонент, причем каждый такой компонент удовлетворяет определенным соглашениям. Это дает возможность обеспечить априорную совместимость компонент, т.е. такую совместимость, при которой им не обязательно знать друг о друге что-то, кроме того, что указано в соответствующем соглашении.

Под компонентом понимается некоторый законченный бинарный модуль, содержащий один или большее количество объектов. Отдельные компоненты – независимые исполняемые единицы, разработанные с ис-

пользованием различных инструментальных средств. Взаимодействие и управление независимыми компонентами обеспечивается на самом общем уровне средствами программной платформы, т.е. программным обеспечением операционной системы. При этом сам компонент выступает отдельным элементом программной архитектуры системы, т. к. является в общем случае неделимым на более мелкие части (монолитным).

Так называемое промежуточное обеспечение, или связующее программное обеспечение, решает задачи поддержки объектно-ориентированной компонентной системы, а также организации взаимодействия внутри нее. Промежуточное программное обеспечение выполняет посреднические функции для приложений, обеспечивая связующий интерфейс между приложением и сетью, клиентской и серверной частью, а также возможность прозрачной работы приложений в неоднородной среде.

Использование промежуточного программного обеспечения позволяет разработать систему, которая имеет возможность включить в работу компоненты, необходимые для работы с тем или иным аппаратом, регистрирующим сигнал. А также ввиду того, что для обработки сигналов различные специалисты в области медицины и биоинженерии используют различные методы обследования, которые постоянно совершенствуются, использование связующего программного обеспечения играет неоценимую роль. В настоящее время разработаны компоненты, выполняющие обработку сигналов методами преобразования Фурье, фильтров Батерворта, вейвлет-анализа и математической статистики.

В процессе проектирования системы был разработан метод, который позволяет качественно оценить распределение скоростей движения эритроцитов по капиллярам, что даёт исследователю возможность определить состояние микроциркуляционного русла отдельно по артериолярной и веноулярной составляющим.

Пусть N – общее число отсчётов сигнала $x(t)$, полученного в результате ЛДФ-обследования, M – количество отсчетов входа в сигнал значения x_i . Тогда для дискретной величины показателя микроциркуляции

$$(ПМ) P\{ПМ = x_i\} = \frac{M}{N} = p_i, \text{ и функция распределения } F_{ПМ}(x) = \sum_{x_i < x} p_i,$$

исходя из зависимости показателя микроциркуляции от скорости движения микрообъекта в модельных экспериментах. Получаем функцию скорости

движения эритроцитов $F_v(\text{ПМ}|_{\text{ПМ}=-0,3448v^2+9,928v-1,7}) = \sum_{\text{ПМ}_i < \text{ПМ}} p_i$. Значе-

ния этой функции соответствуют условному количеству эритроцитов, движущихся с данной скоростью (рис. 10).

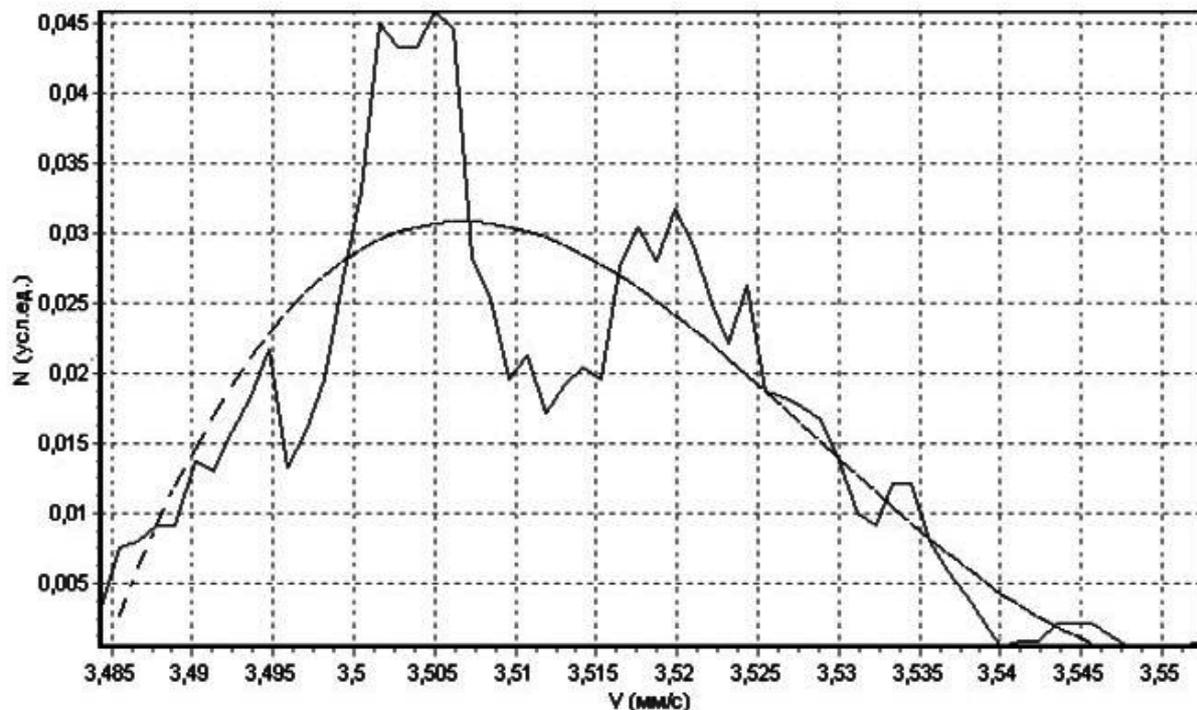


Рис. 10. Пример лазерной капилляроскопии

В силу разнородности аппаратов, исследующих микроциркуляционное русло с помощью метода лазерной доплеровской флоуметрии, большой научно-практический интерес представляет разработка распределенной компонент-ориентированной системы регистрации, передачи, хранения и отображения сигналов.

Такая распределенная система должна быть организована по принципу промежуточного программного обеспечения.

В результате разработки системы предложены новые методы обработки сигналов.

Метод электрической стимуляции для улучшения памяти. Мозг способен запоминать надолго информацию, представленную только один раз. В этом механизме однократного обучения главная роль принадлежит миндалевидному комплексу – образованию мозга, которое обеспечивает включение в механизм памяти эмоции. Обычно обучение производится

при повторении информации, но можно «заставить» мозг обучиться один раз при активации миндалевидного комплекса. Миндалевидный комплекс – центральная структура лимбической системы, где информации не только придается эмоциональное окрашивание, но и включаются механизмы, обеспечивающие хорошее последующее воспроизведение информации, уже связанной с эмоциями. При однократном предъявлении эмоциогенной информации миндалевидный комплекс создает условия для лучшего считывания и воспроизведения следа памяти. При многократном обучении, когда биологическая значимость информации выявляется только при повторении, «роковая» значимость этой системы для обучения уменьшается и подобные реакции формируются даже при удалении миндалевидного комплекса. Активация эмоциогенной регуляторной системы памяти в момент обучения может обеспечить хорошее воспроизведение информации в течение длительного времени.

Сегодня можно сказать с уверенностью, что в экспериментальных условиях на животных можно ускорить обучение в 5 – 10 раз. Резкое ускорение обучения у животных, вплоть до однократного обучения, когда след памяти прочно фиксируется в мозге и хорошо воспроизводится, получено при стимуляции эмоциогенных зон мозга. Эти опыты показали, что в мозге есть механизмы, позволяющие резко ускорить обучение. Такой эффект мы наблюдаем в эксперименте при электрической стимуляции структур мозга, включенных в эмоциогенную регуляторную систему «миндалевидный комплекс – центральное серое вещество». Необходимо сравнить, как работают структуры мозга в естественных, пусть напряженных, но встречающихся в природе условиях, и при искусственном ускорении обучения.

Было сопоставлено, как формируется след памяти в разных структурах мозга: во-первых, при длительном обучении с хорошим результатом; во-вторых, при слабом кратковременном обучении, но при ускорении обучения в 5 – 10 раз на фоне стимуляции миндалевидного комплекса или центрального серого вещества и, в-третьих, при слабом обучении без положительного результата, но когда этот слабый подпороговый след в дальнейшем извлекали той же эмоциогенной стимуляцией. И оказалось, что во всех случаях в мозге появлялась одна и та же картина распределения условных потенциалов, т.е. включались одни и те же механизмы, усиливающие память, что эти механизмы имеются в мозге и включаются через эмоциогенные регуляторные системы мозга.

В настоящее время существует описание механизмов, посредством которых реализуется эмоциогенная регуляция памяти. При попадании в мозг эмоционально окрашенной информации возникающая активация центрального серого вещества (начальный компонент системы, участвующей в модуляции аффективного поведения) способствует включению всей эмоциогенной регуляторной системы, что создает условия для временной господствующей рефлекторной системы – доминанты, которая и определяет активность нервных центров в данный момент. Создается более «рельефная» пространственно-временная организация структур, участвующих в регуляции памяти, за счет усиления формирования доминантного очага. После активации структур эмоциогенной регуляторной системы, селекции, обеспечения избирательного внимания на эмоционально значимых стимулах и регистрации биологически значимой информации в миндалевидном комплексе усиление доминанты сопровождается развитием про- и ретроактивного торможения. Уменьшение ретроактивным торможением предыдущих следовых процессов и проактивным торможением следующего за эмоциогенной информацией нового сенсорного потока приводит к усилению доминанты, а это может определить длительное сохранение низкого порога считывания, что облегчает его последующее воспроизведение.

Длительное сохранение следов в структурах эмоциональной регуляторной системы в надпороговом состоянии создает условия, благоприятные для последующего воспроизведения. След эмоциональной памяти не стирается. В дальнейшем возникающие эмоции активируют эти следы, способствуют их считыванию в эмоциогенных структурах, что влечет за собой воспроизведение созданной ранее и связанной со следами в эмоциогенных структурах целостной программы ответной реакции организма.

Конечно, применять электрическую стимуляцию глубоких структур мозга для улучшения памяти у человека нельзя. Полученные результаты свидетельствуют, что в мозге имеются механизмы, усиливающие процессы памяти. Сейчас нужно искать пути воздействия на эти механизмы, и в первую очередь, через нейрохимические системы мозга [79 – 89, 96 – 98].

2.3. Динамика возбуждения и торможения в нейронах коры мозга и таламуса при действии афферентных раздражений

Общепринято считать, что взаимодействие процессов возбуждения и торможения на нейронном и системном уровнях лежит в основе регуля-

торных, координационных и интегративных механизмов центральной нервной системы. Данные, подтверждающие это положение, получены в многочисленных исследованиях механизмов рефлекторной деятельности спинного, продолговатого и среднего мозга.

При изучении физиологии коры головного мозга методом условных рефлексов показано, что в основе деятельности коры больших полушарий лежит взаимодействие в ней возбуждения и торможения, причем процесс торможения участвует в этом взаимодействии как один из основных нервных процессов. Установлено, что такие важные в условно-рефлекторной деятельности явления, как иррадиация и концентрация возбуждения, положительная и отрицательная индукция, дифференцирование раздражений, осуществляются при обязательном участии возбуждения и торможения. По этому поводу И.П. Павлов писал: «В непрерывном уравнивании организма с внешним миром принимают участие оба процесса: как раздражительный, так и тормозной». При изучении условных рефлексов получено огромное количество данных, подтверждающих положение о важнейшем значении взаимодействия возбуждения и торможения в процессах, обеспечивающих условно-рефлекторную деятельность коры головного мозга.

Однако решение вопроса о конкретной роли возбуждения и торможения в формировании условных рефлексов, их угасании, дифференцировке раздражений и других явлений, связанных с условно-рефлекторной деятельностью, значительно затруднялось отсутствием данных о возбудительных и тормозных реакциях нейронов коры мозга на условные и безусловные раздражения.

Нами разработан и предложен комплексный метод воздействия на активизацию умственной деятельности детей с помощью терапевтического аппарата «ТРАНСАИР-01» (рис. 11) и витамина РР (никотиновая кислота).

Активизация умственной деятельности проводилась следующим образом. Electroды накладывались в области лобных долей (рис. 12). Непосредственно перед проведением стимуляции исследуемому назначалась никотиновая кислота в дозе 0,01 мг. Стимуляция головного мозга проводилась при силе тока 3 мА в течение 10 – 15 мин.

Разрешено применение «ТРАНСАИР-01» в медицинской практике Министерством здравоохранения Российской Федерации согласно регистрационному удостоверению № 29/03020397/1493-01 от 19 янв. 2001 г.



Рис. 11. Транскраниальный импульсный биполярный стимулятор «ТРАНСАИР-01»



Рис. 12. Транскраниальная электростимуляция головного мозга

«ТРАНСАИР-01» двухпрограммный. Модель рассчитана на практикующих врачей и амбулаторное применение, очень удобна при оказании выездной медицинской помощи.

«ТРАНСАИР-01» работает от сети, имеет два режима работы и голосовой (речевой) интерфейс, необходимый набор сервисных функций. Аппарат гарантирует бесперебойную работу в течение всего дня. В схему аппарата включена улучшенная электронная система защиты пациента от «нештатных» ситуаций. Виды тока: импульсный биполярный, импульсный монополярный. Величина тока до 3 мА. Питание от сети 220 В, 50 Гц. Габариты: 200×111×64 мм. Масса 0,5 кг.

Особенностью электростимуляционного воздействия, проводимого с помощью аппарата «ТРАНСАИР-01», является то, что стимуляция во всех случаях осуществляется электрическим сигналом в виде прямоугольных импульсов тока высокой частоты и длительности. Фиксировано также положение электродов: один из них располагается в области лба, другой – на коже за ушами.

Рассматриваемое воздействие может быть описательно обозначено как «чрезкожная транскраниальная стимуляция антиноцептивной системы мозгового ствола», или сокращенно «транскраниальная электростимуляция ТЭС». При этом доказано, что ток используемых характеристик проникает через кожу головы, мягкие ткани головы и череп и действует в конечном итоге на определенные антиноцептивные структуры головного мозга.

Через 10 – 15 минут после начала стимуляции происходит усиление выделения опиоидных пептидов (бета-эндорфина) и повышение их концентрации в несколько раз в мозге, спинномозговой жидкости и крови. Установлено также, что в развитии эффектов ТЭС помимо опиоидного, взаимосвязанно участвуют также серотонинэргический и холинэргический биохимические нейротрансмитерные механизмы.

В работе рассматривается несколько иной, нежели описанный в литературе, подход, имеющий свои отличительные признаки по сравнению с ранее приведенными исследованиями.

Во-первых, он основан на широком поиске оптимального режима ТЭС, при котором результаты воздействия определялись по клиническим изменениям работоспособности памяти, функциональным расстройствам речи.

Во-вторых, мы считаем, что с помощью стимуляции нам удавалось активизировать приспособленные механизмы организма, направленные на

регуляцию процессов торможения и возбуждения, т. е. приведения организма ребенка к оптимальному режиму жизнедеятельности в условиях задержки психического развития.

В-третьих, проведение радиоциркулографических исследований в комплексе с никотиновой кислотой и адреналином позволило более адекватно назначать ТЭС.

В-четвертых, разработан комплекс стимуляции головного мозга с витамином РР (никотиновая кислота), который, усиливая скорость мозгового кровотока, улучшает питание мозга и, в свою очередь, приводит к активизации умственной деятельности.

Метод математической обработки. В общем виде проблема математического прогнозирования может быть сформулирована следующим образом: по значениям параметров физиологической системы (или систем) в данный момент времени найти значения этих параметров, т. е. определить состояние данной системы в любой последующий момент времени. И здесь возможны два альтернативных пути решения.

Можно исходить из того, что в принципе существует точная функция зависимости любого физиологического параметра от времени, и искать эту функцию с помощью некоторого математического аппарата (например с помощью аппарата дифференциальных уравнений). Очевидно, что на сегодняшний день отсутствуют технические возможности измерения всех параметров организма и контроля за всеми факторами, воздействующими на него. Это приводит к неопределенности в знании функции зависимости изучаемого параметра от времени и, следовательно, предсказываемые результаты будут иметь вероятностный характер. Другими словами, полученные значения параметров будут подчиняться распределению вероятности с некоторой плотностью. Однако при этом в принципиальном плане допускается, что если будут подавлены все факторы, влияющие на статистический разброс, т. е. будет ликвидирована неопределенность в начальных условиях и будут полностью контролироваться факторы, воздействующие на физиологическую систему, то результаты предсказания станут однозначными. Это допущение отражено в используемом математическом формализме. Действительно, плотность распределения вероятности значений данного параметра есть положительно определенная интегрируемая функция. Её нестрогим пределом будет, как известно, дельта – функция

Дирака, описывающая в этом случае распределение значений параметра с нулевой дисперсией, т. е. отсутствием статистического разброса.

Но можно исходить, из того, что не существует в принципе точной функции зависимости параметров физиологической системы от времени, и искать такую функцию, которая давала бы только вероятности и средние значения параметров системы в заданный момент времени. При таком допущении всегда будет присутствовать статистический разброс предсказываемых результатов, а, значит, дисперсия распределения значений исследуемого параметра всегда будет отлична от нуля.

Какой же из двух путей решения проблемы математического прогнозирования более адекватен сущности описываемых явлений? Для заданного вопроса характерно, что на него нельзя окончательно ответить ни на основе анализа имеющегося материала наблюдений и опытов, ни, тем более, на основе чисто умозрительных заключений. Единственный способ ответа на этот вопрос – последовательная реализация каждого из альтернативных путей и сравнение получаемых в их рамках результатов с реальными данными.

В настоящей работе будет применен второй из указанных подходов, а именно: принципиально вероятностный.

Утверждение о невозможности случая нулевой дисперсии предсказываемых значений физиологического параметра нельзя реализовать в классе интегрируемых функций, поскольку этот класс содержит дельта-функцию, по смыслу описывающую случай нулевой дисперсии. Однако, дельта-функция не является уже даже квадратично интегрируемой. Поэтому проще данное утверждение реализовать в рамках класса всех квадратично интегрируемых функций. При этом смысл плотности вероятности будут иметь не сами функции класса L_2 (как это было в классе интегрируемых функций), а их квадрат модуля.

Согласно основной идее принципиально вероятностного описания физиологической системы определенная функция класса L_2 , зависящая как от параметра, так и от времени, полностью описывает состояние системы в данный момент. Действительно, квадрат модуля указанной функции дает распределение вероятности значений параметра в данный момент времени, а это и есть наиболее полное описание в рамках принципиально вероятностного подхода. Но тогда указанная функция должна полностью определять и функцию, описывающую состояние физиологической системы в последующий момент времени. Другими словами, производная по

времени от функции, описывающей состояние системы, должна определяться действием некоторого оператора на эту же функцию. Таким образом, проблема прогнозирования сводится к нахождению вида этого оператора.

Очевидно, что данный оператор не может содержать производных по времени. Он может содержать лишь интеграл по некоторому периоду или время как параметр. В стационарном случае он вообще не может зависеть от времени явно. Тогда из принципа причинности сразу вытекает, что функции, описывающие стационарное состояние физиологической системы, должны быть собственными функциями обсуждаемого оператора.

Хорошо известно, что в нормальном состоянии значения параметров многих физиологических систем распределены примерно по закону Гаусса. С другой стороны, функция, описывающая нормальное состояние физиологической системы, является одной из собственных функций обсуждаемого оператора. Это обстоятельство позволяет восстановить вид данного оператора. В описываемом случае он оказывается суммой двух членов, первый из которых есть квадрат оператора скорости изменения параметра, а второй – пропорционален квадрату параметра. Выражение для среднего значения обсуждаемого оператора совпадает по форме с уравнением для средней фазовой траектории гармонического осциллятора. Отсюда определяется смысл обсуждаемого оператора в общем случае: это есть операторное представление уравнения фазовой траектории линейной консервативной системы, а его собственные значения есть возможные значения константы фазовой траектории.

Формулы математической статистики:

1. Среднее значение ряда $\langle x \rangle = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$ (N – объем ряда).
2. Дисперсия ряда $\sigma^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \langle x \rangle)^2$.
3. Среднеквадратическое отклонение $\sigma = \sqrt{\sigma^2}$.
4. Ошибка среднего значения $m = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$.
5. Ошибка среднеквадратического отклонения $m_\sigma = \frac{\sigma}{\sqrt{2N}}$.
6. Вариация $v = \frac{\sigma}{\langle x \rangle} 100\%$.

7. Коэффициент асимметрии $A = \frac{1}{\sigma^3 N} \sum_{i=1}^N (x_i - \langle x \rangle)^3$.

8. Ошибка коэффициента асимметрии $m_A = \sqrt{\frac{6}{N+3}}$.

9. Коэффициент эксцесса $E = \frac{1}{\sigma^4 N} \sum_{i=1}^N (x_i - \langle x \rangle)^4 - 3$.

10. Ошибка коэффициента эксцесса $m_E = \sqrt{\frac{24}{N+5}}$.

11. Критерий Стьюдента $t = \frac{\langle x \rangle - \langle y \rangle}{\sigma_{x-y}}$,

где $\sigma_{x-y} = \left[\frac{N_x \sigma_x^2 + N_y \sigma_y^2}{N_x + N_y - 2} \cdot \frac{N_x + N_y}{N_x N_y} \right]^{1/2}$; здесь N_x и N_y – объемы 1-го и 2-го

рядов соответственно.

12. Корреляция $\rho = \frac{\text{cov}(x, y)}{\sigma_x \sigma_y}$, где $\text{cov}(x, y) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N [x_i - \langle x \rangle][y_i - \langle y \rangle]$;

здесь $N = \min(N_x, N_y)$ – наименьший из объемов 1-го и 2-го рядов.

13. Непараметрический критерий Уилкоксона $W = \frac{N_x(N+1) - 2T_x}{N_x N_y (N+1)}$,

где T_x – сумма рангов 1-го ряда;

14. Непараметрический критерий Колмогорова $\lambda^2 = D^2 \frac{N_x + N_y}{N_x N_y}$, где

$D = \max(z_i(x) - z_i(y))$ ($i = 1, 2, \dots, N$); здесь $z_i(x)$, $z_i(y)$ – накопленные частности 1-го и 2-го рядов соответственно.

Глава 3

ОЦЕНКА НАПРЯЖЕНИЯ МЕХАНИЗМОВ РЕГУЛЯЦИИ МОЗГОВОЙ ГЕМОДИНАМИКИ, МОЧЕВЫДЕЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ, РАЗДЕЛЬНОГО КАПИЛЛЯРНОГО КРОВОТОКА У УЧАЩИХСЯ С ЗАДЕРЖКОЙ ПСИХИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ, ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ РАССТРОЙСТВАМИ РЕЧИ И ПОСЛЕДСТВИЯМИ СОТРЯСЕНИЯ ГОЛОВНОГО МОЗГА ДО КОРРЕКЦИИ

3.1. Исследование мозгового кровотока в докоррекционном периоде

Рассмотрим распределения вероятностей результатов радионуклидного обследования мозговой гемодинамики в группе практически здоровых лиц. Эти распределения в графическом виде представлены на рис. 14.

Как видно из рис. 13, распределение значений T_c в контрольной группе близко к распределению Гаусса со средним значением $T_{c\text{ прав}} = 16,7$ с, $T_{c\text{ лев}} = 16,5$ с и средним квадратичным отклонением $S_{\text{прав}} = 1,63$ с, $S_{\text{лев}} = 1,64$ с (критерий согласия Пирсона «хи-квадрат» меньше критического значения для 5 % -ного уровня значимости). На основании этого можно сказать, что механизмы регуляции мозговой гемодинамики вблизи состояния нормального функционирования действуют симметрично: они одинаково действуют при различных по физиологическому направлению отклонениях скорости мозгового кровообращения. Следовательно, действие механизмов регуляции мозговой гемодинамики можно описывать с помощью модели квантомеханического маятника. Это означает, что предполагается наличие зависимости между величиной отклонения скорости мозгового кровотока от «установочной точки» и величиной реакции регуляторных механизмов. При этом получается, что нормальному (т. е. наименьшему из возможных) уровню функционирования системы мозгового кровообращения отвечает гауссово распределение значений T_c со средним уровнем, совпадающим с «установочной точкой». Более высоким, чем нормальный, уровням функ-

ционирования отвечают многомодальные распределения значений T_c , т. е. этим состояниям соответствуют другие максимальные вероятности скорости кровотока.

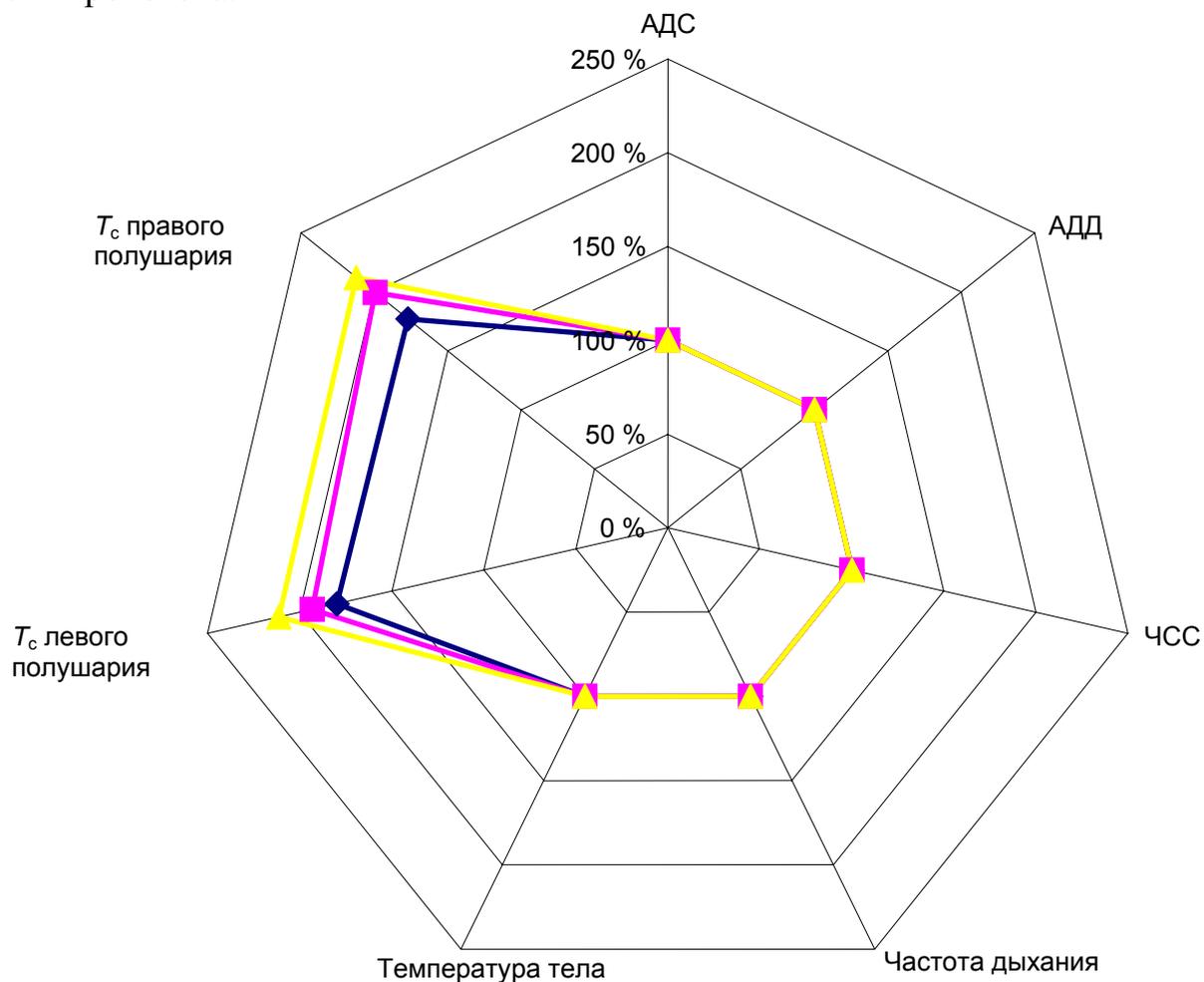


Рис. 13. Сравнение скорости мозговой гемодинамики между обследуемыми группами в докоррекционный период: ◆ – легкая степень; ■ – функциональные расстройства речи; △ – последствия сотрясения головного мозга

Теперь перейдем к описанию состояния мозговой гемодинамики у детей с задержкой психического развития, функциональными расстройствами речи и, перенесших сотрясение головного мозга.

Известно, что задержка психического развития, функциональные расстройства речи и остаточные явления в головном мозгу приводят к перестройке организма в целом, нарушению функционирования отдельных органов и систем. У детей с задержкой психического развития легкой степени снижаются компенсаторные возможности сердечно-сосудистой сис-

темы, происходят психоневрологические изменения. Имеют место отклонения в деятельности некоторых органов, в частности печени, почек, поджелудочной железы и селезенки (рис. 14).

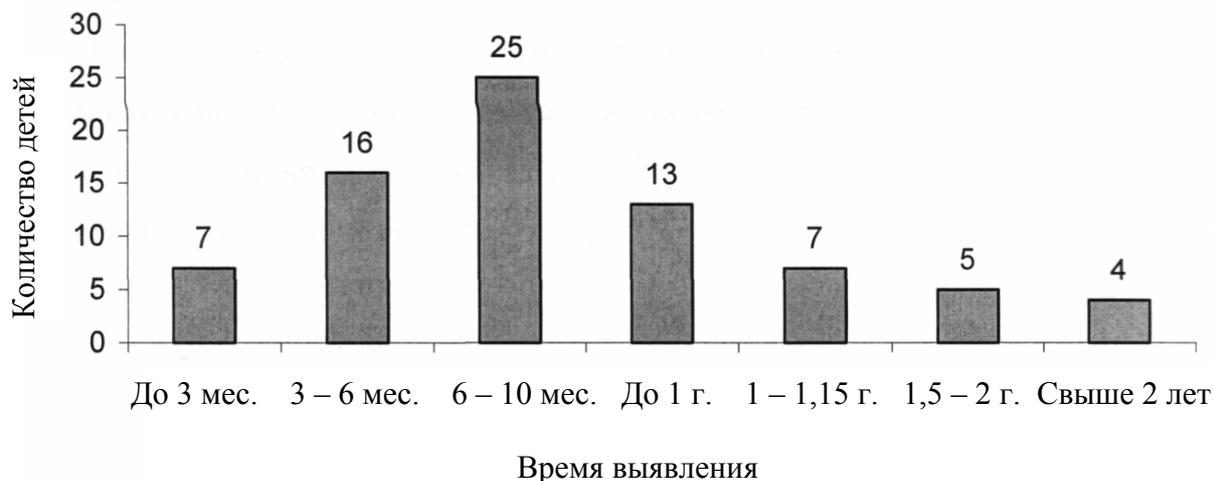


Рис. 14. Время выявления задержки психического развития легкой степени

У детей с функциональными расстройствами речи имеются те же изменения, но более выраженные.

У детей с остаточными явлениями сотрясения головного мозга могут происходить изменения в деятельности сердечно-сосудистой системы, желудочно-кишечного тракта и, возможно, в других системах организма.

В общем можно сказать, что снижение умственной деятельности, функциональные расстройства речи и остаточные явления в головном мозгу закономерно могут привести к изменениям в деятельности остальных органов и систем, направленных на поддержание постоянства внутренней среды организма. Безусловно, этот компенсаторный по своему характеру процесс не может не задеть мозговую гемодинамику: обязательно будет иметь место сдвиг равновесных значений её параметров.

Следовательно, математически влияние задержки психического развития можно выразить в виде медленного движения установочной точки механизмов регуляции в сторону компенсации нарастающих изменений со стороны мозговой деятельности.

Согласно используемой нами модели маятника, движение установочной точки может привести к переходу системы от уровня нормального функционирования к более высокому уровню, соответствующему напряжению регуляторных механизмов. Короче говоря, движение установочной точки может вызвать стрессорную реакцию, которая, в свою очередь, мо-

жет привести к тому или иному расстройству деятельности физиологической системы. Необходимо отметить, что при вычислении соответствующей вероятности возникновения стрессорной реакции решающую роль играет отношение скорости движения установочной точки регуляторных механизмов к скорости их адаптации. Вполне очевидно, что скорость движения установочной точки должна примерно совпадать со скоростью развития (роста) задержки психического развития. Конечно, весьма трудно оценить эту скорость прямым образом. Однако это можно сделать косвенно, а именно: по проявлению признаков задержки психического развития. Такая, в общем-то, грубая оценка позволяет определить порядок величины V_m^{-1} (V_m – скорость развития задержки психического развития). Здесь уместно отметить, что в предлагаемом описании влияния задержки психического развития на состояние физиологической системы предполагается равномерность развития этого процесса.

Оценим время задержки психического развития $t_m \sim V_m^{-1}$. У обследованных детей с задержкой психического развития легкой степени стадия процесса подтверждена психоневрологическими данными.

Как видно из рис. 14, для данного контингента детей величина t_m в среднем может быть оценена в 9 мес.

Функциональные расстройства речи также подтверждены анамнестическими и психоневрологическими данными. Обработка этих данных показала, что время подтверждения функциональных расстройств речи у детей на момент обследования составляет не менее 10 месяцев (рис. 15).

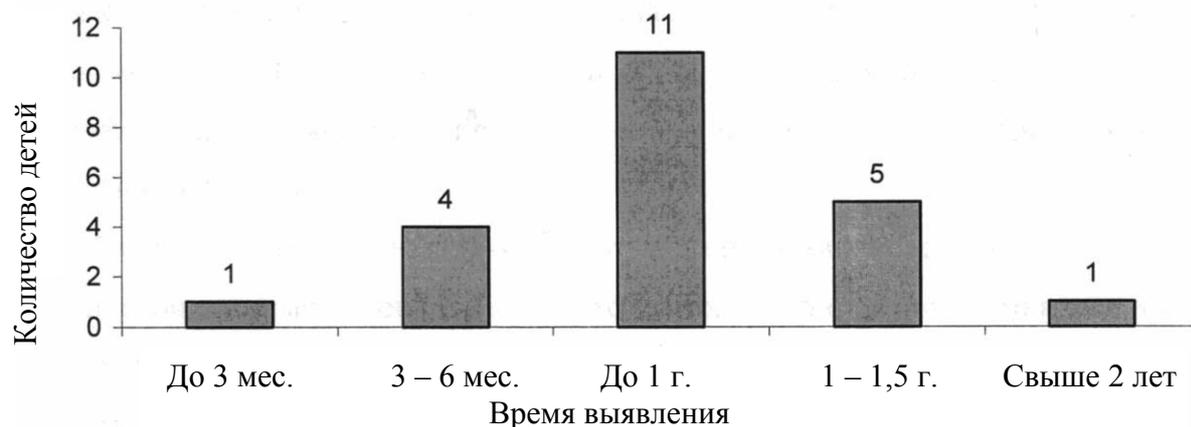


Рис. 15. Время выявления функциональных расстройств речи

Последствиями сотрясения головного мозга в позднем восстановительном периоде была подтверждена анамнестическими и психоневроло-

гическими данными. Статистическая обработка данных анамнеза у детей этой группы дала следующие результаты: величина t_m в данном случае в среднем равна 1,5 мес. (рис. 16).

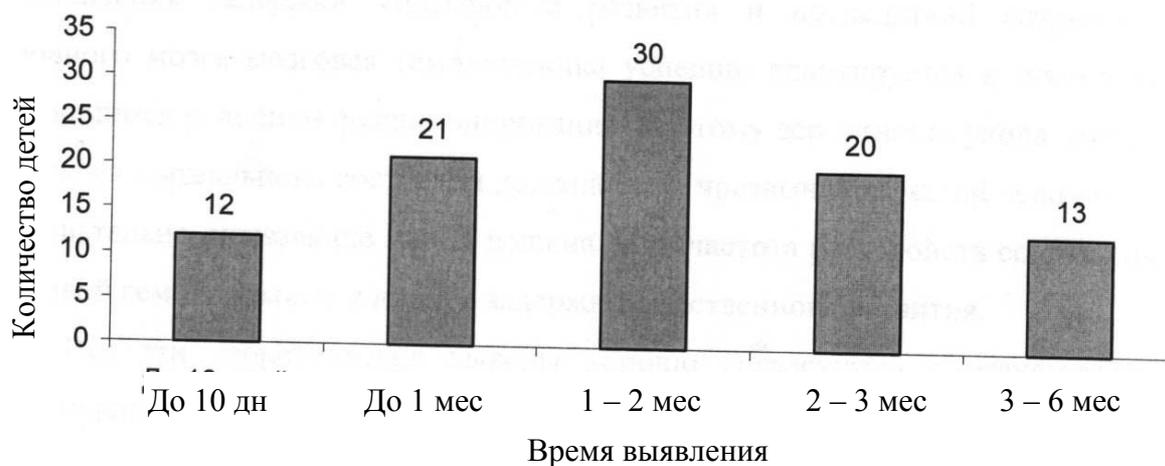


Рис. 16. Время выявления последствий сотрясения головного мозга у детей в позднем восстановительном периоде

Суммируя результаты оценки периода времени от начала до установления задержки психического развития, можно сказать, что эта величина не меньше 6 мес. Необходимо отметить, что полученная оценка дает лишь нижнюю границу искомой величины, поэтому реально данный период может быть гораздо большим.

Что же касается периода $t_a \sim V_a^{-1}$ адапционно-компенсаторных процессов в сосудистой системе головного мозга, то необходимо отметить, что адекватно определить эту величину можно лишь в эксперименте. Но поскольку в конкретные задачи нашей работы не входило экспериментальное изучение динамики показателя данной системы при воздействии на нее стрессорных факторов, то для оценки величины t_a мы воспользовались данными литературы.

Из экспериментов по изучению постреанимационной динамики мозгового кровотока у ряда авторов следует, что период адапционно-компенсаторных процессов в этой системе по порядку величин составляет 5 – 10 суток.

Таким образом, получаем, что величина t_a больше величины T_c не менее чем в 6 раз. Это означает, что у детей изучаемая физиологическая система находится в состоянии нормального функционирования со смещенными равновесными значениями своего параметра. Другими словами,

вследствие установления задержки психического развития и последствий сотрясения головного мозга мозговая гемодинамика успешно адаптируется к постоянно меняющимся условиям функционирования. Поэтому вероятность ухода данных систем из нормального состояния должна быть чрезвычайно малой величиной; следовательно, исчезающе малой должна быть частота расстройств со стороны мозговой гемодинамики у детей с задержкой психического развития.

Все эти теоретические выводы хорошо согласуются с результатами радионуклидного обследования мозговой гемодинамики у всех трех групп до проведения коррекции умственной деятельности.

Значения T_c , определенные радиоциркулографическим методом, представлены в табл. 5 – 7. Как видно из них, имеет место сдвиг равновесного значения среднего времени циркуляции радиоиндикатора в сосудистой системе головного мозга, т. е. скорость мозгового кровообращения у детей с задержкой психического развития достоверно замедлена по сравнению с контрольной группой. Причем скорость кровотока одинаково замедлена как в правом, так и в левом полушариях, поэтому факт замедления церебрального кровотока у обследованных действительно может быть расценен как проявление системного влияния задержки психического развития на мозговую гемодинамику. На рис. 17 – 20 даны гистограммы значений.

Из рис. 17 – 20 видно, что распределение значений T_c близко к распределению Гаусса точно так же, как и распределение значений T_c в контрольной группе. Кроме того, дисперсии этих распределений весьма близки к дисперсиям, полученным в контрольной группе. Все это убедительно свидетельствует о справедливости теоретических выводов: система внутривенного кровообращения у всех трех обследованных групп находится в состоянии нормального функционирования, но с замедленной скоростью кровотока.

Утверждение о нормальности состояния мозговой гемодинамики у детей с легкой и средней степенями задержки психического развития, функциональными расстройствами речи и последствиями сотрясений головного мозга подтверждено также результатами комплексного радионуклидного и психоневрологического обследований. Так, результаты объективного обследования всех детей показывают, ни у кого из них не было выявлено органических изменений со стороны центральной нервной системы. Не было выявлено также никаких локальных изменений или нарушений регионарного кровообращения

Таблица 5

Результаты радиоциркулографии в группе детей с легкой степенью задержки психического развития

Группа обследованных	Значение Tc ± м		Среднеквадратичное отклонение		Асимметрия	
	Справа	Слева	Справа	Слева	Справа	Слева
Контрольная	16,51±0,16	16,74±0,16	1,63	1,64	0,0	±0,1
С легкой степенью задержки психического развития	29,21±0,23	29,71±0,22	5,67	5,68	0,0	-0,2

Таблица 6

Результат радиоциркулографии в группе детей с функциональными расстройствами речи

Группа обследованных	Значение Tc ± м		Среднеквадратичное отклонение		Асимметрия	
	Справа	Слева	Справа	Слева	Справа	Слева
Контрольная	16,51±0,16	16,74±0,16	1,63	1,64	0,0	±0,1
С функциональными расстройствами речи	31,86±0,18	32,95±0,18	6,73	6,72	+0,1	+0,1

Таблица 7

Результат радиоциркулографии в группе детей с последствиями сотрясения головного мозга

Группа обследованных	Значение Tc ± м		Среднеквадратичное отклонение		Асимметрия	
	Справа	Слева	Справа	Слева	Справа	Слева
Контрольная	16,51±0,16	16,74±0,16	1,63	1,64	0,0	±0,1
С сотрясением головного мозга	34,85±0,23	35,33±0,20	6,65	6,67	-0,1	0,0

Интенсивность кровотока, отн. ед.

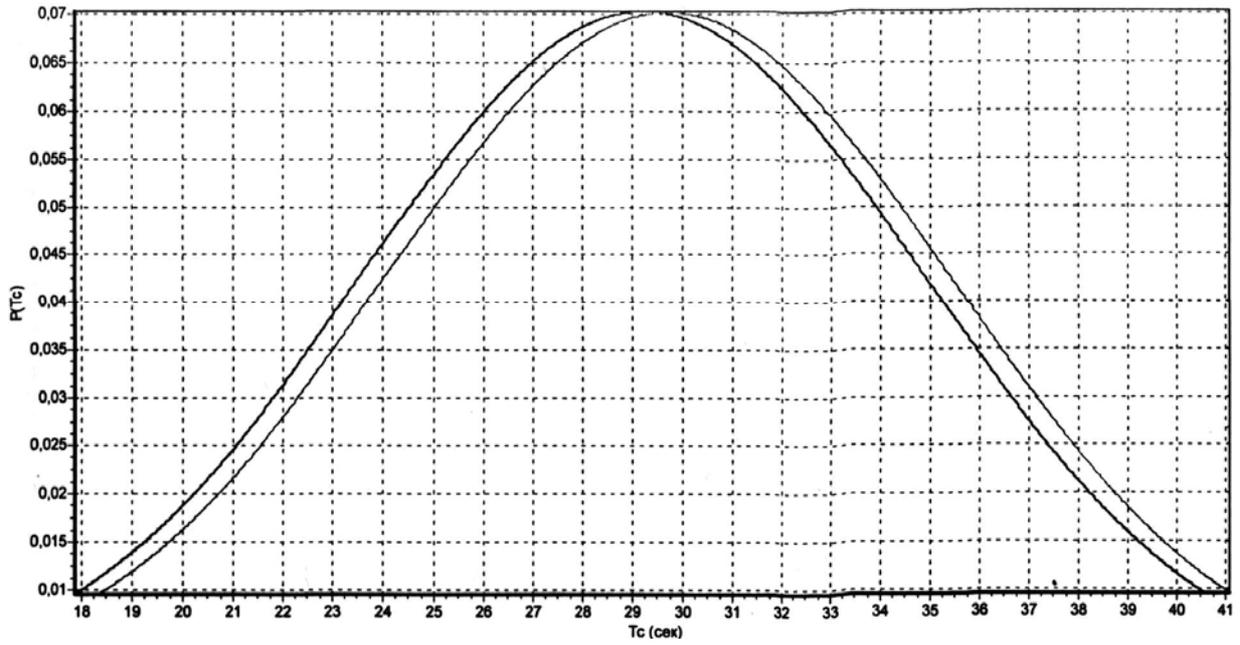


Рис. 17. Распределение значений параметра T_c у детей с задержкой психического развития легкой степени: черный – значение параметра T_c справа; серый – значение параметра T_c слева

Интенсивность кровотока, отн. ед.

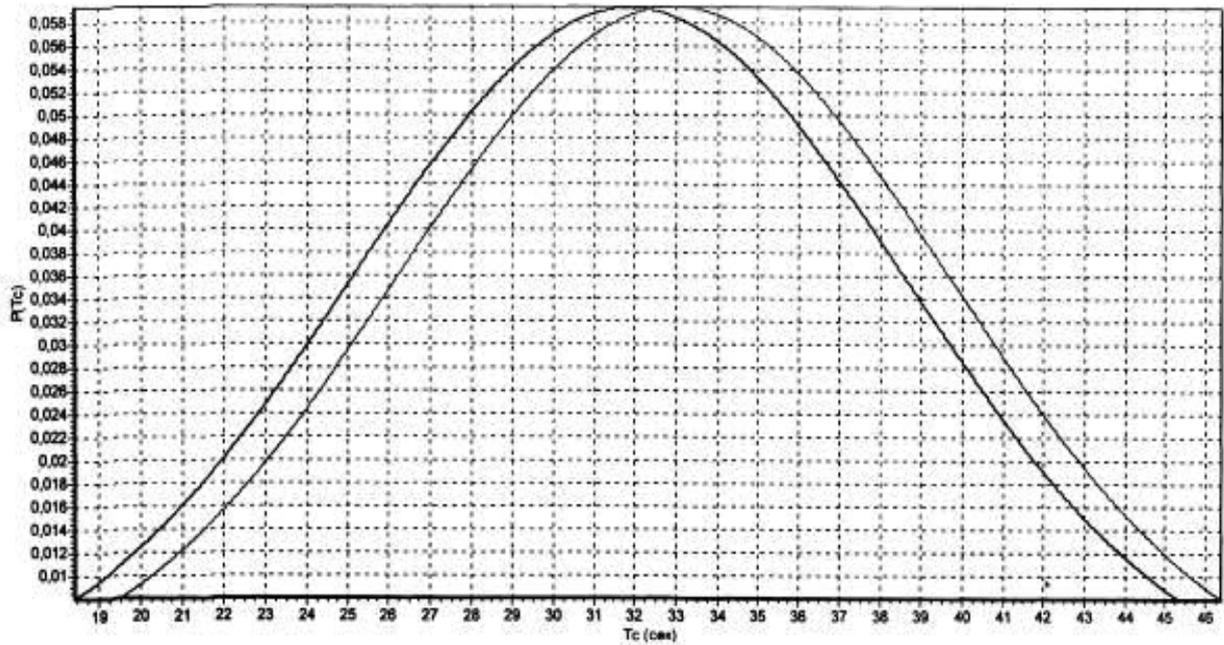


Рис. 18. Распределение значений параметра T_c у детей с расстройствами речи: черный – значение параметра T_c справа; серый – значение параметра T_c слева

Интенсивность кровотока, отн. ед.

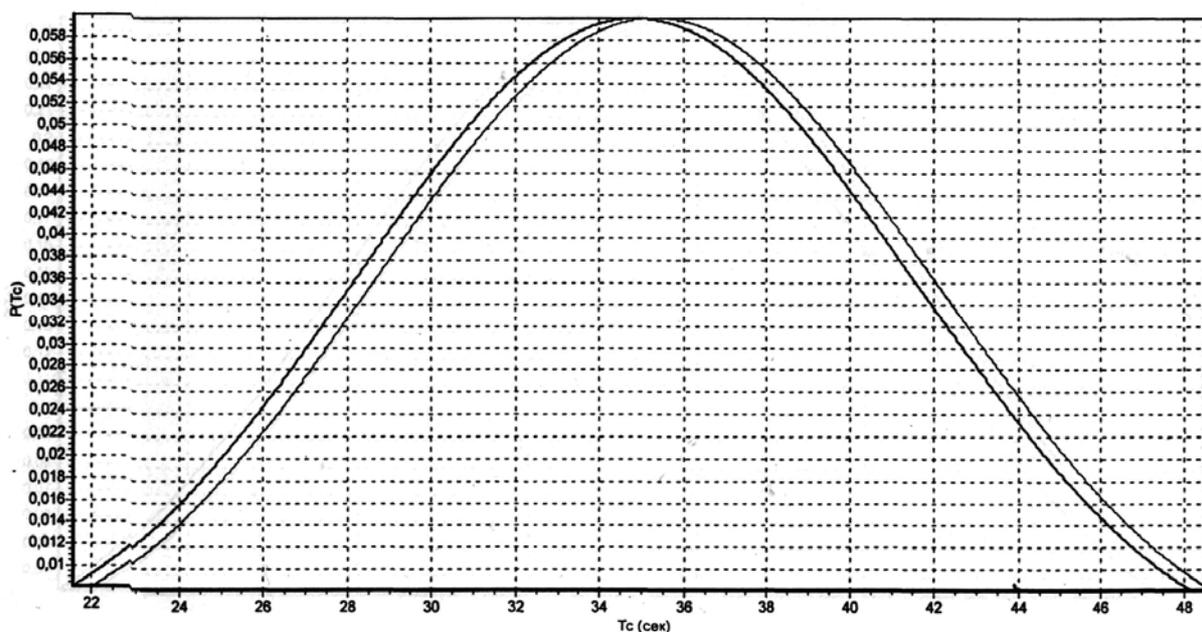


Рис. 19. Распределение значений параметра T_c у детей с последствиями сотрясения головного мозга: черный – значение параметра T_c справа; серый – значение параметра T_c слева

Интенсивность кровотока, отн. ед.

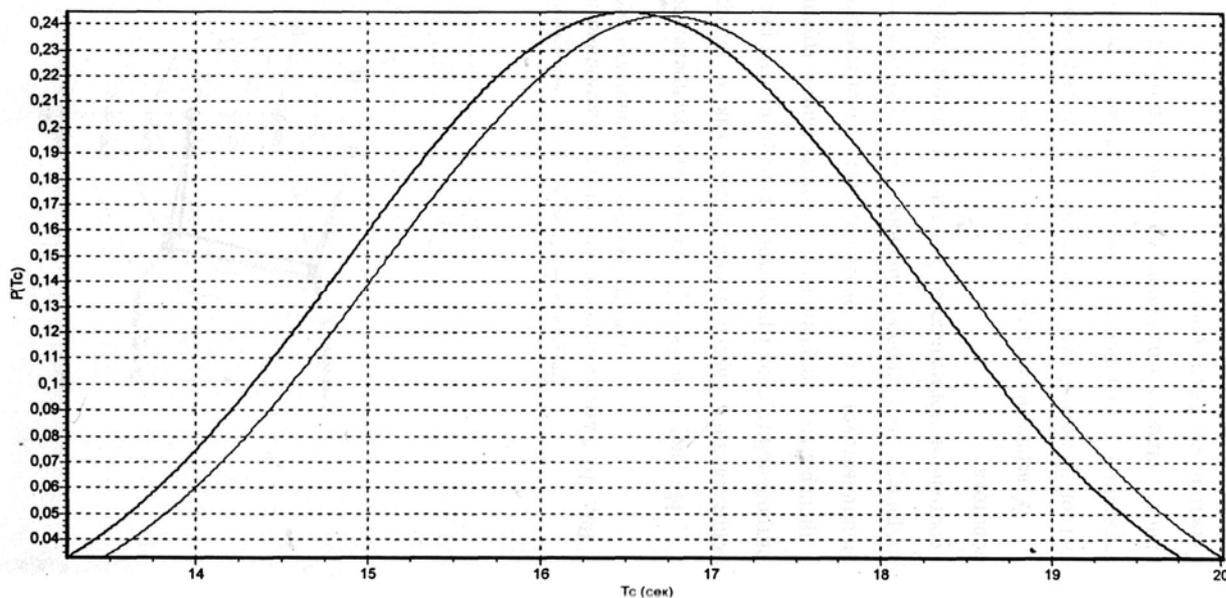


Рис. 20. Распределение значений параметра T_c у детей контрольной группы: черный – значение параметра T_c справа; серый – значение параметра T_c слева

Приведем несколько примеров исследования мозгового кровотока у конкретных детей с задержкой психического развития, функциональными расстройствами речи и последствиями сотрясения головного мозга.

Девочка В-ва М., 9 лет. Физически здорова, с легкой степенью задержки психического развития. У нее выявлены неспособность ориентироваться в окружающей среде и сосредоточивать внимание, нарушены все виды памяти, бедный словарный запас, недостаточна развита самооценка, вялость, апатичность. Физиологические параметры: систолическое давление – 95,5 мм рт. ст.; диастолическое – 59 мм. рт. ст.; частота сердечных сокращений – 88; дыхания – 24; температура тела – 36,4 °С; скорость мозгового кровотока левого полушария – 29; правого полушария – 28,8 мм/с. Из примера видно, что по сравнению с детьми контрольной группы имеет место замедление скорости мозговой гемодинамики (в норме: левое полушарие – 16,5; правое – 16,7).

Мальчик И-н А., 14 лет. Физически здоров, с функциональными расстройствами речи. У него выявлены скудность словарного запаса, плохое ориентирование в сложной ситуации, низменные эмоции, примитивизм суждений, низкий уровень логических процессов, недостаточное развитие всех видов памяти, нарушение внимания. Физиологические параметры: систолическое давление – 108 мм рт. ст., диастолическое – 66 мм рт. ст., частота сердечных сокращений – 84; дыхания – 22; температура тела – 36,5 °С; скорость мозгового кровотока левого полушария – 32; правого – 32,5 мм/с. Из примера видно, что по сравнению с детьми контрольной группы имеет место замедление скорости мозговой гемодинамики (в норме: левое полушарие – 16,5; правое – 16,7).

Девочка Щ-ва К., 11 лет. Физически здорова, с последствиями сотрясения головного мозга в позднем восстановительном периоде. Сотрясение головного мозга произошло три года назад. У нее выявлены: заторможенность, сонливость, раздражительность, плаксивость, ухудшение всех видов памяти. Физиологические параметры: систолическое давление – 98,7 мм рт. ст.; диастолическое – 61,7 мм рт. ст.; частота сердечных сокращений – 87, дыхания – 21, температура тела – 36,3 °С; скорость мозгового кровотока левого полушария 35; правого – 34,5 мм/с. Из примера видно, что по сравнению с детьми контрольной группы имеет место замедление скорости мозговой гемодинамики (в норме: левое полушарие – 16,5; правое – 16,7).

Полученные результаты и их практическое подтверждение позволяют решить важную проблему. Как указывалось в гл. 1, проблеме изучения расстройств мозгового кровообращения у детей с задержкой психического

развития, функциональными расстройствами речи и последствиями сотрясения головного мозга посвящено малое число работ. Трудно сказать, чем обусловлено данное обстоятельство. В самом деле, задача диагностики нарушений со стороны мозговой гемодинамики весьма сложна, как отмечают А. Р. Шахнович и другие [154], примерно у половины больных, имеющих сосудистую патологию головного мозга, не отмечается клинических проявлений этого нарушения, и лишь тщательное изучение радиоциркулографических кривых позволяет его обнаружить. Специфика задержки психического развития зачастую приводит к изменению психоневрологического состояния, которое может быть расценено как проявление расстройства со стороны мозгового кровообращения. По данным клинического обследования более 80 % детей с легкой степенью задержки психического развития жаловались на плохую память: забывчивость, замедленность запоминания, быстроту забывания, неточность воспроизведения, неумение целенаправленно заучивать и припоминать.

Более чем у 90 % детей с функциональными расстройствами речи наблюдались забывчивость, быстрое угасание обретенных условных связей, замедленность запоминания, неточность воспроизведения, опосредованность запоминания.

У детей с последствиями сотрясения головного мозга наблюдались забывчивость, неумение точного воспроизведения задания, замедленность запоминания, снижение смысловой памяти.

Теперь же можно вполне утвердительно сказать о том, что вероятность сосудистой патологии головного мозга в изучаемых группах детей крайне велика вследствие задержки психического развития по сравнению со скоростью адаптационно-компенсаторных процессов в системе мозгового кровообращения.

В табл. 8 даны результаты измерения показателей состояния вегетативной нервной системы у детей контрольной группы и у детей с задержкой психического развития, функциональными расстройствами речи и последствиями сотрясения головного мозга.

Подведем итог рассмотрению оценки напряжения механизмов регуляции мозговой гемодинамики у детей с задержкой психического развития, функциональными расстройствами речи и последствиями сотрясения головного мозга в позднем восстановительном периоде.

Параметры вегетативной нервной системы в обследованных группах

Параметр	Группы обследованных детей			
	кон- трольная	С легкой степе- нью задержки психического развития	с функциональ- ными расстрой- ствами речи	с сотрясением голов- ного мозга в позднем восстановительном периоде
Частота сердечных сокращений, количество/мин	70±10	65±5	80±10	80±10
Частота дыхания в покое, количест- во/мин	18±4	18±5	17±8	19±5
Артериальное давление, мм рт. ст.:				
систолическое	110±5	95±5	105±10	110±10
диастолическое	65±5	60±10	60±10	65±10

Снижение функциональной активности органа закономерно влечет за собой изменения в деятельности остальных органов и систем, направленных на поддержание постоянства внутренней среды организма. Этот компенсаторный по своему характеру процесс не оставляет в стороне мозговую гемодинамику. Априори можно сказать, что будет иметь место сдвиг равновесных значений параметров этой физиологической системы. Формальное описание данного предположения на основе математического подхода показало, что состояние такой физиологической системы, как мозговая гемодинамика у изучаемых групп зависит от сопоставления периода развития задержки психического развития и периода компенсаторно-адаптационных процессов в этой системе. По результатам обработки анамнестических данных была найдена величина, характеризующая период времени от момента возникновения первых признаков задержки психического развития до подтверждения радионуклидным и психоневрологическим исследованиями. Оказалось, что для таких групп эта величина примерно равна шести месяцам. На основании этого была оценена нижняя граница искомого периода. Период адаптационно-компенсаторных процессов, происходящих в мозговой гемодинамике, согласно данным литературы составляет по порядку величины 5 – 14 суток. Таким образом, скорость адаптации мозговой гемодинамики гораздо выше скорости развития задержки психического развития. На основании этого и путем математиче-

ского описания было получено, что у данных контингентов детей состояние мозговой гемодинамики не будет являться нормальным.

Было проведено радионуклидное обследование мозговой гемодинамики во всех трех группах детей. При этом было обнаружено, что среднее время циркуляции радиоиндикатора в полушариях головного мозга больше, чем у детей в контрольной группе, хотя клинико-неврологическое обследование сосудистой системы головного мозга не выявляло изменений. Следовательно, положение о выходе из нормального состояния мозговой гемодинамики у наблюдавшихся групп подтверждено как психоневрологическим и радионуклидным обследованием, так и математическим методом. Все это позволило решить задачу о возможности расстройств мозгового кровообращения у детей с задержкой психического развития, функциональными расстройствами речи и последствиями сотрясения головного мозга в позднем восстановительном периоде немозговой локализации, имеющей значение для практической педагогики. Полученные результаты позволяют думать, что подобное замедление мозгового кровотока – следствие задержки психического развития, функциональных расстройств речи и последствий сотрясения головного мозга в позднем восстановительном периоде.

3.2. Оценка состояния механизмов регуляции мочевой системы у детей в докоррекционном периоде

Выше шла речь об общих принципах формализованного описания физиологических систем, явным образом учитывающих их случайный характер. Используя это описание и комплекс радионуклидных методов обследования мы изучим состояние механизмов регуляции мочевой системы у детей в докоррекционном периоде.

Такое изучение является необходимым этапом в достижении поставленной нами цели: разработать комплекс радионуклидных методик и математических методов для выявления послекоррекционных осложнений на самом различном уровне – уровне изменений регуляции функций. Необходимость изучения напряжения механизмов регуляции физиологических систем у детей в докоррекционном периоде может быть обоснована следующим образом:

а) в докоррекционном периоде состояние изучаемых физиологических систем естественно зависит не только от вида заболевания, но и от

докоррекционного состояния физиологической системы. Причем иногда это влияние решающим образом определяет докоррекционную динамику изучаемых параметров и исход коррекции в целом;

б) знание докоррекционного состояния различных физиологических систем необходимо для изучения влияния собственно заболеваний на их функционирование.

Поэтому одна из первых конкретных задач, решенных нами, – это клинико-радионуклидное исследование мозговой гемодинамики, мочевыделительной системы в совокупности с ее математическим описанием. Полученные результаты будут приведены ниже. Однако мы отступим от стандартных канонов и перед изложением результатов дадим математическое описание влияния патологического процесса на изучаемую физиологическую систему. Такой подход позволяет, во-первых, формализовать основные патофизиологические положения и, во-вторых, получить максимум информации из результатов радионуклидных исследований. Математическое описание при этом выступает как необходимый инструмент анализа результатов радионуклидных исследований.

Как известно, отличительной особенностью церебральной гемодинамики является относительная автономность этой системы. Следовательно, в первом приближении можно считать, что параметры системы мозгового кровообращения независимы от остальных параметров организма, т. е. считать, что данная система характеризуется своим собственным состоянием, независимым от состояния организма.

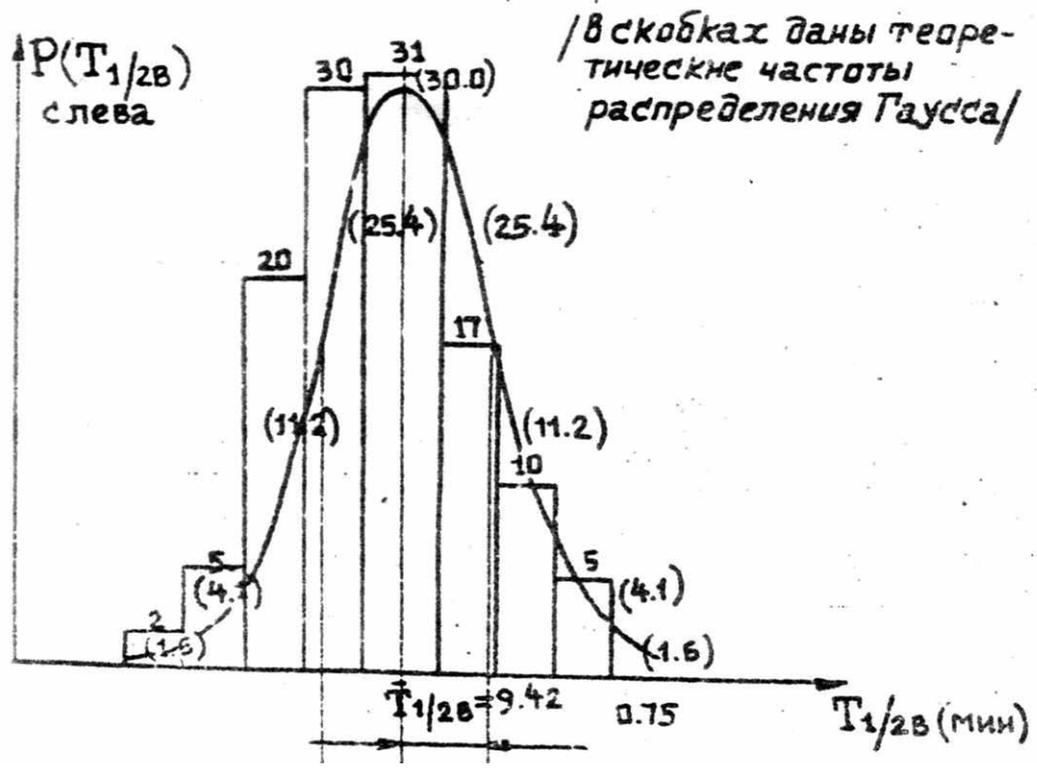
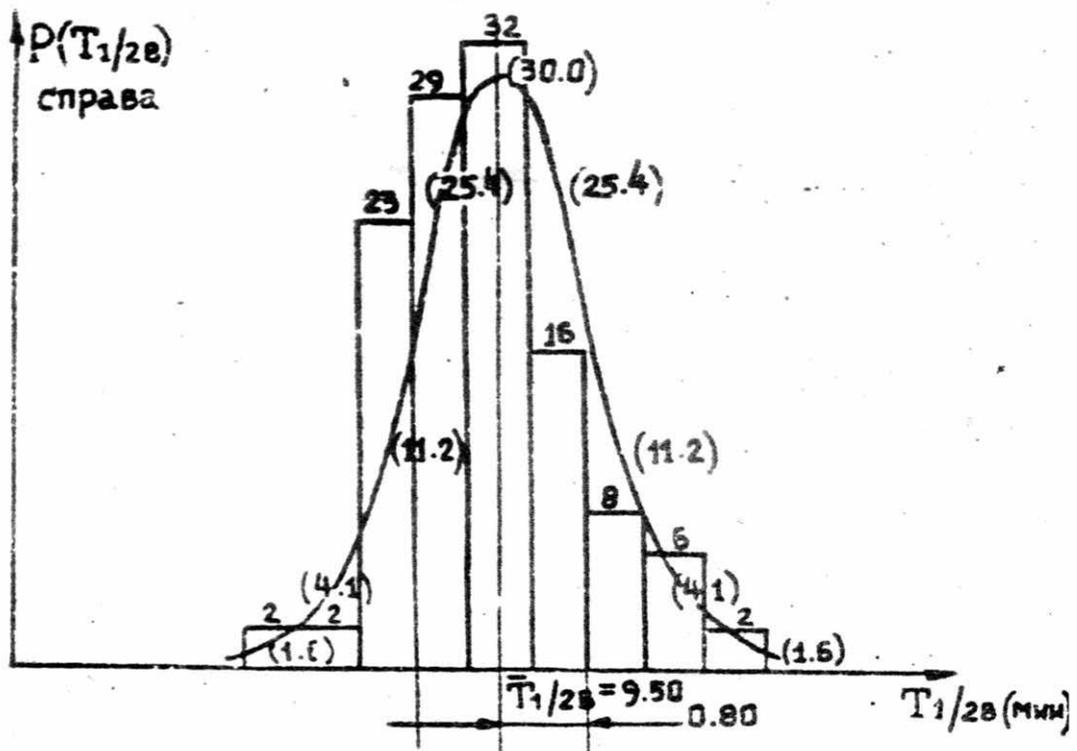
В первом приближении можно полагать, что мочевыделительная система также характеризуется своим собственным (независимым) состоянием. Однако условия справедливости последнего предложения немного хуже, чем условия справедливости существования собственного состояния мозговой гемодинамики. Это обусловлено тем, что почка является органом поддержания постоянства внутренней среды организма, и поэтому ее состояние сильным образом зависит от состояния всего организма в целом.

Задача количественного описания мозговой гемодинамики и мочевыделительной системы требует для своего решения знания свойств и содержания механизмов регуляции данных систем. Ясно, что на сегодняшний день у нас нет возможностей иметь такую информацию в полном объеме. Поэтому для описания механизмов регуляции изучаемых систем мы избрали другой путь – путь, основанный на применении идеологии и математического аппарата квантовой механики.

Рассмотрим распределения вероятностей результатов радионуклидного обследования мозговой гемодинамики и мочевыделительной системы в группе практически здоровых лиц. Эти распределения в графическом виде представлены на рис. 21.

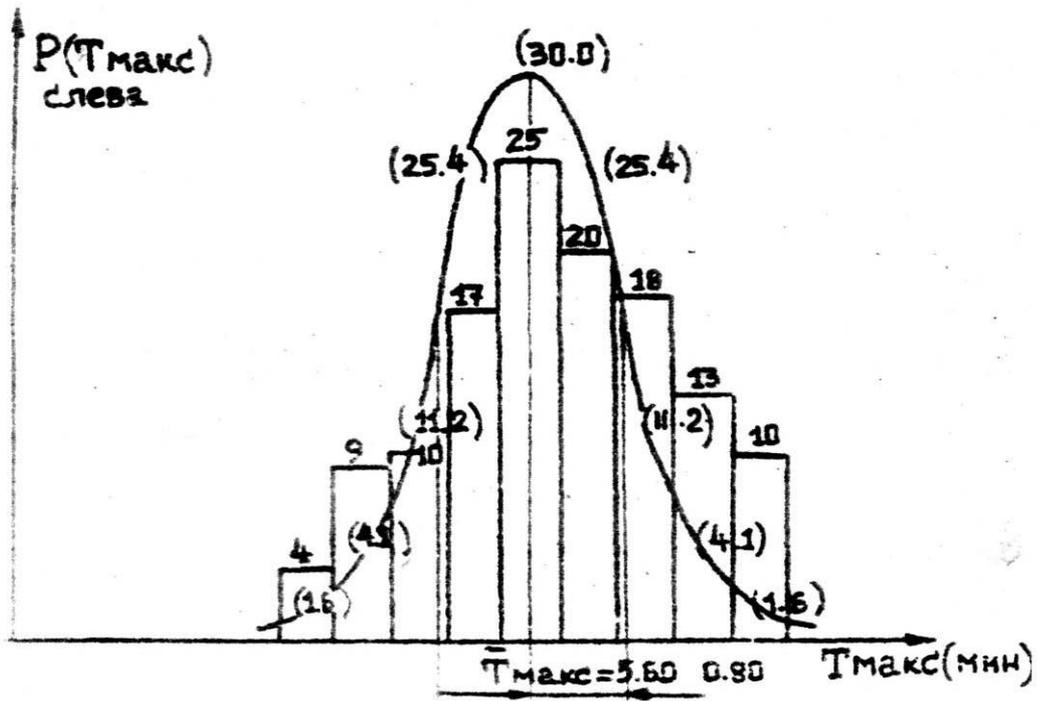
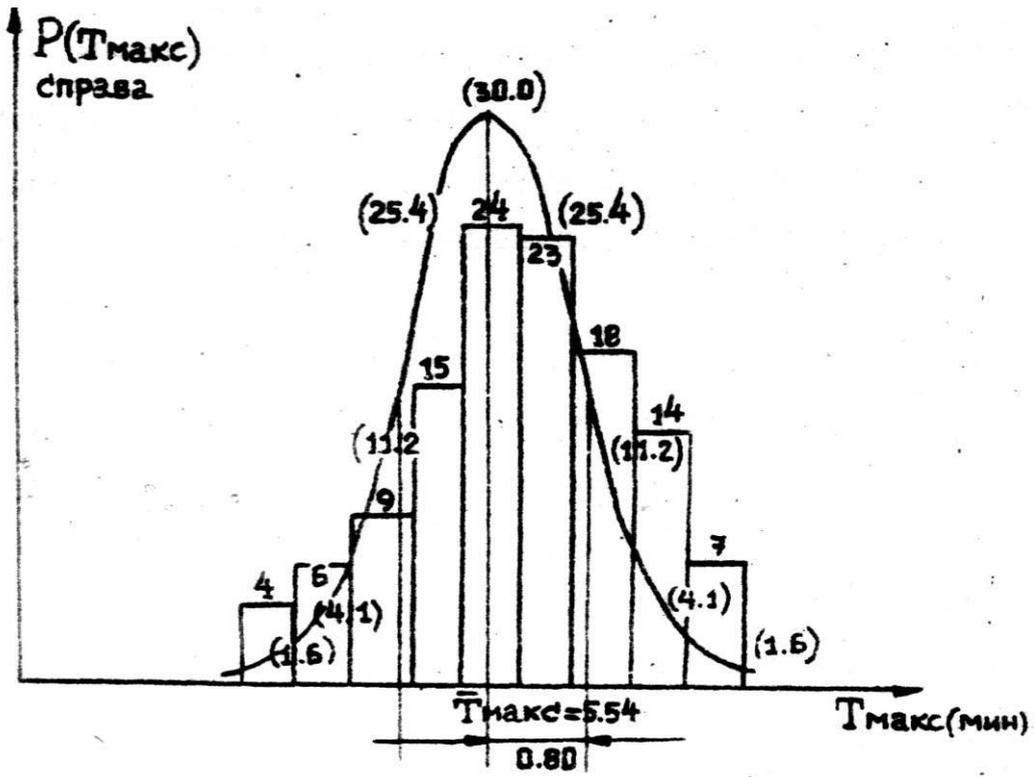
Как видно из рисунка, распределение значений T_c в контрольной группе близко к распределению Гаусса со средним значением $T_{c \text{ прав}} = 25,7$ с, $T_{c \text{ лев}} = 25,7$ с и средним квадратичным отклонением $S_{\text{прав}} = 1,63$ с, $S_{\text{лев}} = 1,64$ с (критерий согласия Пирсона «хи-квадрат» меньше критического значения для 5 % уровня значимости). На основании этого можно сказать, что механизмы регуляции мозговой гемодинамики вблизи состояния нормального функционирования действуют симметрично: они одинаково действуют при различных по физиологическому направлению отклонениях скорости мозгового кровообращения. Следовательно, действие механизмов регуляции мозговой гемодинамики можно описывать с помощью модели квантомеханического маятника. Это означает, что предполагается наличие зависимости между величиной отклонения скорости мозгового кровотока от «установочной точки» и величиной реакции регуляторных механизмов. При этом получается, что нормальному (т. е. наименьшему из возможных) уровню функционирования системы мозгового кровообращения отвечает гауссово распределение значений T_c со средним уровнем, совпадающим с «установочной точкой». Более высоким, чем нормальный, уровням функционирования отвечают многомодальные распределения значений T_c , т. е. этим состояниям соответствуют другие максимальные вероятности скорости кровотока.

Из рис. 21 видно, что распределения значений $T_{1/2в}$ и $T_{\text{макс}}$ в контрольной группе также близки к распределению Гаусса со статистическими моментами: для параметра экскреторной функции – $T_{1/2в \text{ прав}} = 9,50$ мин, $T_{1/2в \text{ лев}} = 9,42$ мин, $S_{\text{прав}} = 0,80$ м, $S_{\text{лев}} = 0,75$ мин.; для параметра секреторной функции – $T_{\text{макс. прав}} = 5,54$ мин, $T_{\text{макс. лев}} = 5,60$ мин, $S_{\text{прав}} = 0,80$ мин, $S_{\text{лев}} = 0,80$ мин. Однако критерий согласия Пирсона «хи-квадрат» в этом случае больше критического значения для 5 % уровня значимости, что говорит, во-первых, об определенной несимметричности действия механизмов регуляции мочевыделительной системы и, во-вторых, о весьма сильной зависимости состояния мочевыделительной системы от состояния всего организма в целом. Несмотря на это, в грубом приближении можно для описания механизмов регуляции мочевыделительной системы по-прежнему пользоваться моделью квантомеханического маятника.



a)

Рис. 21. Распределение вероятностей уродинамических показателей в контрольной группе: а – экскреторная функция; б – секреторная функция



б)

Рис. 21. Окончание

В общем можно сказать, что снижение функционирования органа, связанного с задержкой психического развития легкой степени, функциональными расстройствами речи и последствиями сотрясения головного мозга, закономерно влечет за собой изменения в деятельности остальных органов и систем, направленных на поддержание постоянства внутренней среды организма. Безусловно, этот компенсаторный по своему характеру процесс не может не задеть мозговую гемодинамику и мочевыделительную систему: обязательно будет иметь место сдвиг равновесных значений их параметров.

Следовательно, математически влияние процесса можно выразить в виде медленного движения установочной точки механизмов регуляции в сторону компенсации нарастающих изменений со стороны мозговой деятельности.

Согласно используемой нами модели маятника, движение установочной точки может привести к переходу системы с уровня нормального функционирования на более высокие уровни, т. е. соответствующие напряжению регуляторных механизмов. Короче говоря, движение установочной точки может вызвать стрессорную реакцию, которая, в свою очередь, может привести к тому или иному расстройству деятельности физиологической системы. Необходимо отметить, что при вычислении соответствующей вероятности возникновения стрессорной реакции решающую роль играет отношение скорости движения установочной точки регуляторных механизмов к скорости их адаптации. Конечно, весьма трудно оценить эту скорость прямым образом. Однако это можно сделать косвенно, а именно: по периоду времени от первых признаков появления заболевания до подтверждения диагноза задержки психического развития. Такая, в общем-то, грубая оценка позволяет определить порядок величины V_m^{-1} (где V_m – скорость развития процесса). Здесь уместно отметить, что в предлагаемом описании влияния на состояние физиологических систем предполагается равномерность развития этого процесса.

У обследованных нами детей с задержкой психического развития легкой степени статистическая обработка данных анамнеза дала следующие результаты о периоде времени от появления первых признаков заболевания до момента подтверждения диагноза.

По результатам анализа анамнестических данных период времени t_m от появления первых признаков до ухудшения состояния здоровья составил:

– до 1 мес.	10 чел. (6,1 %),
– 1 – 3 «	40 « (24,4 %),
– 3 – 6 «	66 « (40,2 %),
– 6 – 9 «	30 « (18,2 %),
– 9 – 12 «	8 « (4,9 %),
– 1 – 2 года	6 « (3,7 %),
– свыше 2-х лет	2 « (1,2 %)

Как видно, для данного контингента детей величина t_m в среднем может быть оценена в 4 мес.

У учащихся с функциональными расстройствами речи обработка анамнестических данных показала, что период времени от первых признаков появления заболевания до подтверждения диагноза составил:

– до 1 мес.	12 чел. (6,7 %),
– 1 – 3 «	50 « (27,7 %),
– 3 – 6 «	75 « (41,7 %),
– 6 – 9 «	32 « (17,7 %),
– 9 – 12 «	10 « (5,6 %).

Как видно, для данного контингента детей величина t_m в среднем может быть оценена в 4 мес.

При остаточных явлениях сотрясения головного мозга статистическая обработка данных анамнеза у этой группы обследуемых дала следующие результаты о периоде времени от появления первых признаков заболевания до момента подтверждения диагноза:

– до 1 мес.	8 чел. (5,6 %),
– 1 – 3 «	35 « (24,3 %),
– 3 – 6 «	60 « (41,6 %),
– 6 – 9 «	30 « (20,8 %),
– 9 – 12 «	12 « (7,0 %),
– 1 – 2 года	3 « (2,0 %).

Величина t_m в данном случае в среднем равна 4,5 мес.

Суммируя результаты оценки периода времени от начала развития заболевания до момента обследования во всех трех изучавшихся группах, мы можем сказать, что эта величина не меньше 3 мес. Необходимо отме-

титель, что полученная оценка дает лишь нижнюю границу искомой величины, поэтому реально данный период может быть, конечно, гораздо большим.

Что же касается периода $t_a \sim V_m^{-1}$ адаптационно-компенсаторных процессов в сосудистой системе головного мозга и мочевыделительной системе, то необходимо отметить, что адекватно определить эту величину можно лишь в эксперименте. Но поскольку в конкретные задачи нашей работы не входило экспериментальное изучение динамики показателей данных систем при воздействии на них стрессорных факторов, то для оценки величины t_a мы воспользовались данными литературы.

Из экспериментов по изучению докоррекционной динамики мозгового кровотока у ряда авторов следует, что период компенсаторно-адаптационных процессов в этой системе по порядку величины составляет 5 – 10 сут. Период же компенсаторно-адаптационных процессов в мочевыделительной системе, полученный из аналогичных экспериментов и из клинических наблюдений в докоррекционном периоде, составляет примерно 7 – 14 суток [153].

Таким образом, получаем, что величина t_m больше величины t_a не менее чем в 9 раз. Это означает, что у исследуемых групп изучаемые физиологические системы находятся в состоянии нормального функционирования со смещенными равновесными значениями своих параметров. Другими словами, вследствие медленного развития процесса мозговая гемодинамика и мочевыделительная система успевают адаптироваться к постоянно меняющимся условиям функционирования. Поэтому вероятность ухода данных систем из нормального состояния должна быть чрезвычайно малой величиной; следовательно, исчезающе малой должна быть частота расстройств со стороны мозговой гемодинамики и мочевыделительной системы у детей с изучаемыми процессами.

Все эти теоретические выводы хорошо согласуются с результатами радионуклидного обследования мозговой гемодинамики и мочевыделительной системы у учащихя всех трех групп в докоррекционном периоде.

Значения T_c , определенные радиационноциркулографическим методом с помощью двухдатчикового радиационноциркулографа, представлены в табл. 9 – 11. Как видно из них и рис. 22, 23, имеет место сдвиг равновесного значения среднего времени циркуляции радиоиндикатора в сосудистой системе го-

ловного мозга, т. е. скорость мозгового кровообращения у данного контингента детей достоверно замедлена как в правом, так и в левом полушариях.

Таблица 9

Результаты радиоциркулографии в группе детей с задержкой психического развития легкой степени

Группа обследованных	Значение $T_c \pm \text{мин}$		Среднеквадратичное отклонение		Асимметрия	
	Справа	Слева	Справа	Слева	Справа	Слева
Контрольная	$25,71 \pm 0,16$	$25,74 \pm 0,16$	1,63	1,64	0,0	+0,1
С задержкой психического развития легкой степени	$34,85 \pm 0,20$	$35,33 \pm 0,20$	1,65	1,65	-0,1	0,0

Таблица 10

Результаты радиоциркулографии в группе детей с функциональными расстройствами речи

Группа обследованных	Значение $T_c \pm \text{мин}$		Среднеквадратичное отклонение		Асимметрия	
	Справа	Слева	Справа	Слева	Справа	Слева
Контрольная	$25,71 \pm 0,16$	$25,74 \pm 0,16$	1,63	1,64	0,0	+0,1
С функциональными расстройствами речи	$29,21 \pm 0,23$ <0,1	$29,71 \pm 0,22$ <0,1	1,67	1,68	0,0	-0,2

Таблица 11

Результаты радиоциркулографии в группе детей с последствиями сотрясения головного мозга

Группа обследованных	Значение $T_c \pm \text{м}$		Среднеквадратичное отклонение		Асимметрия	
	Справа	Слева	Справа	Слева	Справа	Слева
Контрольная	$25,61 \pm 0,16$	$25,74 \pm 0,16$	1,63	1,64	0,0	+0,1
С последствиями сотрясения головного мозга	$31,86 \pm 0,18$ <0,01	$35,95 \pm 0,18$ <0,01	1,73	1,72	+0,1	+0,1

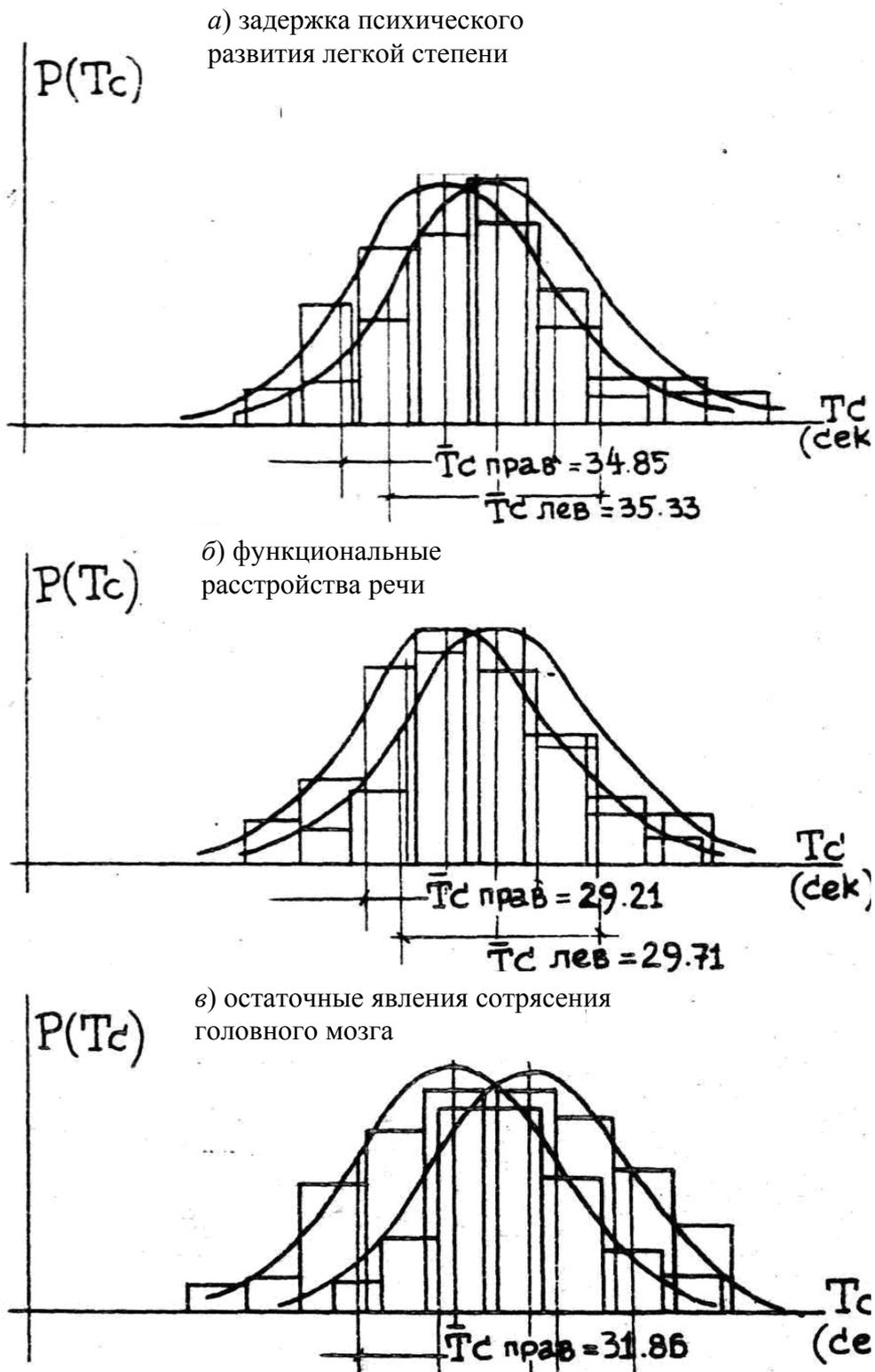


Рис. 22. Распределение вероятностей значений T_c у детей с изучаемыми процессами

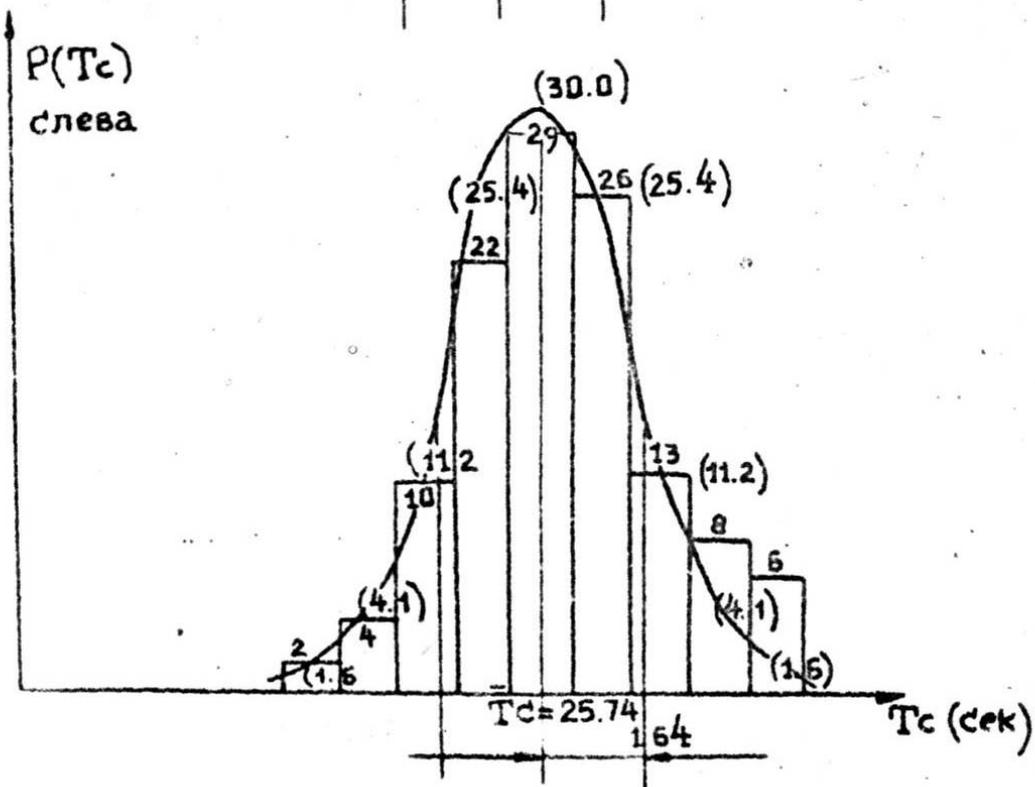
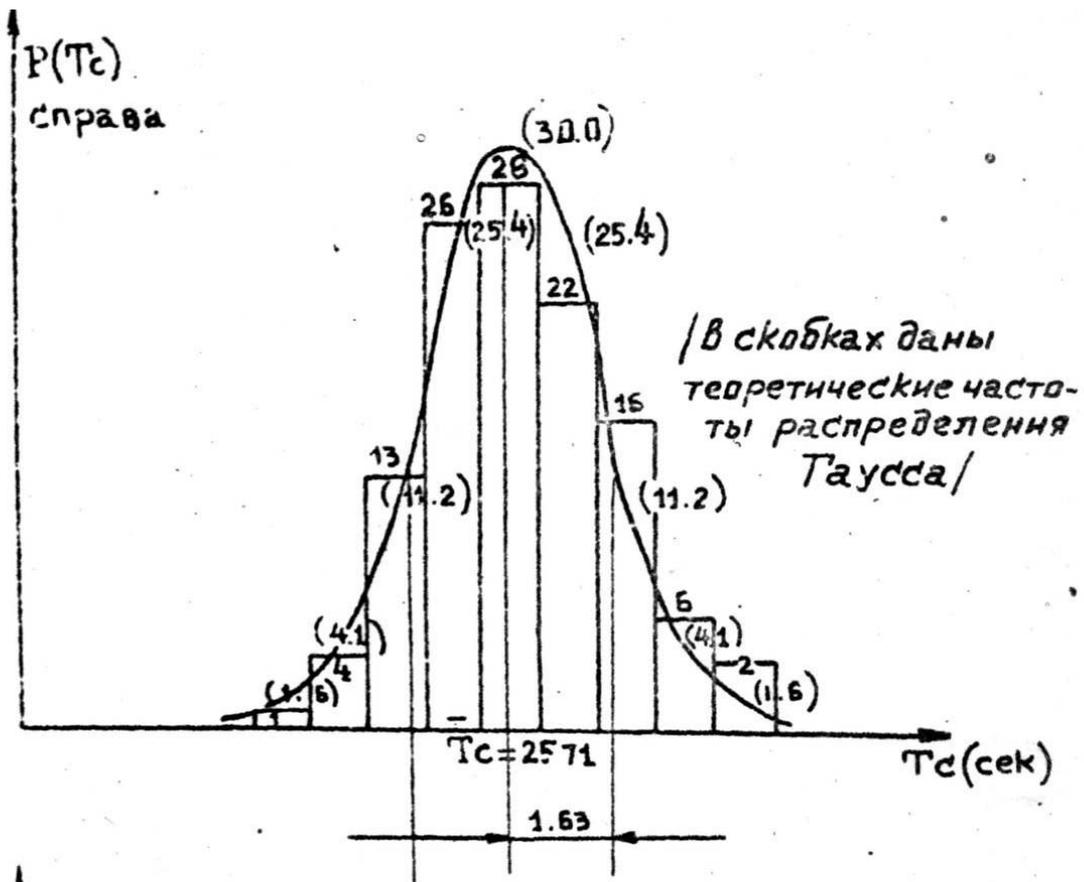


Рис. 23. Распределение вероятностей значений T_c у детей контрольной группы

На рис. 22 даны гистограммы значений T_c . Из этого рисунка видно, что распределение значений T_c близко к распределению Гаусса точно так же, как и распределение значений T_c в контрольной группе (рис. 23). Кроме того, дисперсии этих распределений весьма близки к дисперсиям, полученным в контрольной группе. Все это убедительно свидетельствует о справедливости теоретических выводов: система внутрочерепного кровообращения у больных всех трех обследованных групп находится в состоянии нормального функционирования, но с замедленной скоростью кровотока.

Утверждение о нормальности состояния мозговой гемодинамики у детей с задержкой психического развития легкой степени и последствиями сотрясения головного мозга подтверждается также результатами комплексного клиничко-радионуклидного обследования. Так, по результатам объективного клинического обследования всех учащихся ни у кого из них не было выявлено органических изменений со стороны центральной нервной системы. Результаты радиоциркулографии головного мозга показали картину распределения радиоиндикатора в сосудах головного мозга, в среднем близкую к норме. Не было выявлено также никаких локальных изменений или нарушений регионарного кровообращения.

Полученные теоретические выводы и их практическое подтверждение позволяют решить важную проблему. Как указывалось в гл. 1, проблеме изучения расстройств мозгового кровообращения у детей посвящено малое число работ. Трудно сказать, чем обусловлено данное обстоятельство: низким процентом случаев возникновения нарушений мозговой гемодинамики у обследованных детей или сложностью диагностики данных изменений. В самом деле, задача диагностики нарушений со стороны мозговой гемодинамики является весьма сложной: как отмечают Е. В. Шмидт и его соавторы [159], примерно у половины больных, имеющих сосудистую патологию головного мозга, не отмечается клинических проявлений этого нарушения, и лишь тщательное изучение радиоциркулографических кривых позволяет его обнаружить. Специфика же наших обследованных зачастую приводит к изменению неврологического статуса у учащихся, которое может быть расценено как проявление расстройства со стороны мозгового кровообращения. По данным клинического обследования, более 80 % детей с задержкой психического развития легкой степени жаловались на периодическую головную боль и головокружение. Более чем у половины

детей, последствиями сотрясения головного мозга имелись жалобы на головную боль и нарушение сна, аналогичные жалобы отмечены примерно у 40 % больных с функциональными расстройствами речи. Однако причина этих жалоб лежит не в нарушении церебрального кровообращения, а в психоэмоциональных расстройствах у детей, находящихся в специализированных учреждениях. Все это делает проблему существования цереброваскулярных расстройств у учащихся чрезвычайно затруднительной для ее решения.

Теперь же можно вполне утвердительно сказать о том, что вероятность сосудистой патологии головного мозга у детей рассмотренных групп крайне мала по сравнению со скоростью адаптационно-компенсаторных процессов в системе мозгового кровообращения. Рассмотрим результаты ренографического исследования деятельности почек у детей в докоррекционном периоде (табл. 12 – 14).

Как видно, во всех трех группах обследованных учащихся имеет место достоверно выраженное угнетение функционирования мочевыделительной системы. Причем уродинамические показатели правой и левой почек находятся, примерно, в том же состоянии, что и у здоровых лиц. Поэтому факт угнетения мочевыделительной системы можно расценивать как проявление системного влияния данного процесса на деятельность почек. Однако, в чем заключается это влияние: в изменении ли условий функционирования мочевыделительной системы или в воздействии на почки каких-то других факторов?

Чтобы ответить на этот вопрос, мы на рис. 24, 25 представили распределение значений $T_{1/2в}$ и $T_{макс}$ и сопоставление этих распределений с распределением Гаусса. Видно, что полученные распределения далеки от нормального. Следовательно, состояние мочевыделительной системы у исследуемых детей не есть состояние нормального функционирования со смещенными равновесными значениями параметров. Другими словами, имеется несоответствие между теоретическими выводами и данными ренографии.

Отклонение в функционировании мочевыделительной системы детей получено как следствие медленного развития заболевания по сравнению со скоростью адаптационно-компенсаторных процессов в почках. Поэтому, если бы влияние данного процесса заключалось бы только в изменении условий функционирования мочевыделительной системы, то вероятность расстройств с ее стороны была бы крайне малой.

Таблица 12

Результаты ренографии у детей с задержкой психического развития легкой степени

Группа обследуемых	Секреторная функция $T_{\text{макс}}$, мин		Экскреторная функция $T_{1/2}$, мин	
	Справа	Слева	Справа	Слева
Контрольная	$5,54 \pm 0,08$ (0,08)	$5,60 \pm 0,10$ (0,08)	$9,50 \pm 0,10$ (0,80)	$9,42 \pm 0,08$ (0,75)
С задержкой психического развития легкой степени	$6,80 \pm 0,10$ (1,00) <0,05	$6,85 \pm 0,10$ (1,00) <0,05	$14,90 \pm 0,20$ (2,25) <0,001	$12,62 \pm 0,20$ (2,43) <0,001

Примечание. В скобках даны значения среднеквадратичного отклонения параметра.

Таблица 13

Результаты ренографии у детей с функциональными расстройствами речи

Группа обследуемых	Секреторная функция $T_{\text{макс}}$, мин		Экскреторная функция $T_{1/2}$, мин	
	Справа	Слева	Справа	Слева
Контрольная	$5,54 \pm 0,08$ (0,08)	$5,60 \pm 0,10$ (0,08)	$9,50 \pm 0,10$ (0,80)	$9,42 \pm 0,08$ (0,75)
С функциональными расстройствами речи	$7,10 \pm 0,10$ (1,20) <0,01	$7,20 \pm 0,10$ (1,20) <0,01	$15,80 \pm 0,24$ (2,30) <0,001	$16,40 \pm 0,25$ (2,30) <0,001

Примечание. В скобках даны значения среднеквадратичного отклонения параметра

Таблица 14

Результаты ренографии у детей с остаточными явлениями сотрясения головного мозга

Группы обследуемых	Секреторная функция $T_{\text{макс}}$, мин		Экскреторная функция $T_{1/2}$, мин	
	Справа	Слева	Справа	Слева
Контрольная	$5,54 \pm 0,08$ (0,08)	$5,60 \pm 0,10$ (0,08)	$9,50 \pm 0,10$ (0,80)	$9,42 \pm 0,08$ (0,75)
С остаточными явлениями сотрясения головного мозга	$6,50 \pm 0,10$ (1,20) <0,01	$6,55 \pm 0,10$ (1,20) <0,01	$13,05 \pm 0,20$ (2,00) <0,001	$13,20 \pm 0,20$ (2,00) <0,001

Примечание. В скобках даны значения среднеквадратичного отклонения параметра.

Однако, по клиническим данным, примерно у половины обследованных учащихся имелись различного рода нарушения со стороны почек. Следовательно, угнетение данной физиологической системы обусловлено не изменениями внутренней среды организма, а воздействием определенных факторов развития изучаемых процессов, например, такими как аллергические реакции, поражение почек специфическими органотропными антителами. Кроме того, причиной наблюдавшихся расстройств может являться снижение адаптационно-компенсаторных возможностей мочевыделительной системы, то есть снижение скорости адаптации этой системы у данных обследуемых.

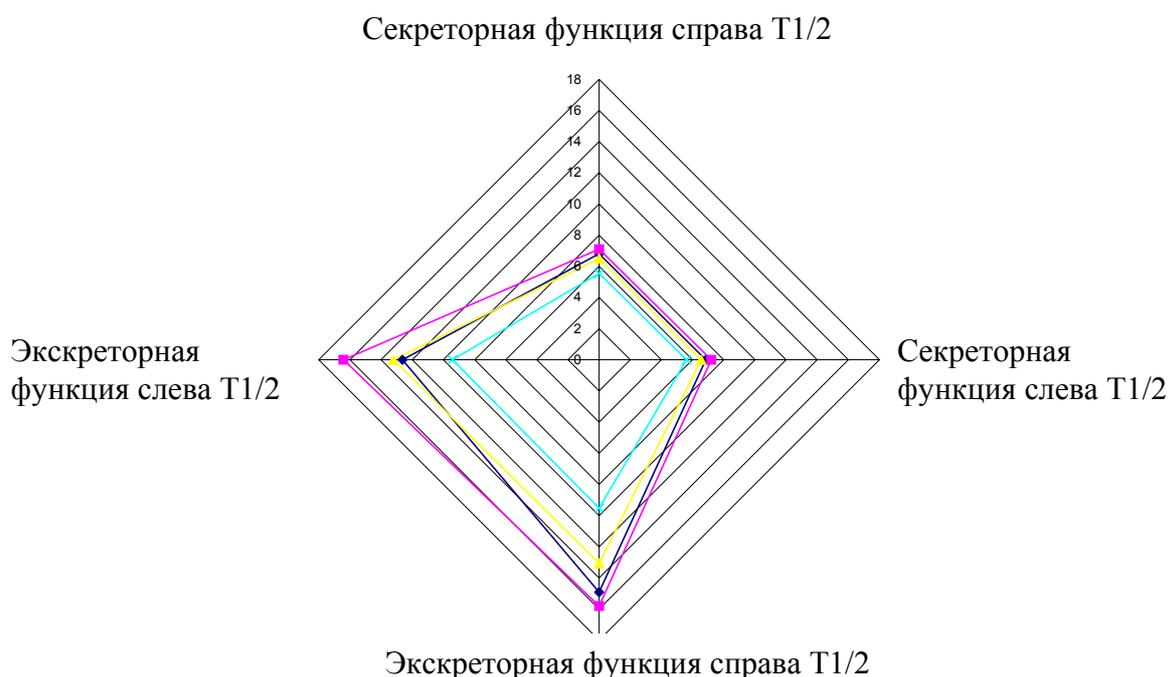
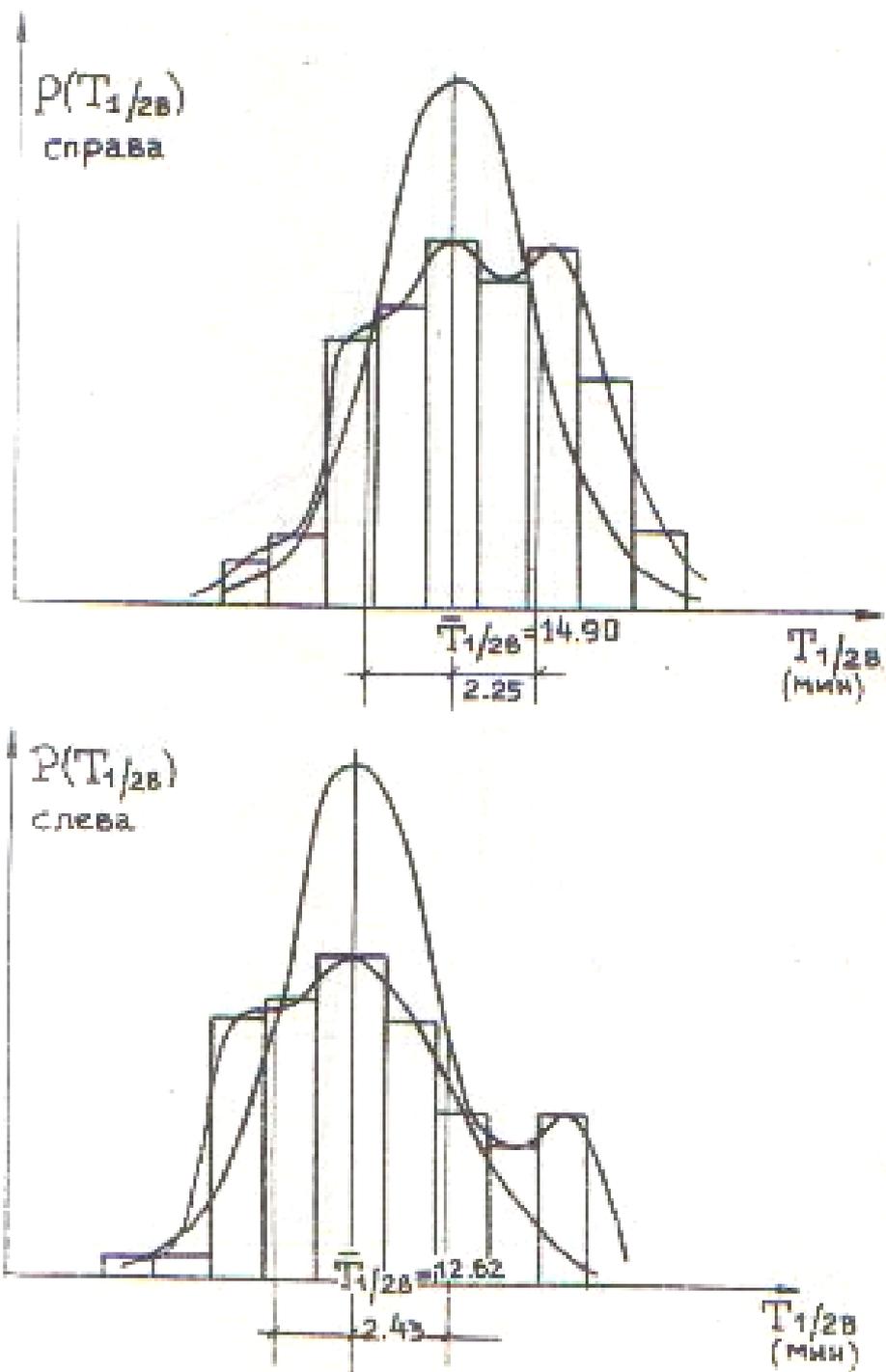


Рис. 24. Сравнение ренограмм у исследуемых групп до коррекции:

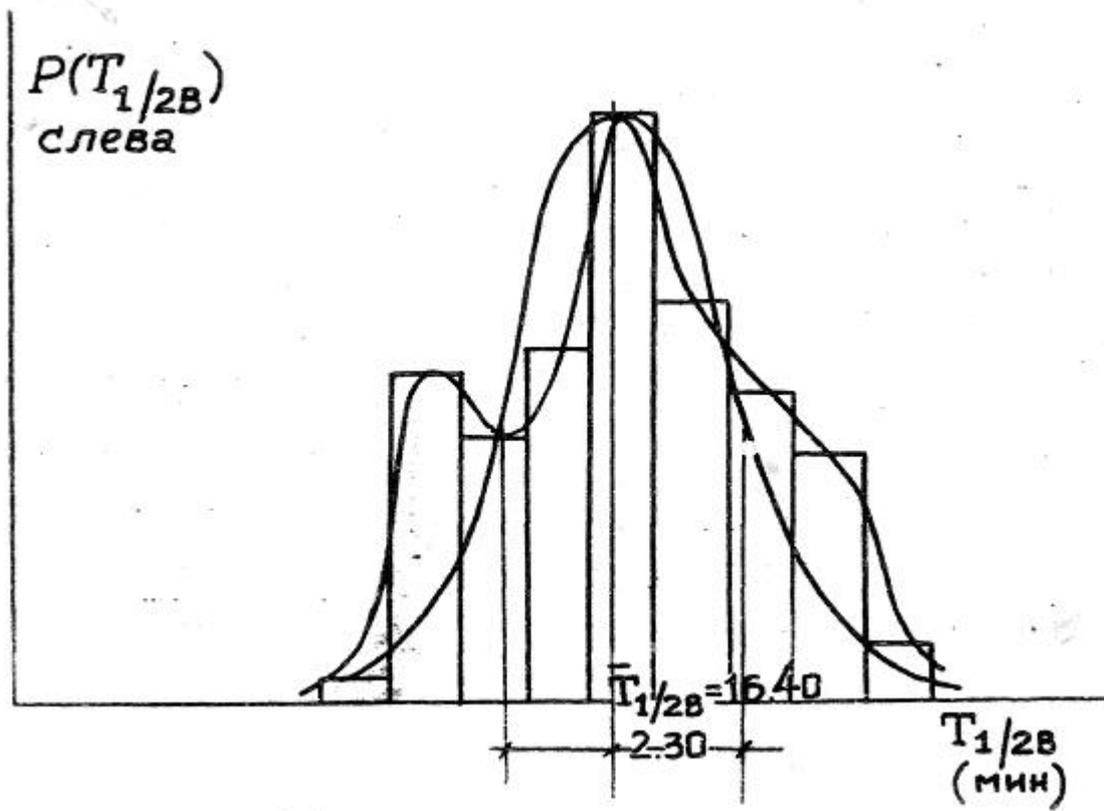
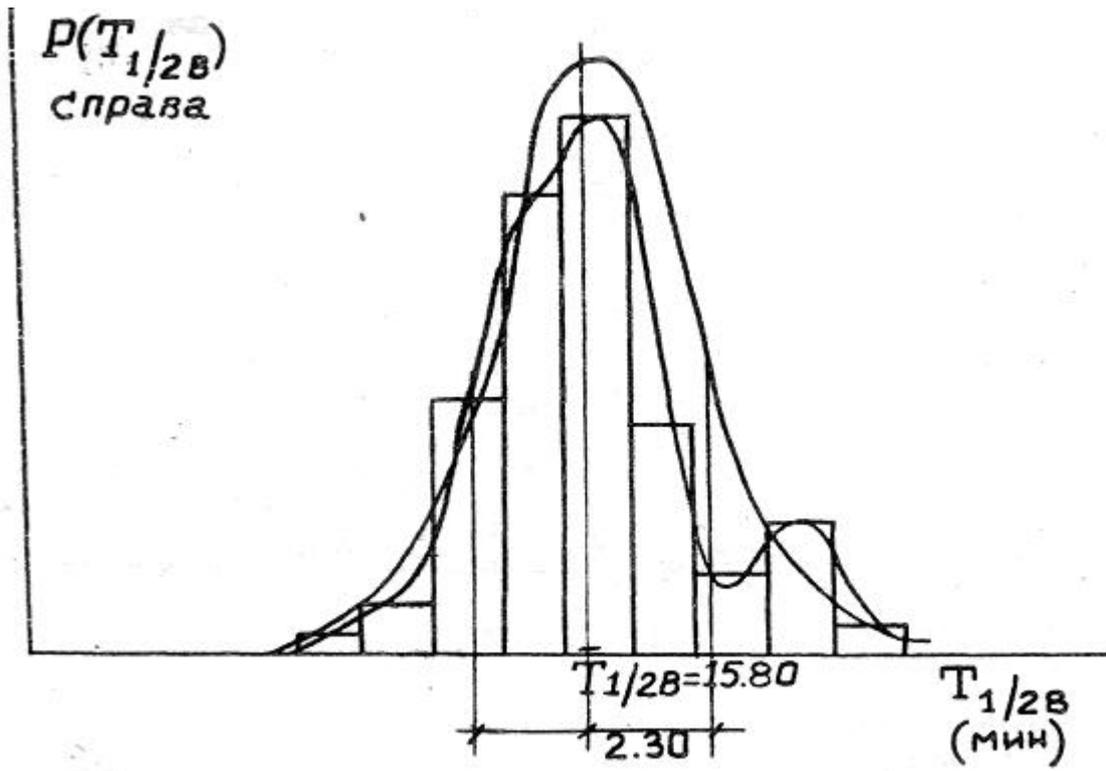
- ◆ – задержка психического развития легкой степени;
- – функциональные расстройства речи;
- △ – остаточные явления сотрясения головного мозга; ✕ – контроль

В табл. 15 даны результаты измерения показателей состояния вегетативной нервной системы у детей контрольной группы и детей с задержкой психического развития, функциональными расстройствами речи и последствиями сотрясения головного мозга. У учащихся с функциональными расстройствами речи артериальное давление повышено по сравнению с контрольным, тогда как в остальных группах наблюдавшихся детей это давление в норме.



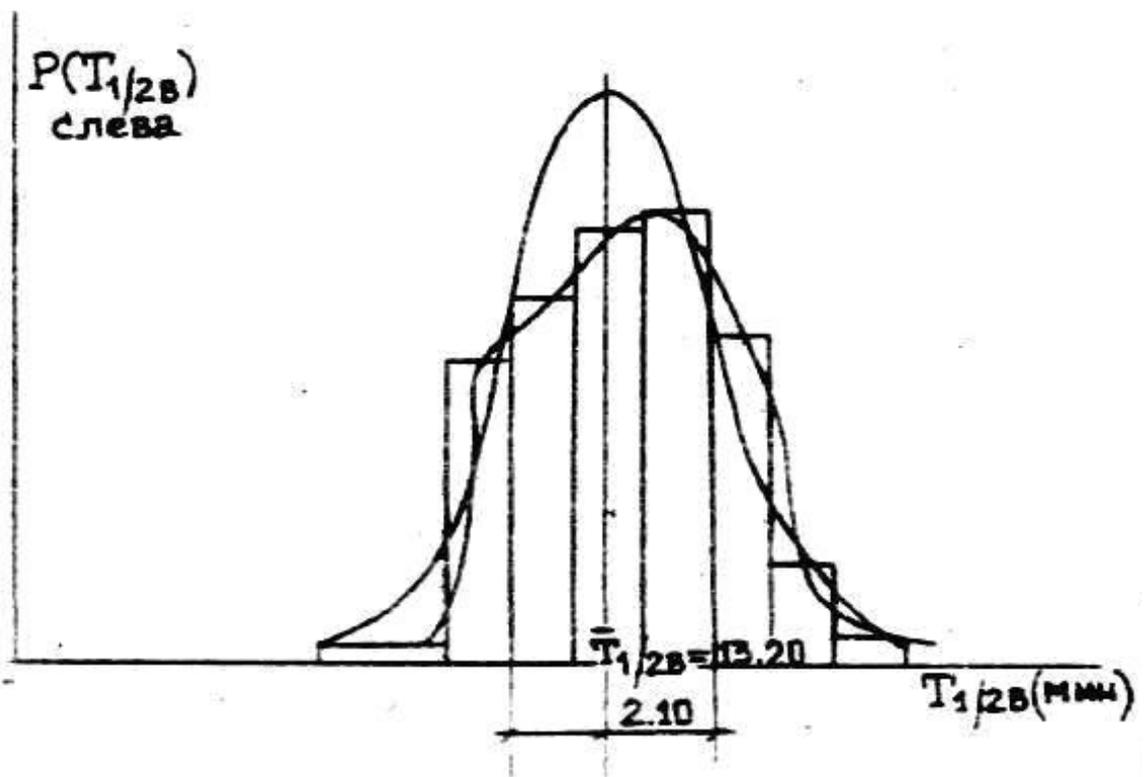
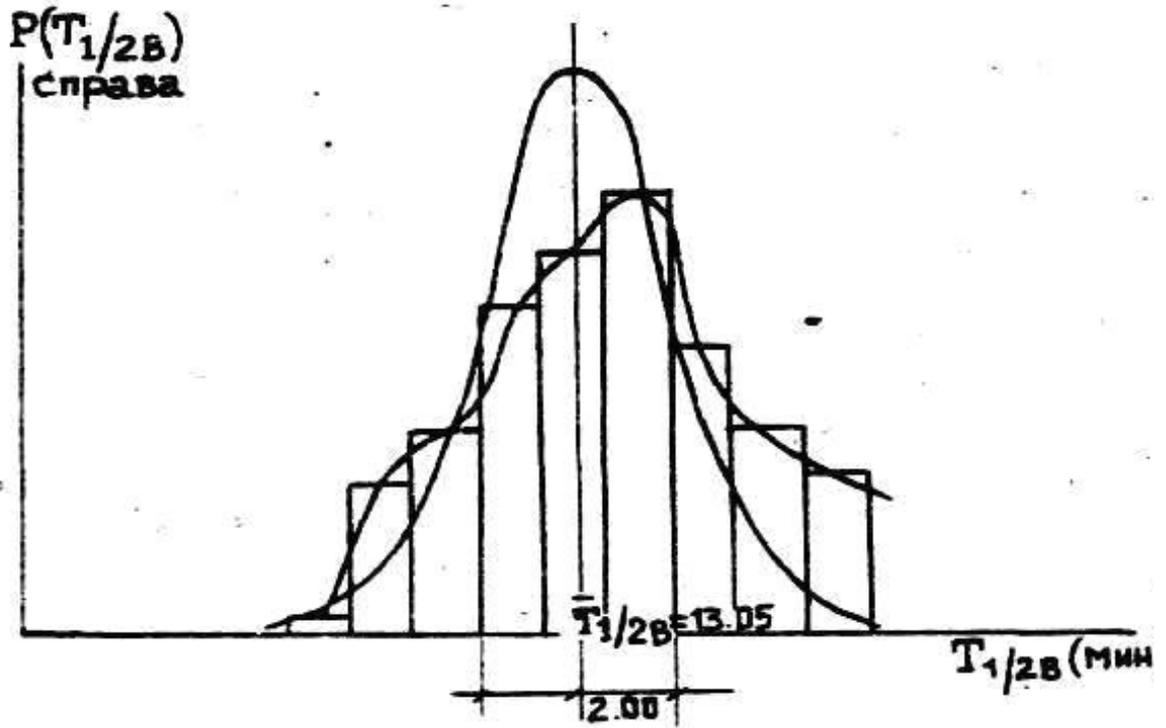
a)

Рис. 25. Распределение $T_{\text{макс}}$ у учащихся: а – с задержкой психического развития легкой степени; б – с функциональными расстройствами речи; в – с последствиями сотрясения головного мозга



б)

Рис. 25. Продолжение



в)

Рис. 25. Окончание

Таблица 15

Параметры вегетативной нервной системы в обследованных группах детей

Параметр	Группы обследованных детей			
	Контроль-ная	с задержкой психического развития легкой степени	с функциональными расстройствами речи	с остаточными явлениями сотрясения головного мозга
Частота сердечных сокращений, количество/мин	70 ± 10	65 ± 5 P70,05	80 ± 10 P70,05	80 ± 10 P70,05
Частота дыхания в покое, количество/мин	18 ± 4	18 ± 5 P70,05	17 ± 8	19 ± 5 P70,05
Артериальное давление, мм рт. ст. - систолическое - диастолическое	115 ± 5 65 ± 5	95 ± 5 60 ± 10 <70,05	160 ± 20 110 ± 10 <0,001	140 ± 10 90 ± 10 <0,05

Кроме того, был исследован капиллярный кровоток у учащихся с задержкой психического развития легкой степени, функциональными расстройствами речи и последствиями сотрясения головного мозга (табл. 16 – 18, рис. 26).

Таблица 16

Результаты капилляроскопии у учащихся с задержкой психического развития до коррекции

Группа		Показатель				
		X	σ	t	T	P
Контрольная	Ак	48,58	0,61	0,079	0,45>0,05	
	Кв	51,42				
С задержкой развития	Ак	46,54	1,43	0,16		
	Кв	53,46				

Таблица 17

Результаты капилляроскопии у учащихся с функциональными расстройствами речи до коррекции

Группа	Показатель				
	X	σ	t	T	P
Контрольная	Ак	48,58	0,61	0,079	0,49>0,05
	Кв	51,42			
С функциональными расстройствами речи	Ак	53,66	1,51	0,17	
	Кв	46,34			

Результаты капилляроскопии у учащихся с последствиями сотрясения
головного мозга до коррекции

Группа	Показатель				
	X	σ	<i>m</i>	<i>T</i>	<i>P</i>
Контрольная	Ак	48,58	0,61	0,079	0,67>0,05
	Кв	51,42			
С последствиями сотрясения головного мозга	Ак	43,22	2,67	0,26	
	Кв	56,78			

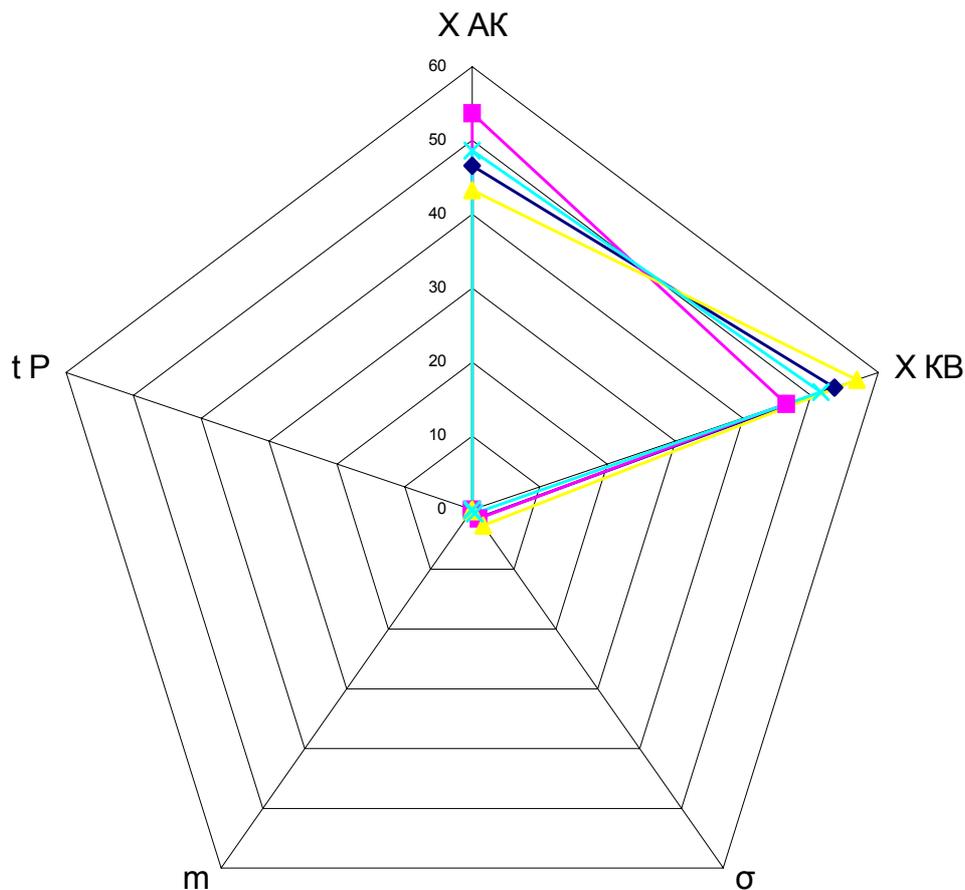


Рис. 26. Сопоставление результатов капилляроскопии
у исследуемых групп учащихся до коррекции:

◆ – задержка психологического развития легкой степени; ■ – функциональные
расстройства речи; ▲ – остаточные явления сотрясения
головного мозга; ✕ – контроль

Благодаря нашим исследованиям, происходит развитие концепции о
раздельном капиллярном кровотоке. Мы делим капиллярный кровоток на

артериокапиллярный и капилляровенулярный кровотоки. Современные медицинские средства усиливают артериокапиллярный кровоток, улучшающий питание тканей, органов и клеток, для улучшения подачи кислорода, питательных веществ и микроэлементов. Капилляровенулярный отток необходим для выведения CO_2 и продуктов распада. Диагностикой отдельного капиллярного кровотока на сегодняшний день никто не занимается, кроме нас, а только постулируют, что улучшение артериокапиллярного кровотока улучшает капилляровенулярный отток. На самом деле в результате усиления артериокапиллярного кровотока, капилляровенулярный становится хуже, возникают застойные явления, гипергидротация тканей и мышц клеток, нарушается деятельность мышечной ткани, что может привести к патологическим процессам. Зная функциональное состояние отдельного капиллярного кровотока или воздействуя на него, мы можем регулировать капиллярный кровоток крови (своевременное снабжение O_2 и питательными веществами тканей, а также своевременное выведение CO_2 и продуктов распада), способствовать нормальному функционированию органов и тканей организма человека.

Таким образом, зная для данного учащегося адаптационные возможности артериокапиллярного кровотока и капилляровенулярного оттока, можно прогнозировать функциональное состояние организма после воздействия на систему микроциркуляции различных факторов; достаточный капилляровенулярный отток будет способствовать меньшему накоплению продуктов распада в мышечных клетках и окружающей их межклеточной жидкости. Это обеспечит данному учащемуся активизацию приспособительных механизмов организма.

3.3. Резюме

Подведем итог рассмотрения оценки напряжения механизмов регуляции физиологических систем у учащихся с задержкой психического развития, функциональными расстройствами речи и перенесших сотрясение головного мозга.

В этой главе мы изучали состояние механизмов регуляции мозговой гемодинамики, мочевыделительной системы, вегетативной нервной системы у детей с задержкой психического развития, функциональными расстройствами речи и перенесших сотрясение головного мозга.

Снижение функциональной активности органа вышеописанными процессами закономерно влечет за собой изменения в деятельности остальных органов и систем, направленных на поддержание постоянства внутренней среды организма. Этот компенсаторный по своему характеру процесс не оставляет в стороне мозговую гемодинамику и мочевыделительную систему; априори можно сказать, что будет иметь место сдвиг равновесных значений параметров этих физиологических систем. Формальное описание данного предположения на основе математического подхода, разработанного в гл. 2, показало, что состояние таких физиологических систем, как мозговая гемодинамика и мочевыделительная система у исследуемых учащихся существенным образом зависит от сопоставления периода развития болезни и периода компенсаторно-адаптационных процессов в этих системах. По результатам обработки анамнестических данных была найдена величина, характеризующая период времени от момента возникновения первых признаков процесса до момента клинко-лабораторного подтверждения диагноза радиоциркулографическим исследованием. Оказалось, что у детей с задержкой психического развития, функциональными расстройствами речи и перенесших сотрясение головного мозга, эта величина, примерно, равна трем месяцам.

На основании этого была оценена нижняя граница искомого периода. Период адаптационно-компенсаторных процессов, происходящих в мозговой гемодинамике и почках, согласно данным литературы, составляет по порядку величины 5 – 14 суток. Таким образом, скорость адаптации изучаемых систем гораздо выше скорости развития патологии. На основании этого путем математического описания установлено, что у данных контингентов учащихся состояние мозговой гемодинамики и мочевыделительной системы будет являться нормальным, но со смещенными равновесными значениями своих параметров.

Было проведено радионуклидное обследование мозговой гемодинамики во всех трех группах исследуемых. Радионуклидное исследование включало в себя радиоциркулографию головного мозга. При этом было обнаружено, что среднее время циркуляции радиоиндикатора в полушариях больше, чем в контрольной группе, хотя клиническое обследование сосудистой системы головного мозга не выявило никаких изменений. Следовательно, положение о нормальности состояния мозговой гемодинамики у наблюдавшихся групп подтверждено как клинко-радионуклидным обследованием, так и математическим анализом.

Все это позволило решить вопрос о возможности расстройств мозгового кровообращения у детей с задержкой психического развития легкой степени, функциональными расстройствами речи и последствиями сотрясения головного мозга, внемозговой локализации, имеющей значение для практической педагогики.

Было проведено также ренографическое исследование деятельности почек у тех же контингентов детей. Выявлено достоверно выраженное угнетение функционирования мочевыделительной системы. Причем уродинамические показатели правой и левой почек в среднем находились в том же соотношении, что и у здоровых лиц. На основании этого факт угнетения деятельности мочевыделительной системы расценен как проявление системного влияния вышеописанного процесса на деятельность почек. Однако это влияние, как показывает математический анализ, состоит отнюдь не в изменении условий функционирования мочевыделительной системы; если бы это имело место, то состояние данной системы оставалось нормальным, так как скорость адаптационных процессов в почках много больше скорости развития вышеуказанного процесса. По клиническим же данным примерно у половины обследованных детей были различные по тяжести расстройства со стороны мочевыделительной системы. Следовательно, угнетение данной физиологической системы обусловлено непосредственным воздействием на нее факторов развития процесса, таких как аллергические реакции на поражение почек специфическими органотропными антителами. Данный вывод может служить основанием для выработки мер по профилактике почечных расстройств у вышеуказанных учащихся.

Возможности артериокапиллярного кровотока и капиллярвенулярного оттока позволят нам прогнозировать функциональное состояние организма после воздействия на его систему микроциркуляции различных факторов; достаточный капиллярвенулярный отток будет способствовать меньшему накоплению продуктов распада в мышечных клетках и окружающей их межклеточной жидкости. Это обеспечит учащимся активизацию приспособительных механизмов организма.

Глава 4

АКТИВИЗАЦИЯ УМСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМОВ РЕГУЛЯЦИИ МОЗГОВОЙ ГЕМОДИНАМИКИ И МОЧЕВЫДЕЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПОСЛЕ КОРРЕКЦИИ

4.1. Исследования воздействия электростимуляции головного мозга с витамином РР

В этой главе обсуждаются результаты радионуклидного и психоневрологического обследования детей с задержкой психического развития, функциональными расстройствами речи и последствиями сотрясения головного мозга в различные сроки после активизации умственной деятельности в позднем восстановительном периоде.

Необходимо сразу отметить, что цель нашего исследования – изучение воздействия электростимуляции головного мозга с витамином РР на умственную деятельность. Умственная деятельность рассматривается и изучается у детей с легкой степенью задержки психического развития, функциональными расстройствами речи и последствиями сотрясения головного мозга. Эти состояния хорошо изучены, но на наш взгляд, недостаточно изучено церебральное кровообращение и не принято адекватное воздействие на мозговую гемодинамику.

Мы изучали механизмы регуляции мозговой гемодинамики, обусловленные влиянием задержки психического развития, функциональными расстройствами речи и последствиями сотрясения головного мозга. При этом функционирование мозга и системы мозговой гемодинамики нуждались в коррекции. Под факторами коррекции мы понимаем комплекс воздействий на центральную нервную систему, который улучшает умственные способности. Однако, прежде чем приступить к обсуждению результатов исследования, мы, как и в предыдущей главе, дадим формализованное описание влияния факторов комплексного воздействия на систему мозговой гемодинамики.

Ранее мы рассмотрели формализованное описание влияния легкой степени задержки психического развития, функциональных расстройств

речи и последствий сотрясения головного мозга на состояние физиологической системы. Было выявлено замедление скорости мозгового кровотока. Говоря в общем, влияние хронического стресса на изучаемую физиологическую систему не приводит к сколько-нибудь существенным изменениям её состояния, а вызывает лишь сдвиг равновесных значений показателя данной системы. Обратная ситуация возникает при комплексном воздействии, направленном на активизацию умственной деятельности. Коррекция действует в течение времени, которое наверняка больше, чем период компенсаторно-адаптационных процессов в физиологической системе. Другими словами, воздействие аппарата «ТРАНСАИР-01» с витамином РР на систему мозговой гемодинамики является стрессом. В самом деле, сопоставим период времени, в течение которого действуют непосредственно вышеуказанный комплекс, и период компенсаторно-адаптационных процессов в изучаемых системах.

Начнем с воздействия на активизацию мозговой деятельности у детей с задержкой психического развития легкой степени. Как известно, к нему относятся следующие психоневрологические изменения: замедленность запоминания, быстрота забывчивости, неточность воспроизведения, опосредованное запоминание.

Мы обработали записи о длительности проведения стимуляции головного мозга при легкой степени задержки психического развития и получили следующие выводы (рис. 27).

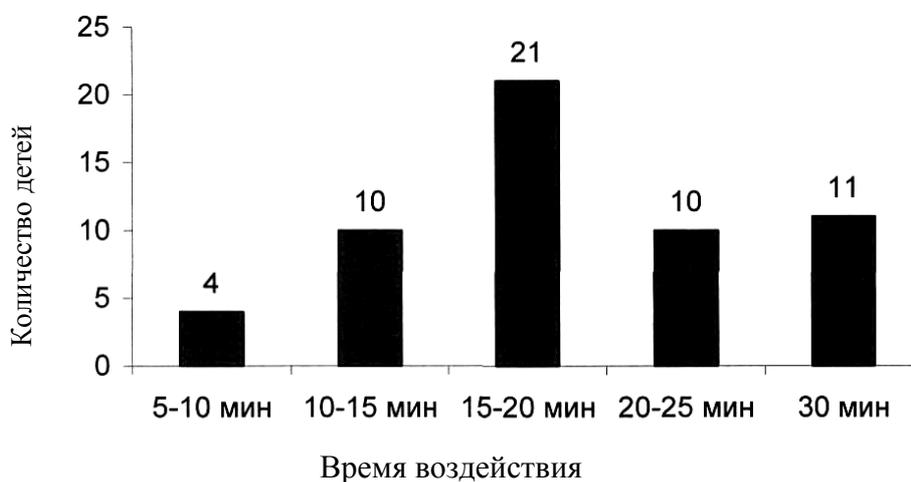


Рис. 27. Время электростимуляции головного мозга при легкой степени задержки психического развития

Таким образом, средняя продолжительность стимуляции головного мозга в комплексе с витамином РР при легкой степени составляет 15 – 20 минут.

При функциональных расстройствах речи наблюдаются следующие психоневрологические изменения: плохая память – забывчивость, замедленное запоминание, плохое воспроизведение звуков.

Длительность комплексного воздействия на мозговую деятельность у детей с функциональными расстройствами речи представлена на рис. 28.

Из рисунка видно, что средняя продолжительность электростимуляции головного мозга в комплексе с витамином РР при функциональных расстройствах речи также составляет 15 – 20 мин.

У детей с последствиями сотрясения головного мозга наблюдались следующие психоневрологические изменения: быстрая утомляемость, снижение смысловой памяти, замедленность запоминания, забывчивость.

Длительность комплексного воздействия на мозговую деятельность детей с последствиями сотрясения головного мозга представлена на рис. 29.

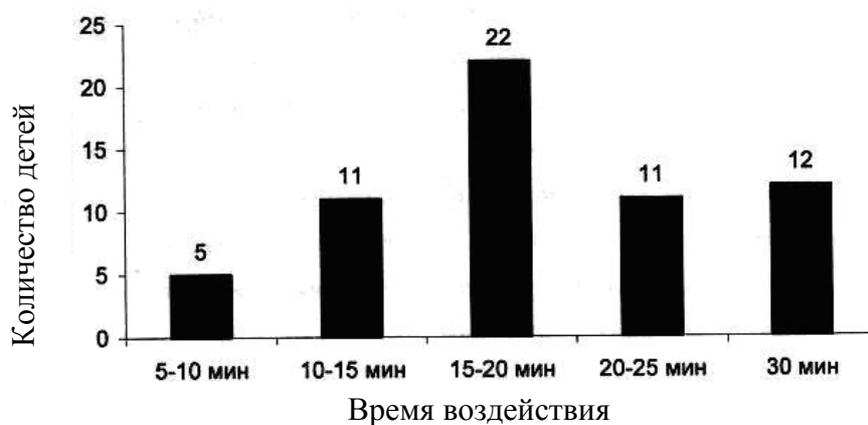


Рис. 28. Время электростимуляции головного мозга при функциональных расстройствах речи

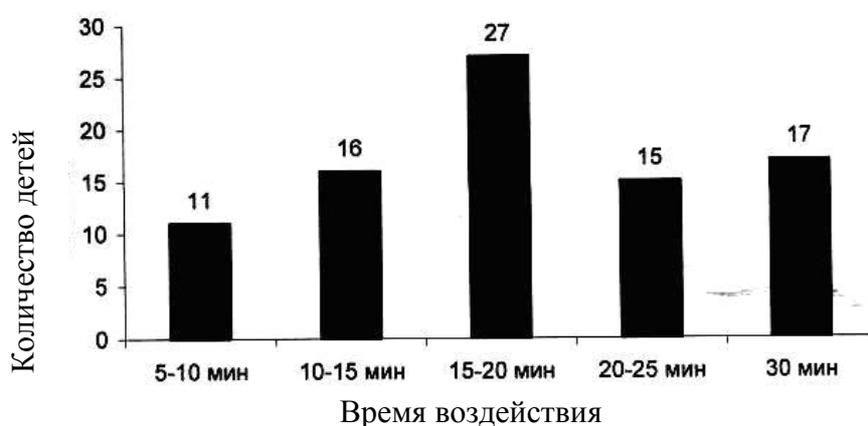


Рис. 29. Время электростимуляции головного мозга у детей с последствиями сотрясения головного мозга

Период компенсаторно-адаптационных процессов, возникающих в мозговой гемодинамике при действии на них стрессорных факторов, составляет, как было сказано выше, 5 – 14 сут. Таким образом, длительность воздействия много меньше, чем период адаптации данной физиологической системы. Следовательно, за время коррекции мозговой деятельности система не успевает адаптироваться к вновь созданным условиям функционирования: их состояние после окончания коррекции будет улучшаться.

Если воспользоваться всё той же моделью квантомеханического маятника, то влияние коррекционного комплекса на изучаемую систему можно представить как мгновенный сдвиг установочной точки, т. е. быстрое, за время много меньшее времени компенсаторно-адаптационных процессов изменение равновесного значения T_c . Такой сдвиг вызовет возникновение колебаний параметров изучаемых систем вокруг новых равновесных значений. Указанные колебания будут происходить в течение некоторого времени раннего посткоррекционного периода. Именно в это время могут возникнуть различного рода изменения деятельности изучаемой системы. Как показывает математическое моделирование, величина вероятности ранних посткоррекционных изменений зависит от отношения величины сдвига между докоррекционными и посткоррекционными равновесными значениями параметров, а также от среднеквадратичного отклонения (дисперсии) параметров в норме.

Пусть новые равновесные значения параметров физиологической системы связаны с докоррекционными следующим соотношением:

$$T_c' = T_c + D_c$$

где D_c – сдвиг равновесного значения параметра мозговой гемодинамики T_c . Тогда мы можем вычислить вероятности расстройств со стороны изучаемой системы.

Влияние стимуляции и витамина РР на мозговую гемодинамику можно рассматривать как слабое возмущение.

Следовательно, для величины сдвига равновесного значения параметра мозговой гемодинамики T_c справедливо соотношение

$$D_c / 2S_c \ll 1, \quad (2)$$

где S_c – среднее квадратичное отклонение значений T_c в норме.

На основании соотношения (2) получаем, что в послекоррекционном периоде среднее значение параметра мозговой гемодинамики будет совершать периодические колебания вокруг нового равновесного значения

$$T_c' = T_c + D_c,$$

причем эти колебания будут затухающими: они станут неотличимыми от статистических флуктуаций.

Если принять, что частота возникающих колебаний в системе внутречерепного кровообращения близка к частоте околосуточных колебаний, то получим следующее: под действием стрессорных факторов, каковой является стимуляция с витамином РР, в системе мозгового кровообращения возбуждаются циркадные колебания ее параметров. Эти колебания существуют пока длятся компенсаторно-адаптационные процессы в данной физиологической системе. Таким образом, теоретические результаты приводят к взаимосвязи стресс-реакций мозговой гемодинамики с возникновением циркадных ритмов ее параметров. Необходимо отметить, что такую связь указывали некоторые авторы. Так, в работе В.Н. Реушкина [121] подчеркивается, что у хорошо адаптированного здорового организма циркадный ритм изменения различных параметров практически отсутствует, он появляется лишь при действии стрессорных факторов. На основании большого числа экспериментов по моделированию стресс-реакций автор делает вывод о том, что циркадный ритм характеризует степень неадаптированности организма.

При возникновении колебаний параметров мозговой гемодинамики ее механизмы регуляции находятся в состоянии напряжения. Ясно, что при этом возможен уход данной физиологической системы из состояния нормального функционирования. Как было показано в работе А.С. Болотина [17], вероятность такого ухода может быть рассчитана по формуле

$$P_{00} = 1 - \exp\left(-\frac{D^2}{4s_c^2} t\right). \quad (3)$$

Видно, что эта вероятность существенна в начальные моменты времени после коррекции, в дальнейшем она по экспоненциальному закону стремится к нулю. Напряжение механизмов регуляции мозговой гемоди-

намики может, очевидно, привести к срыву этих механизмов и, следовательно, к различным расстройствам церебрального кровообращения. Поэтому вероятность (3) может служить верхней оценкой частоты послекоррекционных расстройств со стороны данной системы. Другими словами, величина вероятности ухода системы из нормы определяет максимально возможное число послекоррекционных изменений с ее стороны. Естественно, что реальная частота осложнений может быть гораздо ниже определяемой таким образом величины. Кроме того, из формулы (3) следует, что пик частоты осложнений приходится на первые моменты времени после коррекции, ибо в это время наиболее высока вероятность ухода мозговой гемодинамики из состояния нормального функционирования. Реально же между срывом механизмов регуляции и возникновением измененного процесса, а тем более и появлением психоневрологических симптомов всегда проходит определенный промежуток времени, который зависит от многих причин, в частности, от числа уровней регуляции и управления данной физиологической системы. Поэтому не все возникающие расстройства мозгового кровообращения проявятся именно в первые моменты посткоррекционного периода, они будут проявляться на разных этапах посткоррекционного периода.

Приступим теперь к анализу результатов радиоциркулографии, полученных при обследовании детей, в посткоррекционном периоде. Радионуклидное определение скорости мозгового кровотока проводилось в следующие моменты посткоррекционного периода.

Начальное измерение осуществлялось в течение первых суток посткоррекционного периода, затем измерения проводились с интервалом примерно в 24 ч на вторые, третьи сутки. Были проведены измерения также на пятые, седьмые и четырнадцатые сутки (рис. 30 – 32). Результаты, полученные для каждого момента измерения, подвергались статистической обработке; объемы вариационных рядов подбирались примерно одинаковыми.

Статистические характеристики полученных распределений T_c помещены в табл. 19. Как видно из рис. 30 – 32, динамика изменения средних значений вариационных рядов имеет явно колебательный характер, причем ритм колебаний близок к суткам. Кроме того, видно, что во всех об-

следованных группах колебания среднего значения T_c затухают примерно к 5-м суткам послекоррекционного периода: именно к этому сроку изменение среднего значения становится статистически недостоверным. Следовательно, период адаптационно-компенсаторных процессов в системе мозгового кровообращения составляет примерно 5 суток. Эта величина полностью совпадает с вышеприведенными литературными данными, полученными на основании наблюдений посткоррекционной динамики изменения скорости мозгового кровообращения.

По приведенным в табл. 19 значениям был рассчитан новый уровень равновесия параметров мозговой гемодинамики T_c , устанавливающийся в результате коррекции. Расчет равновесного значения производился по формуле временного усреднения:

$$F_t = \int_Y R(t) dt F(T),$$

где $F(t)$ – среднее значение вариационного ряда для момента измерения t ; $R(t)$ – весовой коэффициент; Y – период усреднения.

Весовые коэффициенты $R(t)$ определялись следующим образом. Исходили из предположения об экспоненциальном затухании колебаний параметров мозговой гемодинамики, показатель экспоненты при этом брали в виде $t_a = 5$ суткам. На этом основании весовой коэффициент был принят равным

$$R(t) = [1 - \cos(2\pi \frac{t}{t_a})]^{-1}. \quad (4)$$

Смысл формулы (4) состоит в том, что среднее значение вариационного ряда, будучи умноженным на весовой коэффициент, дает величину, которая бы имела место в данный момент посткоррекционного периода, если бы колебания параметра мозговой гемодинамики не были затухающими. Выбор именно такого весового коэффициента соответствует теоретической модели и позволяет адекватно определить новое равновесное значение параметра мозговой гемодинамики.

4.2. Исследования мозгового кровотока в посткоррекционном периоде

Полученные новые равновесные значения вместе с докоррекционными уровнями равновесия мозговой гемодинамики, а также разности между этими значениями представлены в табл. 19, 20.

По этим разностям, приведенным в табл. 20, были вычислены теоретические распределения значений T_c для каждого момента измерения, теоретические распределения были затем сопоставлены с реальными. Такое сопоставление представлено также и на рис. 30 – 32.

Таблица 19

Результаты радиоциркулографии в посткоррекционном периоде

Группа обследованных	Сроки обследования (сутки после коррекции)					
	1 = е	2 = е	3 = е	5 = е	7 = е	14 = е
1. С легкой степенью задержки психического развития	29,21±0,23	27,66±0,21	23,33±0,22	19,00±0,22	19,00±0,22	16,60±0,22
	29,71±0,22	28,20±0,22	24,00±0,22	19,70±0,22	19,70±0,22	16,20±0,2
2. С функциональным расстройством речи	31,86±0,18	27,80±0,20	23,54±0,20	19,31±0,20	16,31±0,20	16,20±0,20
	32,95±0,18	28,10±0,20	23,70±0,20	19,60±0,20	16,60±0,20	16,44±0,20
3. С последствиями сотрясения головного мозга	34,85±0,18	30,00±0,20	26,55±0,20	22,47±0,20	18,41±0,20	16,30±0,20
	32,33±0,18	30,40±0,20	26,00±0,20	22,10±0,20	18,80±0,20	16,75±0,20

Примечание. Верхнее число – значение T_c справа, нижнее число – значение T_c слева.

Таблица 20

Значения равновесного уровня T_c до и после коррекции

Вид нарушений	T_c , с		Разность (T_c до – T_c) после
	до коррекции	после коррекции	
1. Легкая степень задержки психического развития	29,21±0,23	16,60±0,22	12,61±0,22
	29,71±0,22	16,20±0,2	13,51±0,22
2. Функциональные расстройства речи	31,86±0,18	16,20±0,20	15,66±0,18
	32,95±0,18	16,44±0,20	16,51±0,18
3. Последствия сотрясения головного мозга	34,85±0,18	16,30±0,20	18,55±0,20
	32,33±0,18	16,75±0,20	18,58±0,20

Примечание. Верхнее число – значение T_c справа, нижнее число – значение T_c слева.

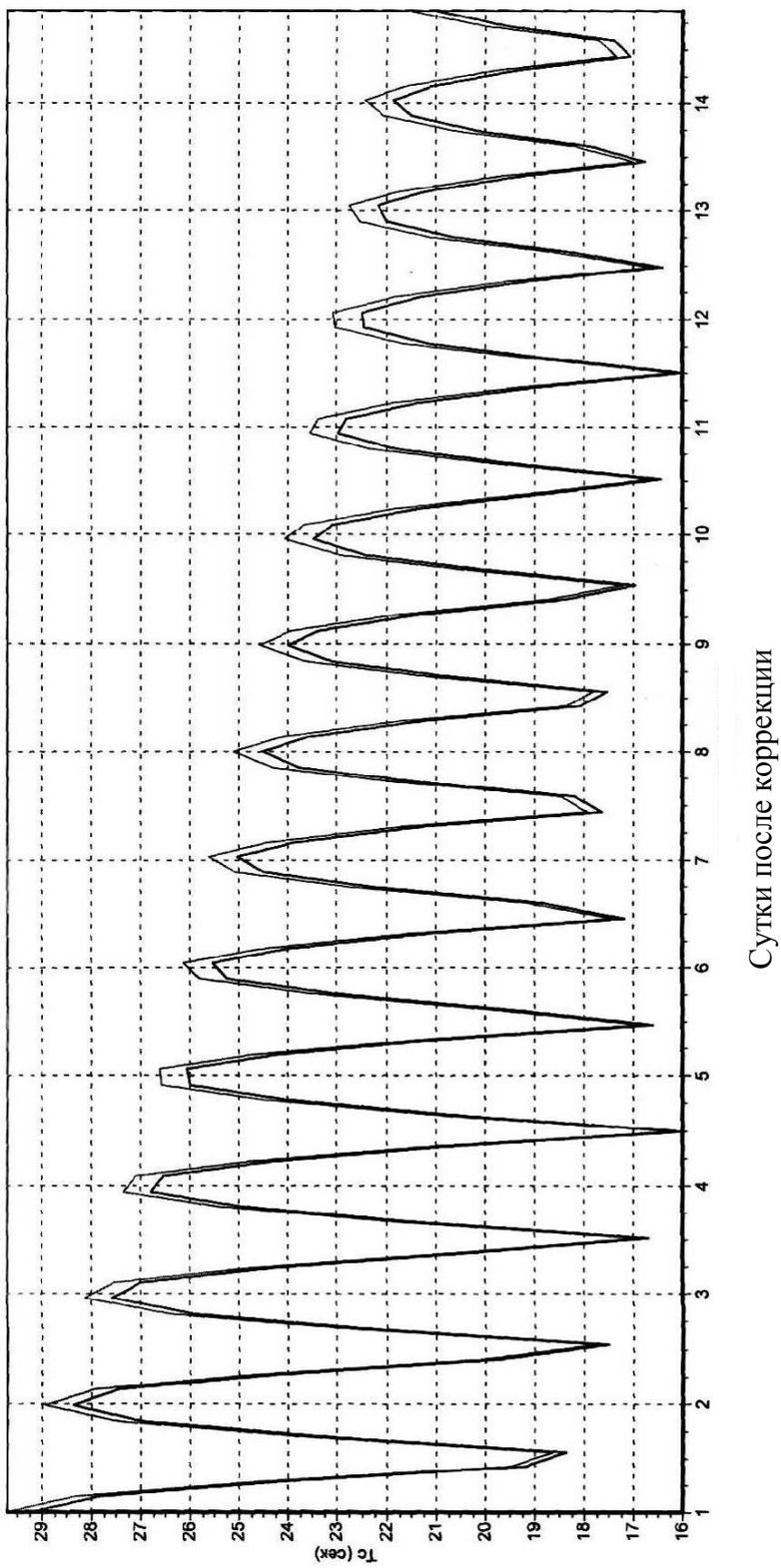


Рис. 30. Динамика значений параметра T_c после стимуляции головного мозга у детей с задержкой психического развития легкой степени: черный – значение параметра T_c справа; серый – значение параметра T_c слева

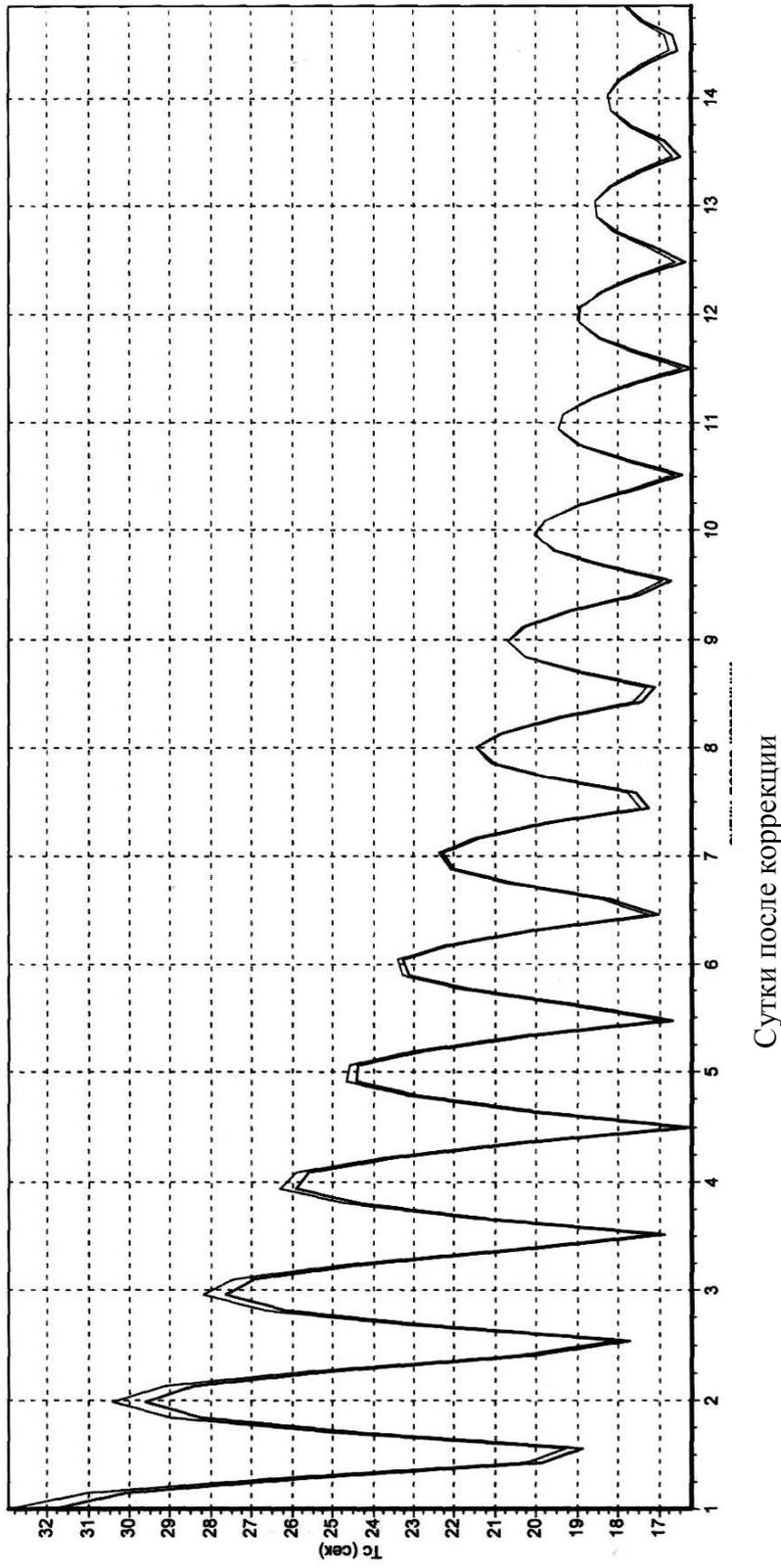


Рис. 31. Динамика значений параметра T_c после стимуляции головного мозга у детей с функциональными расстройствами речи: черный – значение параметра T_c справа; серый – значение параметра T_c слева

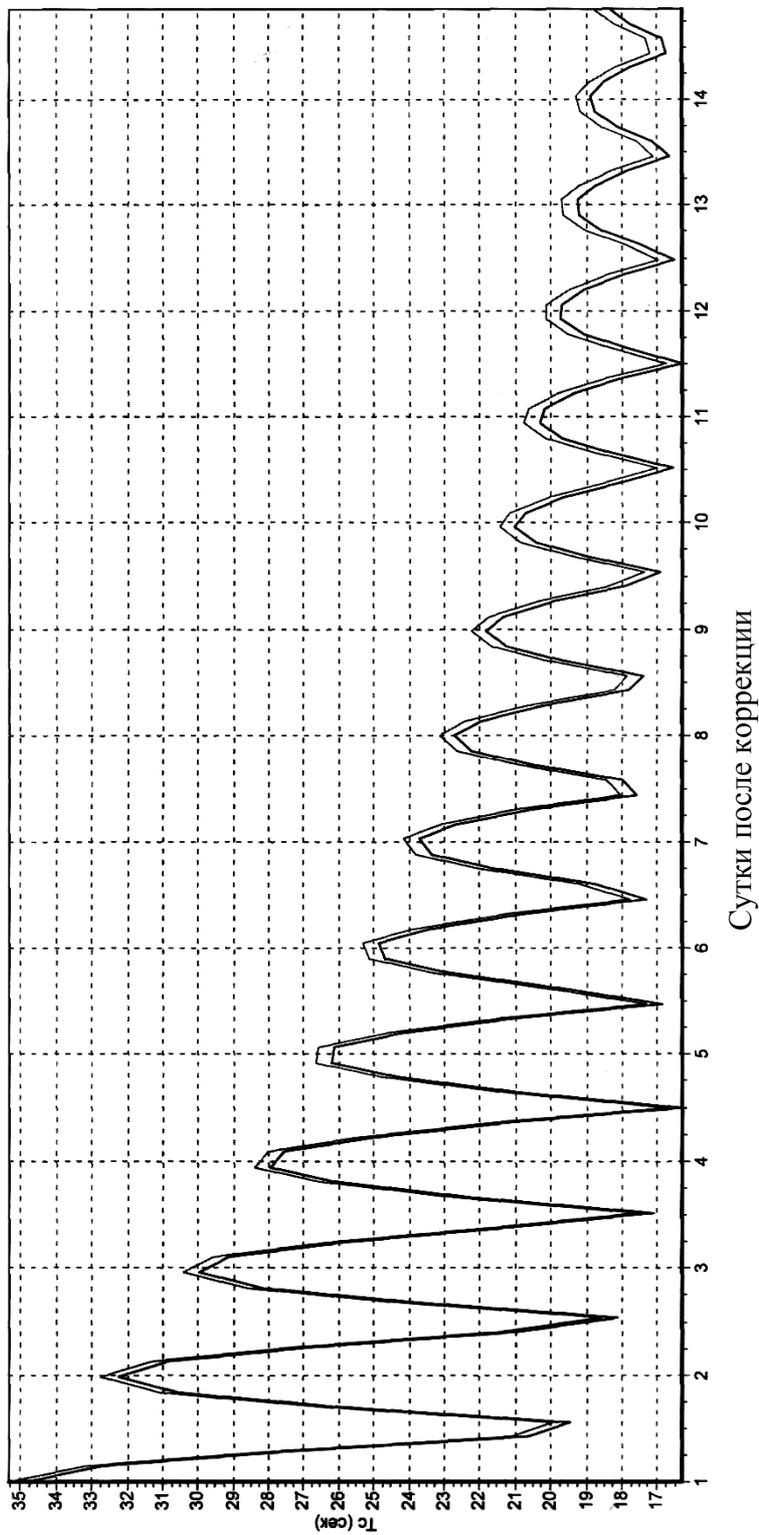


Рис. 32. Динамика значений параметра T_c после стимуляции головного мозга у детей с последствиями сотрясения головного мозга: черный – значение параметра T_c справа; серый – значение параметра T_c слева

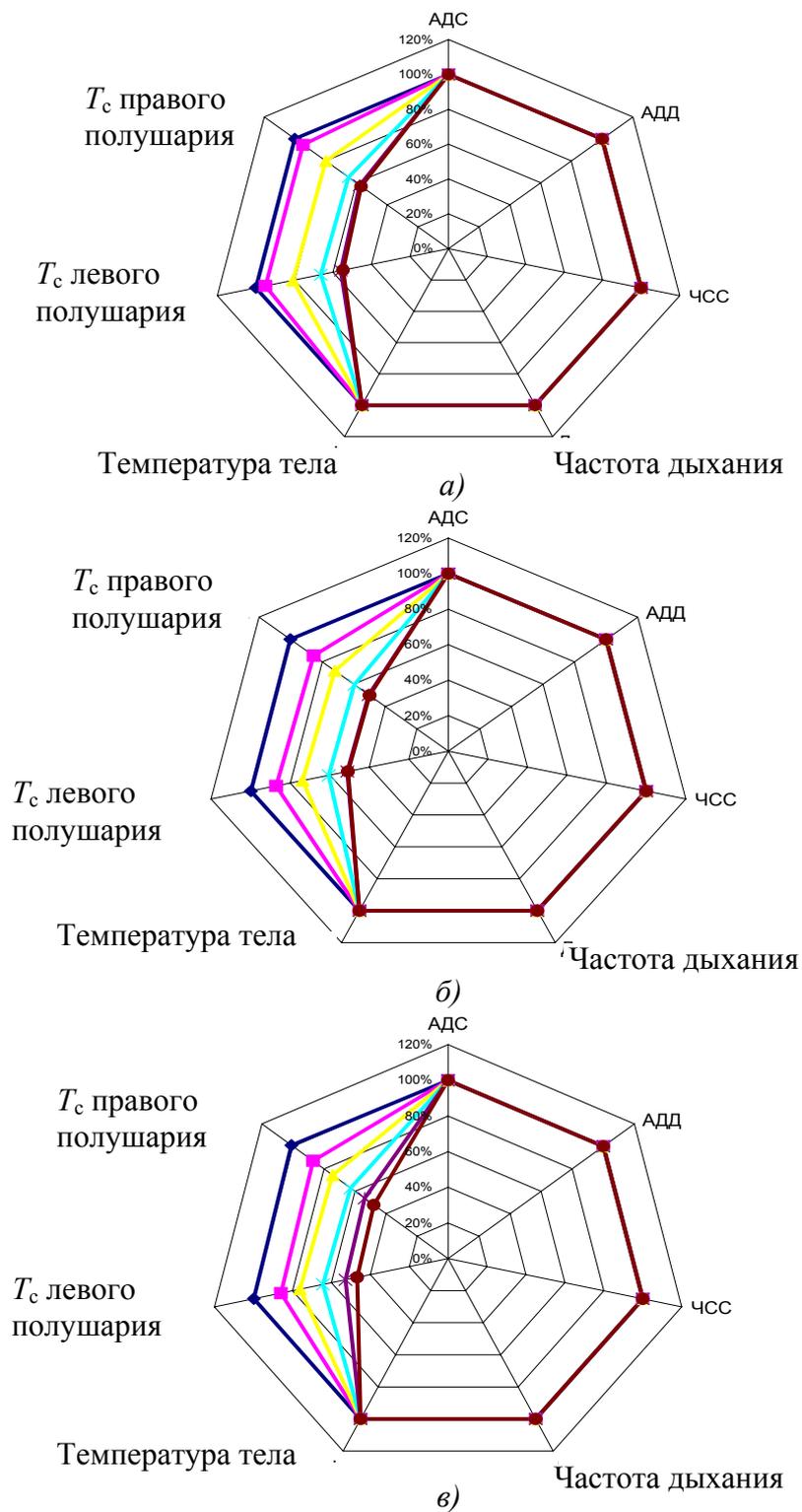


Рис. 33. Динамика показателя T_c (мозгового кровотока) в посткоррекционный период у детей: а – с легкой степенью задержки психического развития; б – с функциональными расстройствами речи; в – перенесших сотрясение головного мозга: \blacklozenge – 1-е сут; \blacksquare – 2-е сут; \blackstar – 3-е сут; \blacktriangle – 5-е сут; \bullet – 14-е сут

Из диаграмм (рис. 33) видно, что в результате стимуляции происходит постепенное улучшение скорости мозгового кровотока с 1 – 14-е сутки у детей как с легкой степенью задержки психического развития, функциональными расстройствами речи, так и с последствиями сотрясения головного мозга. За 100 % принято докоррекционное значение физиологических показателей.

Была использована методика А. Р. Лурия для оценки состояния памяти, произвольного внимания, а также для учета эффективности запоминания. В этом методе испытуемому ставится задача о запоминании 10 слов в любом порядке. Как правило, детям с задержкой психического развития требуется не менее 8 – 10 предъявлений для полного или почти полного воспроизведения. Дети с легкой степенью задержки психического развития и последствиями сотрясения головного мозга воспроизводят, как правило, первые и последние слова. После же проведенной стимуляции отмечалось улучшение воспроизведения после 4 – 5 предъявления, что подтверждало активизацию умственной деятельности. После активизации умственной деятельности дети стали воспроизводить 6 – 7 слов из предъявленных 10, что подтверждает наши предположения.

Представленное сопоставление выявило достоверное согласие между теоретическими и измеренными результатами, что полностью подтверждает справедливость проведенного выше математического анализа. Видно, что характер колебаний средних значений T_c во всех трех обследованных группах близок к косинусоидальному. Кроме того, наглядно проявляется одна из фаз стресс-реакции – реакция ожидания. Действительно, как видно из рис. 30 – 32, электростимуляция в комплексе с витамином РР вызывает перестройку равновесного уровня скорости мозговой гемодинамики: скорость мозгового кровообращения, отвечающая нормальному функционированию, возрастает во всех трех исследуемых группах. Однако изменение равновесного значения происходит настолько быстро, что образуется отклонение параметра гемодинамики T_c от нормы. Причем по отношению к уровню равновесия значения T_c сразу после коррекции являются ускоренными. Поэтому происходит компенсаторное увеличение скорости мозгового кровообращения относительно нормы. Тем самым система внутрисерепного кровообращения готовится к повторному воздействию стрессорных факторов: активность функционирования мозговой гемодинамики на первые сутки понижается, ко вторым суткам происходит ее активизация. Колебательный процесс в данной системе происходит до тех пор, пока не

закончится адаптация мозговой гемодинамики к новым условиям нормального функционирования, т. е. примерно до седьмых суток.

Интересно отметить, что период длительности процессов адаптации в системе мозгового кровообращения для всех групп обследованных детей почти одинаков. Более того, этот период, как уже указывалось, совпадает с периодом адаптационных процессов в посткоррекционном состоянии, который определялся в экспериментах. Таким образом, мы приходим к выводу об универсальности адаптационных процессов, происходящих в мозговой гемодинамике при влиянии на нее стресс-факторов. Данный вывод может иметь значение при экспериментальном моделировании реакций мозгового кровообращения на различные воздействия.

По результатам радиоциркулографии были вычислены значения вероятности ухода системы мозгового кровообращения из состояния нормального функционирования в различные моменты посткоррекционного периода. Эти значения представлены в табл. 21.

Вероятность ухода из нормы действительно наиболее существенна в течение первых суток после коррекции, в дальнейшем падает. Следовательно, наиболее высока в этот момент и вероятность возникновения изменений в сосудистой системе головного мозга.

Таблица 21

Значения вероятности ухода мозговой гемодинамики из нормального состояний после электростимуляции в комплексе с витамином РР (%)

Группа обследованных	Сутки после коррекции					
	1 = e	2 = e	3 = e	5 = e	7 = e	14 = e
1. С легкой степенью задержки психического развития	7,6±0,6	6,7±0,6	4,1±0,6	1,5±0,6	0,2±0,6	0,0±0,6
	7,7±0,6	6,8±0,6	4,3±0,6	1,7±0,6	0,0±0,6	0,0±0,6
2. С функциональной расстройством речи	9,2±0,4	6,8±0,4	4,2±0,4	1,7±0,4	0,0±0,4	0,0±0,4
	9,6±0,4	6,7±0,4	4,1±0,4	1,7±0,4	0,0±0,4	0,0±0,4
3. С последствиями сотрясения головного мозга	11,1±3,2	8,1±3,2	6,0±3,2	3,6±3,2	1,1±3,2	0,0±3,2
	11,0±3,1	8,2±3,1	5,5±3,1	3,2±3,1	1,2±3,1	0,0±3,1

Примечание. Верхнее число – значение вероятности для правого полушария, нижнее – для левого.

Сравнение значений вероятности ухода для различных групп обследованных детей показывает, что эти значения наиболее велики после воздействия электростимуляции в комплексе с витамином РР на детей, перенесших сотрясение головного мозга. Вероятность ухода мозговой гемодинамики из нормы после воздействия электростимуляции на детей с легкой

степенью задержки психического развития и на детей с функциональными расстройствами речи примерно одинакова.

Выше было высказано предположение о том, что верхняя оценка возможных посткоррекционных изменений со стороны мозговой гемодинамики может быть определена по вероятности ухода этой системы из нормального состояния. С целью проверки данного предположения мы сравнили рассчитанные значения вероятности ухода с частотой различных осложнений со стороны мозговой гемодинамики в посткоррекционном периоде, которые наблюдали некоторые авторы и мы сами.

Данных о частоте посткоррекционных изменений церебральной гемодинамики у детей с легкой степенью задержки психического развития и функциональными расстройствами речи, мы, к сожалению, не встретили в соответствующей литературе. Очевидно, отсутствие необходимой аппаратуры, позволяющей объективно оценить состояние внутричерепного кровообращения, а также изучение цереброваскулярных изменений в посткоррекционном периоде не позволили адекватно распознавать те или иные проявления расстройств. В самом деле, зачастую психоневрологические расстройства: жалобы учащегося на головную боль, головокружение, некоторая заторможенность сознания, замедленное запоминание, быстрота забывания, неточность воспроизведения, опосредованность запоминания и другие малые психоневрологические признаки – расцениваются как следствие коррекционного действия.

В нашем распоряжении имелось специально сконструированное кресло, с помощью которого амбулаторно можно было осуществлять метод радиоциркулографии. Это давало возможность проводить клинкорационуклидное исследование головного мозга, что обеспечивало объективную оценку состояния данной физиологической системы.

Из всех изменений со стороны мозговой гемодинамики, которые мы выявили у детей в раннем посткоррекционном периоде, отмечалось расстройство памяти: забывчивость, неравномерность в процессах запоминания, неточность воспроизведения, несовершенство памяти, обусловленное плохой переработкой воспринимаемого материала, опосредованность запоминания, неумение целенаправленно заучивать и припоминать.

Нами наблюдались такие изменения, которые объективно сопровождались улучшением мозгового кровообращения на радиоциркулограмме и улучшением памяти: продуктивность воспроизведения запоминаемого материала, абстрактность запоминания, улучшение понимания воспроизводимого материала, понимание и запоминание отвлечённых словесных объяснений.

У двоих детей на третьи сутки было выявлено улучшение мозгового кровотока. Вместе с тем у одного учащегося на радиоциркулограмме левого полушария было выявлено значительное увеличение скорости мозгового кровотока, у второго ребенка наблюдалась аналогичная радиоциркулографическая картина справа. Симптоматика в обоих случаях была типичной для изменения мозгового кровотока. Во всех случаях, когда подозревалось изменение мозгового кровотока, начинала улучшаться память.

В табл. 22 представлены вероятности ухода мозговой гемодинамики из нормального состояния и наблюдавшиеся нами частоты посткоррекционных изменений с ее стороны. Из таблицы следует, что предположение о возможности оценки верхней границы вероятности изменений по вероятности ухода из нормы действительно вполне справедливо. Реальные значения не превышают теоретических; кроме того, между собой, т. е. для различных типов задержки психического развития, они находятся примерно в том же соотношении, что и теоретические. Для большей уверенности мы проанализировали реальные значения с помощью метода Монте-Карло. Анализ производился следующим образом. Строились ряды случайных чисел, не превышающих теоретические значения; полученные таким образом вариационные ряды были усреднены, и ряд средних значений сравнивался с рядом реальных значений, помещенных в табл. 22. Такое сравнение показало высокое совпадение, что свидетельствует в пользу доказываемого предположения.

Таблица 22

Сопоставление значений вероятности ухода мозговой гемодинамики из нормального состояния с частотами наблюдавшихся цереброваскулярных изменений в раннем посткоррекционном периоде (1 – 14-е сут)

Группа обследуемых	Вероятность ухода, %	Частота изменений	
		Абсолютное число	от общего количества, %
1. С легкой степенью задержки психического развития (57 чел.)	52,2 ± 3,2	28	49,1
	48,6 ± 3,1	26	45,6
2. С функциональными расстройствами речи (62 чел.)	48,8 ± 3,2	29	46,8
	51,3 ± 3,1	30	48,3
3. С последствиями сотрясения головного мозга (86 чел.)	54,0 ± 3,2	44	51,2
	51,8 ± 3,1	42	48,8

Примечание. Верхнее число характеризует правое полушарие, нижнее – левое.

Нами были рассмотрены результаты психоневрологической радионуклидного обследования мозговой гемодинамики и вегетативных изменений со стороны нервной системы у детей в ранние сроки после коррекции по поводу задержки психического развития легкой степени, функциональных расстройств речи, последствий сотрясения головного мозга. Результаты анализировались на основе разработанного математического описания влияния факторов комплекса электростимуляции головного мозга с витамином РР на состояние физиологической системы.

Базовым пунктом разработанного математического описания являлся анализ соотношения длительности исследуемого процесса и периода компенсаторно-адаптационных процессов в исследуемой физиологической системе. Обработка записей показала, что длительность воздействия электростимуляции независимо от изучаемых групп составляет 15 – 30 минут. С другой стороны, согласно литературным данным, период компенсаторно-адаптационных процессов, возникающих в мозговой гемодинамике при действии на них стрессорных факторов, составляет от 5 до 14 суток. Таким образом, длительность воздействия непосредственных факторов коррекции много меньше, чем период адаптации данной физиологической системы. Следовательно, за время воздействия предлагаемого комплекса эта система успевает адаптироваться к вновь созданным условиям функционирования: их состояние сразу после окончания коррекции будет приближаться к нормальному. Поэтому сразу после коррекции возникает рассогласование состояния физиологической системы и возникающими в результате воздействия условиями адекватного функционирования. Получившееся рассогласование компенсируется активацией компенсаторно-адаптационных процессов и вызывает напряжение регуляторных механизмов физиологической системы. Последнее может привести к уходу системы из нормального состояния и, следовательно, к различным изменениям с её стороны, которые проявляются до 5 сут посткоррекционного периода.

Математическое описание посткоррекционного состояния мозговой гемодинамики приводит к выводу о том, что под действием факторов электростимуляции головного мозга в этой системе возбуждаются околосуточные колебания ее параметров. Колебания являются затухающими: они существуют, пока длятся адаптационные процессы в системе внутричерепного кровообращения. Результаты радиационного обследования мозгового кровообращения в раннем посткоррекционном периоде (1 – 5-е сутки) пол-

ностью подтвердили данный теоретический вывод. Было выявлено также, что величина периода адаптационных процессов в мозговой гемодинамике не зависит от изучаемых групп и равна примерно 7 сут.

При возникновении колебаний параметров мозговой гемодинамики ее механизмы регуляции находятся в состоянии напряжения. Вероятность ухода системы мозгового кровообращения из состояния нормального функционирования при действии на нее стрессорных факторов наиболее существенна, как показывают теоретические расчеты, сразу после коррекции, в дальнейшем эта вероятность по экспоненциальному закону стремится к нулю. Напряжение механизмов регуляции мозговой гемодинамики может приводить к срыву этих механизмов и, следовательно, к различным изменениям церебрального кровообращения. По этой причине вероятность ухода данной системы из нормального состояния может служить верхней оценкой частоты посткоррекционных изменений со стороны мозгового кровообращения. По результатам радиоциркулографии были рассчитаны конкретные значения указанной вероятности в различные моменты посткоррекционного периода. Оказалось, что последняя действительно наиболее существенна в течение первых суток после коррекции, в последующие сроки она быстро падает. Сравнение значений вероятности ухода мозговой гемодинамики из нормального состояния для различных групп обследованных детей показывает, что такие значения наиболее велики после электростимуляции детей, перенесших сотрясение головного мозга. Эти же значения после электростимуляции детей с легкой степенью задержки психического развития и у детей с функциональными расстройствами речи примерно совпадают. Таким образом, посткоррекционное изменение со стороны сосудистой системы головного мозга оказывается наиболее высоким в первые сутки после коррекции.

Результаты теоретических расчетов о возможной частоте цереброваскулярных изменений в раннем посткоррекционном периоде были сопоставлены с литературными данными и собственными радиоциркулографическими исследованиями мозговой гемодинамики у детей. С этой целью использовались специально сконструированное кресло и многодатчиковый радиоциркулограф, позволяющий вести исследования в ручном режиме. Анализ случаев по группам обследованных детей показал, что наибольшая частота улучшения памяти имеет место в 7 – 14-е сутки после электростимуляции головного мозга у детей с последствиями сотрясения головного

мозга. Сопоставление теоретических расчетов с реальными частотами подтвердило справедливость оценки посткоррекционных изменений по вероятности ухода мозговой гемодинамики из нормального состояния.

Таким образом, психоневрологическое и радионуклидное обследование мозговой гемодинамики вегетативных изменений нервной системы, а также математический анализ результатов такого обследования позволяют получить нетривиальную информацию о состоянии механизмов регуляции данных физиологических систем в раннем посткоррекционном периоде.

Ранее мы рассмотрели формализованное описание влияния роста изучаемого процесса на состояние мочевыделительной системы. Было выявлено, что вследствие медленного развития данного процесса по сравнению со скоростью адаптации мозговой гемодинамики и мочевыделительной системы, состояние последних является нормальным. Говоря в общем, влияние хронического стресса на изучение физиологической системы не приводит к сколь-либо существенным изменениям их состояния и вызывает лишь сдвиг равновесных значений показателей данной системы.

Начнем с задержки психического развития. Мы провели статистическую обработку записей о длительности проведения коррекции (табл. 23).

Таблица 23

Длительность проведения коррекции у детей по поводу задержки психического развития легкой степени

Время, ч	Число обследуемых, %
Менее часа	0
1 – 2	10 (19 %)
2 – 3	21 (40 %)
3 – 4	10 (19 %)
4 – 5	11 (20 %)
Более 5	1 (2 %)
Всего	53 (100 %)

Таким образом, средняя продолжительность типовой коррекции по поводу задержки психического развития легкой степени составляет 2 – 3 часа.

Длительность коррекции по поводу функциональных расстройств речи зависит, естественно, от локализации данного процесса. Из этой категории детей нами были обследованы учащиеся с функциональными рас-

стройствами речи с различной локализацией данного процесса. Результаты статистической обработки помещены в табл. 24. Из таблицы видно, что средняя длительность коррекции по поводу функциональных расстройств речи составляет 1 – 2 часа.

Остановимся на остаточных явлениях сотрясения головного мозга. Мы провели статистическую обработку записей о длительности проведения коррекции и получили следующее (табл. 25).

Таблица 24

Длительность проведения коррекции у детей по поводу функциональных расстройств речи

Время, ч	Число обследуемых, %
Менее часа	6 (20 %)
1 – 2	19 (63 %)
2 – 3	4 (13 %)
3 – 4	1 (4 %)
4 – 5	0
Более 5	0
Всего	30 (100 %)

Таблица 25

Длительность проведения коррекции у детей по поводу остаточных явлений сотрясения головного мозга

Время, ч	Число обследуемых, %
Менее часа	0
1 – 2	26 (63 %)
2 – 3	7 (17 %)
3 – 4	6 (15 %)
4 – 5	2 (5 %)
Более 5	0
Всего	41 (100 %)

Период компенсаторно-адаптационных процессов, возникающих в мозговой гемодинамике и мочевыделительной системе при действии на них стрессорных факторов, составляет, как было сказано выше, 5 – 14 суток. Таким образом, длительность воздействия непосредственных факторов коррекции много меньше, чем период адаптации данных физиологических систем. Следовательно, за время коррекции эти системы не успевают

адаптироваться к вновь созданным условиям функционирования: их состояние после коррекции будет оставаться примерно тем же, что и до коррекции. Поэтому сразу после коррекции возникает рассогласование между состоянием этих физиологических систем и получившимися в результате вмешательства условиями адекватного функционирования. Данное рассогласование будет компенсироваться активацией компенсаторно-адаптационных процессов и вызовет напряжение механизмов регуляции систем. Последнее может привести к уходу систем из нормального состояния и, следовательно, к различным расстройствам с их стороны, которые проявятся в различные моменты после коррекции.

Если воспользоваться всё той же моделью квантомеханического маятника, то влияние коррекции на изучаемые системы можно представить как мгновенный сдвиг установочной точки, то есть быстрое, за время много меньшее времени компенсаторно-адаптационных процессов, изменение равновесных значений T_c , $T_{1/2в}$, T_{\max} . Такой сдвиг вызовет возникновение колебаний параметров изучаемых систем вокруг новых равновесных значений. Указанные колебания будут происходить в течение некоторого раннего послекоррекционного периода времени. Именно в это время могут возникнуть различного рода расстройства деятельности изучаемых систем. Как показывает математическое моделирование, величина вероятности ранних послекоррекционных расстройств зависит от отношения величины сдвига между докоррекционными и послекоррекционными равновесными значениями параметров, а также от среднеквадратичного отклонения (дисперсии) параметров в норме.

Пусть новые равновесные значения параметров физиологических систем связаны с докоррекционными следующими соотношениями

$$T_c' = T_c + D_c \quad (5)$$

$$T_{\max}' = T_{\max} + D_{\max} \quad (6)$$

$$T_{1/2} = T_{1/2} + D_{1/2} \quad (7)$$

где D_c – сдвиг равновесного значения параметра мозговой гемодинамики T_c , D_{\max} , $D_{1/2}$ – сдвиги равновесных значений параметров мочевыделительной системы T_{\max} , $T_{1/2}$ соответственно. Тогда мы можем вычислить вероятности расстройств со стороны изучаемых систем.

Влияние коррекции на мозговую гемодинамику можно рассматривать как слабое возмущение. Такое рассмотрение обосновывается следующими соображениями:

– коррекционное поле при задержке психического развития легкой степени, функциональных расстройствах речи, а также при остаточных явлениях сотрясения головного мозга расположено недалеко от систем мозгового кровообращения;

– высокая стабильность показателей мозгового кровообращения обуславливает неизменность этих показателей при весьма большом диапазоне изменений общей гемодинамики.

Следовательно, для величины сдвига равновесного значения параметра мозговой гемодинамики T_c справедливо соотношение:

$$D_c / 2S_c \ll 1, \quad (8)$$

где S_c – среднее квадратичное отклонение значений T_c в норме. На основании соотношения (8) получаем, что в послекоррекционном периоде среднее значение параметра мозговой гемодинамики будет совершать периодические колебания вокруг нового равновесного значения

$$T_c' = T_c + D_c \quad (9)$$

причем эти колебания будут затухающими: они станут неотличимыми от статистических флуктуаций примерно к моменту времени $(1/\lambda^m)$.

Если принять, что частота возникающих колебаний в системе внутричерепного кровообращения близка к частоте околосуточных колебаний, то получим следующее: под действием стрессорных факторов, каковыми являются факторы коррекции, в системе мозгового кровообращения возбуждаются циркадные колебания ее параметров. Эти колебания существуют, пока длятся компенсаторно-адаптационные процессы в данной физиологической системе; так что величина % мин характеризует период таких процессов. Таким образом, теоретические результаты приводят к взаимосвязи стресс-реакции мозговой гемодинамики с возникновением циркадных ритмов ее параметров. Необходимо отметить, что на такую связь указывали некоторые авторы. Так, в работе В. Н. Реушкина [121] подчеркивается, что у хорошо адаптированного здорового организма циркадный ритм изменения различных параметров практически отсутствует, он появляется лишь при действии стрессорных факторов. На основании большого числа экспериментов по моделированию стресс-реакций автор

делает вывод о том, что циркадный ритм характеризует степень неадаптированности организма.

При возникновении колебаний параметров мозговой гемодинамики ее механизмы регуляции находятся в состоянии напряжения. Ясно, что при этом возможен уход данной физиологической системы из состояния нормального функционирования. Как было показано в работе А. С. Болотина [17], вероятность такого ухода может быть рассчитана по формуле

$$P_{\text{ОО}} = 1 - \exp\left(-\frac{D^2}{4s_c^2} \frac{t}{t_a}\right). \quad (10)$$

Видно, что эта вероятность существенна в начальные моменты времени после коррекции, в дальнейшем она по экспоненциальному закону стремится к нулю. Напряжение механизмов регуляции мозговой гемодинамики может, очевидно, привести к срыву этих механизмов и, следовательно, к различным расстройствам церебрального кровообращения. Поэтому вероятность (10) может служить верхней оценкой частоты послекоррекционных расстройств со стороны данной системы. Другими словами, величину вероятности ухода системы из нормы определяет максимально возможное число послекоррекционных осложнений с ее стороны. Естественно, что реальная частота осложнений может быть гораздо ниже определяемой таким образом величины. Кроме того, из формулы (10) следует, что пик частоты осложнений приходится на первые моменты времени после коррекции, ибо в это время наиболее высока вероятность ухода мозговой гемодинамики из состояния нормального функционирования. Однако при этом неявно предполагается, что любой срыв механизмов регуляции данной системы немедленно приводит к появлению клинической симптоматики того или иного расстройства. Реально же между срывом механизмов регуляции и возникновением патофизиологического процесса, а тем более и появлением клинических симптомов, всегда проходит определенный промежуток времени, который зависит от многих причин, в частности, от числа уровней регуляции и управления данной физиологической системы. Поэтому не все возникающие расстройства мозгового кровообращения проявятся именно в первые моменты послекоррекционного периода; они будут проявляться на разных этапах послекоррекционного периода вплоть до весьма отдаленных.

Приступим теперь к анализу результатов радиоциркулографии, полученных при обследовании детей, перенесших коррекцию. Радионуклидное определение скорости мозгового кровотока проводилось в следующие моменты послекоррекционного периода.

Начальное измерение проводилось в течение первых суток послекоррекционного периода, затем измерения проводились с интервалом примерно в 24 ч на вторые, третьи сутки. Были проведены измерения также на пятые, седьмые и четырнадцатые сутки. Результаты, полученные для каждого момента измерения, подвергались статистической обработке; объемы вариационных рядов подбирались примерно одинаковыми.

Статистические характеристики полученных распределений T_c помещены в табл. 26. Как видно из таблицы, динамика изменения средних значений вариационных рядов имеет явно колебательный характер, причем ритм колебаний близок к суткам. Кроме того, видно, что во всех обследованных группах колебания среднего значения T_c затухают примерно к пятым суткам послекоррекционного периода: именно к этому сроку изменение среднего значения становится статистически недостоверным. Следовательно, период адаптационно-компенсаторных процессов в системе мозгового кровообращения составляет примерно пять суток. Эта величина полностью совпадает с вышеприведенными литературными данными, полученными на основании наблюдений постренинговальной динамики изменения скорости мозгового кровообращения.

По приведенным значениям был рассчитан новый уровень равновесия параметров мозговой гемодинамики T_c , устанавливающийся в результате коррекции. Расчет равновесного значения производился по формуле временного усреднения:

$$F_t = \int_Y R(t) dt F(t), \quad (11)$$

где $F(t)$ – среднее значение вариационного ряда для момента измерения t ; $R(t)$ – весовой коэффициент; Y – период усреднения. Весовые коэффициенты к (t) определялись следующим образом. Исходили из предположения об экспоненциальном затухании колебаний параметров мозговой гемодинамики, показатель экспоненты при этом брали в виде $t_a - 5$ сут. На этом основании весовой коэффициент был принят равным

$$R(t) = [1 - \cos\left(2\pi \frac{t}{t_a}\right)]^{-1}. \quad (12)$$

Смысл формулы (12) состоит в том, что среднее значение вариационного ряда, будучи умноженным на весовой коэффициент (10), дает величину, которая бы имела место в данный момент послекоррекционного периода, если бы колебания параметра мозговой гемодинамики не были бы затухающими. Выбор именно такого весового коэффициента соответствует теоретической модели и позволяет адекватно определить новое равновесное значение параметра мозговой гемодинамики.

Полученные новые равновесные значения вместе с докоррекционными уровнями равновесия мозговой гемодинамики, а также разности между этими значениями представлены в табл. 26.

Таблица 26

Результаты радиоциркулографии после коррекции

Группа обследованных	Сроки обследования (сутки после коррекции)					
	1 = е	2 = е	3 = и	5 = е	7 = е	14 = е
1. С легкой степенью задержки психического развития	35,70±0,22	35,00±0,20	35,55±0,20	35,47±0,20	35,41±0,20	35,30±0,20
	36,20±0,22	35,45±0,20	36,00±0,20	36,10±0,20	35,80±0,20	33,75±0,20
2. С функциональными расстройствами речи	31,80±0,25	29,66±0,21	31,33±0,22	31,00±0,22	30,90±0,22	30,60±0,22
	32,40±0,25	30,20±0,22	32,00±0,22	31,70±0,22	31,60±0,22	31,20±0,22
3. С остаточными явлениями сотрясения головного мозга	32,50±0,22	31,80±0,20	32,54±0,20	32,31±0,20	32,30±0,20	32,20±0,20
	33,80±0,22	33,10±0,20	33,70±0,20	33,50±0,20	33,60±0,20	33,44±0,20

Таблица 27

Значения равновесного уровня T_c до и после коррекции

Виды изучаемого процесса	T_c , с		Разность (T_c до – T_c после)
	до коррекции	после коррекции	
1. Задержка психического развития легкой степени	34,85±0,20	35,31±0,20	0,46±0,20
	35,33±0,20	35,79±0,20	0,47±0,20
2. Функциональные расстройства речи	29,21±0,23	30,60±0,22	1,37±0,22
	29,71±0,22	31,20±0,22	1,48±0,22
3. Остаточные явления сотрясения головного мозга	31,86±0,18	32,19±0,20	0,33±0,20
	32,95±0,18	33,41±0,22	0,45±0,20

Примечание. Верхнее число – T_c справа, нижнее число – T_c слева.

По этим разностям были вычислены теоретические распределения значений T_c для каждого момента измерения, теоретические распределения были затем сопоставлены с реальными. Такое сопоставление представлено на рис. 34, 35, 36.

Представленное сопоставление выявило достоверное согласие между теоретическими и измеренными результатами, что полностью подтверждает справедливость проведенного выше математического анализа. Видно, что характер колебаний средних значений T_c во всех трех обследованных группах близок к косинусоидальному. Кроме того, наглядно проявляется одна из фаз стресс-реакции – реакция ожидания. Действительно, как видно из рисунков, коррекция вызывает перестройку равновесного уровня скорости мозговой гемодинамики; скорость мозгового кровообращения, отвечающая нормальному функционированию, замедляется во всех трех группах обследованных. Однако изменение равновесного значения происходит настолько быстро, что образуется отклонение параметра гемодинамики T_c от новой нормы. Причем по отношению к новому уровню равновесия значения T_c сразу после коррекции являются ускоренными. Поэтому происходит компенсаторное понижение скорости мозгового кровообращения относительно новой нормы.

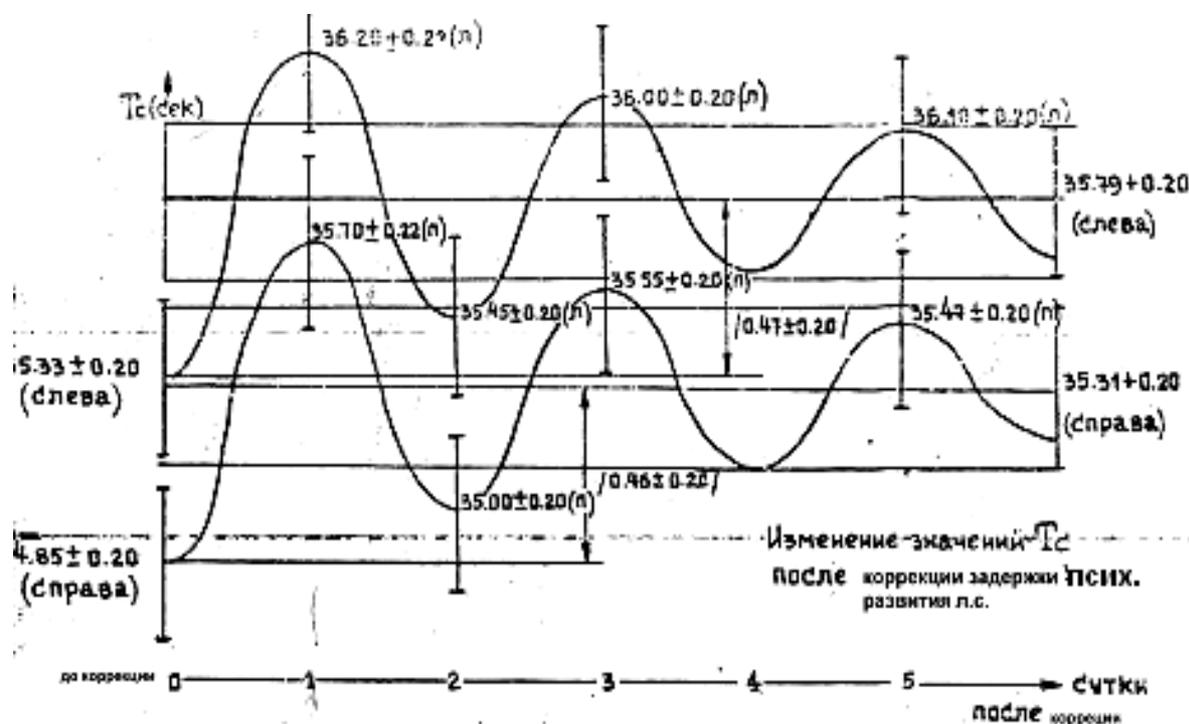


Рис. 34. Сопоставление теоретических и реальных значений T_c .

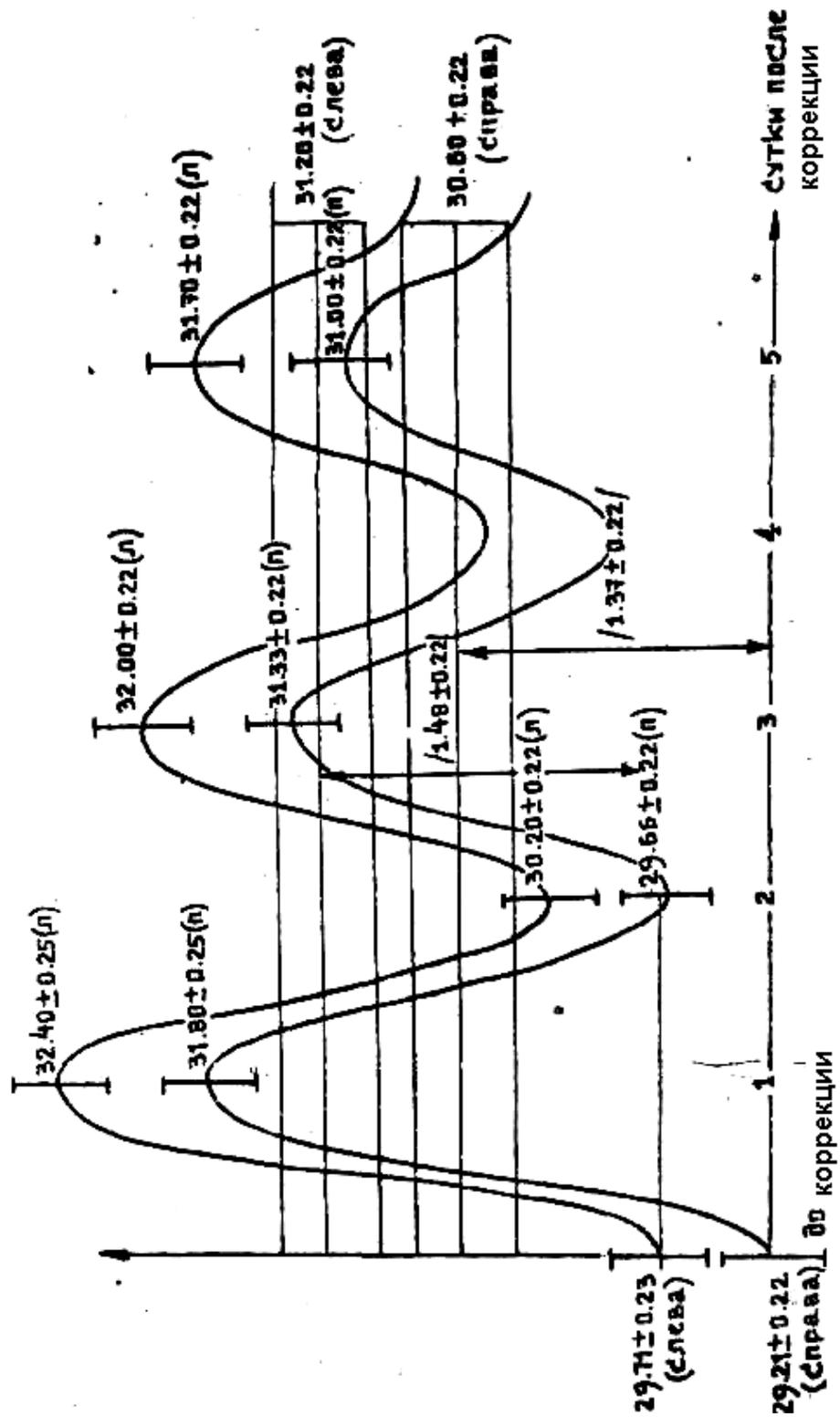


Рис. 35. Изменение значений T_c после коррекции функциональных расстройств речи

Тем самым система внутричерепного кровообращения готовится к повторному воздействию стрессорных факторов: активность функционирования мозговой гемодинамики на первые сутки понижается, ко вторым суткам происходит ее активизация. Колебательный процесс в данной системе происходит до тех пор, пока не закончится адаптация мозговой гемодинамики к новым условиям нормального функционирования, т. е. примерно до пятых суток.

Интересно отметить, что период длительности процессов адаптации в системе мозгового кровообращения для всех групп обследованных детей почти одинаков. Более того, этот период, как уже указывалось, совпадает с периодом адаптационных процессов в пострениационном состоянии, который определялся в экспериментах на животных. Таким образом, мы приходим к выводу об универсальности адаптационных процессов, происходящих в мозговой гемодинамике при влиянии на нее стресс-факторов. Данный вывод может иметь значение при экспериментальном моделировании реакций мозгового кровообращения на различные воздействия.

По результатам радиационной радиоциркулографии были вычислены значения вероятности ухода системы мозгового кровообращения из состояния нормального функционирования в различные моменты послекоррекционного периода. Эти значения представлены в табл. 28.

Таблица 28

Значения вероятности ухода мозговой гемодинамики из нормального состояния после коррекции (в %)

Группа обследованных	Сроки обследования (сутки после коррекции)					
	1-е	2-е	3-и	5-е	7-е	14-е
1. С задержкой психического развития легкой степени			0,6±0,6		0,1±0,6	
	1,0±0,6 1,1±0,6	0,9±0,6 0,9±0,6	0,6±0,6	0,3±0,6 0,3±0,6	0,1±0,6	0,0±0,6 0,0±0,6
2. С функциональными расстройствами речи	11,1±3,2	7,7±3,2	5,2±3,2	2,4±3,2	1,1±3,2	0,0±3,2
	12,9±3,1	8,8±3,1	6,0±3,1	2,5±3,1	1,2±3,1	0,0±3,1
3. С остаточными явлениями сотрясения головного мозга						
	0,6±0,4 1,0±0,4	0,5±0,4 0,9±0,4	0,4±0,4 0,6±0,4	0,1±0,4 0,3±0,4	0,0±0,4 0,1±0,4	0,0±0,4 0,0±0,4

Примечание. Верхнее число – значение вероятности для правого полушария, нижнее – для левого полушария головного мозга.

Вероятность ухода из нормы действительно наиболее существенна в течение первых суток после коррекции, в дальнейшем она быстро падает.

Следовательно, наиболее высока в этот момент и вероятность возникновения расстройств в сосудистой системе головного мозга.

Сравнение значений вероятности ухода для различных групп обследованных учащихся показывает, что эти значения наиболее велики после коррекции функциональных расстройств речи. Вероятность ухода мозговой гемодинамики из нормы после коррекции задержки психического развития легкой степени и после коррекции остаточных явлений сотрясения головного мозга примерно одинакова и невысока. Низка частота возможных осложнений со стороны данной системы после остаточных явлений сотрясения головного мозга, довольно высоки кровопотери во время такой коррекции, последняя не является стабильной и поэтому довольно слабо влияет на показатели гомеостаза. Что же касается существенного превышения значения вероятности ухода после функциональных расстройств речи над соответствующим значением после задержки психического развития легкой степени, то этот факт кажется парадоксальным. Причины такого положения будут выяснены ниже.

Выше было высказано предположение о том, что верхняя оценка возможных послекоррекционных осложнений со стороны мозговой гемодинамики может быть определена по вероятности ухода этой системы из нормального состояния. С целью проверки данного предположения мы сравнили рассчитанные значения вероятности ухода с частотой различных осложнений со стороны мозговой гемодинамики в послекоррекционном периоде, которые наблюдали некоторые авторы и мы сами.

У ряда авторов отмечается, что у 945 детей, перенесших коррекцию по поводу задержки психического развития легкой степени, частота возникновения расстройств со стороны сосудистой системы головного мозга составила менее 1 % (4 ребенка), наблюдавшиеся ими случаи анализируемых расстройств произошли в течение первых суток послекоррекционного периода.

Данных о частоте послекоррекционных расстройств церебральной гемодинамики после коррекции функциональных расстройств речи и остаточных явлений сотрясения головного мозга мы, к сожалению, не встретили в доступной литературе. Очевидно, отсутствие необходимой аппаратуры, позволяющей объективно оценить состояние внутрисерепного кровообращения, а также сложность диагностики цереброваскулярных расстройств в послекоррекционном периоде не позволяли адекватно распо-

знавать те или иные клинические или доклинические симптомы расстройств. В самом деле, зачастую жалобы ребенка на головную боль, головокружение, некоторую заторможенность сознания, наличие парестезии и других малых клинических признаков расцениваются специалистами коррекционного отделения как следствие реабилитации, а также терапевтических мероприятий послекоррекционного периода.

В нашем распоряжении имелась специально сконструированное кресло, с помощью которого можно было осуществлять различные методы радионуклидной диагностики, в частности, радиоциркулографию. Это давало возможность клинике проводить комплексное радионуклидное исследование головного мозга, что обеспечивало объективную оценку состояния данной системы.

Из всех осложнений со стороны мозговой гемодинамики, которые мы выявили у детей в раннем послекоррекционном периоде, наибольшее количество принадлежало преходящим нарушениям. Под преходящими нарушениями мы понимали такие нарушения, которые объективно сопровождались резким замедлением мозгового кровообращения на радиоциркулограмме и субъективно – жалобами детей на головную боль, головокружение, частичную утрату ориентации, онемение в конечностях. У двоих детей на третьи сутки было обнаружено значительное замедление мозгового кровотока слева, у второго ребенка наблюдалась аналогичная радиоциркулографическая картина справа. Симптоматика в обоих случаях была типичной для замедления мозгового кровотока. Во всех случаях, когда подозревалось расстройство мозгового кровообращения, определялся протромбиновый индекс.

В табл. 29 представлены вероятности ухода мозговой гемодинамики из нормального состояния и наблюдавшиеся нами частоты послекоррекционных расстройств с ее стороны. Из таблицы следует, что предположение о возможности оценки верхней границы вероятности расстройств по вероятности ухода из нормы действительно вполне справедливо. Реальные значения не превышают теоретических; кроме того, между собой, т. е. для различной коррекции, они находятся примерно в том же соотношении, что и теоретические. Для большей уверенности мы проанализировали значения с помощью метода Монте-Карло. Анализ производился следующим образом. Строились ряды случайных чисел, не превышающих теоретические значения; полученные таким образом вариационные ряды были ус-

реднены, и ряд средних значений сравнивался с рядом реальных значений, помещенных в табл. 29. Такое сравнение показало высокое совпадение, что свидетельствует в пользу доказываемого предположения.

Таблица 29

Сопоставление значений вероятности ухода мозговой гемодинамики из нормального состояния с частотами церебральных нарушений в раннем послекоррекционном периоде

Группа обследуемых	Вероятность ухода, %	Частота расстройств	
		Абсолютное число	от общего количества, %
1. С задержкой психического развития легкой степени	2,0 ± 0,6	1 (144)	0,7
	2,1 ± 0,6	2	1,4
2. С функциональными расстройствами речи	16 ± 3,2	25 (180)	13,9
	18 ± 3,1	28	15,6
3. С последствиями сотрясения головного мозга в позднем восстановительном периоде	1,0 ± 0,4	1 (162)	0,6
	2,0 ± 0,4	3	1,9

Проанализируем результаты радионуклидного исследования мочевыделительной системы у детей в послекоррекционном периоде. Так же, как и в случае исследования мозговой гемодинамики, измерения показателей функционирования почек проводились сначала в течение первых суток послекоррекционного периода и затем с интервалом, примерно, в 24 ч на вторые и третьи сутки; измерения проводились также на пятые, седьмые и четырнадцатые сутки коррекционного периода. По результатам измерений строились вариационные ряды, которые затем подвергались статистической обработке, полученные статистические характеристики вариационных рядов представлены в табл. 30, 31.

Как видно из таблиц, динамика изменения средних значений вариационных рядов не имеет какого-либо определенного характера: изменение средних значений от срока к сроку носит совершенно случайный характер, не укладывающийся ни в какую периодическую зависимость. Более того, оценка рядов с помощью статистических критериев различия показывает, что разница между средними значениями вариационных рядов недостоверна для всех трех групп обследованных детей. В то же время вариационный ряд, полученный для первых суток послекоррекционного периода,

имеет наибольший статистический разброс; с течением времени дисперсия уменьшается, так что к четырнадцатым суткам она примерно совпадает с дисперсией вариационного ряда, полученного в докоррекционном периоде.

Таблица 30

Результаты ренографии в раннем послекоррекционном периоде: значения секреторной функции $T_{\text{макс(мин)}}$

Группа обследованных	Сроки обследования (сутки после коррекции)					
	1 = е	2 = е	3 = и	5 = е	7 = е	14 = е
1. С задержкой психического развития легкой степени	7,80±0,13 (1,25)	7,50±0,13 (1,23)	7,00±0,12 (1,22)	7,70±0,12 (1,19)	7,30±0,12 (1,16)	7,20±0,12 (1,10)
	7,70±0,13 (1,25)	7,60±0,12 (1,22)	7,10±0,12 (1,21)	7,50±0,12 (1,16)	7,10±0,12 (1,16)	7,00±0,12 (1,10)
2. С функциональными расстройствами речи	8,20±0,14 (1,40)	7,50±0,14 (1,39)	7,30±0,14 (1,39)	7,40±0,14 (1,36)	7,10±0,14 (1,33)	7,20±0,14 (1,28)
	8,00±0,15 (1,48)	7,60±0,14 (1,40)	7,40±0,14 (1,40)	7,45±0,14 (1,38)	7,10±0,13 (1,30)	7,30±0,14 (1,30)
3. С последствиями сотрясения головного мозга в позднем восстановительном периоде	7,30±0,12 (1,23)	6,90±0,12 (1,22)	6,70±0,12 (1,21)	06,30±0,12 (1,20)	6,60±0,12 (1,19)	6,60±0,12 (1,16)
	7,30±0,12 (1,22)	6,80±0,12 (1,22)	6,60±0,12 (1,22)	6,40±0,12 (1,20)	6,50±0,12 (1,18)	6,40±0,12 (1,17)

Примечание. Верхнее число – $T_{\text{макс}}$ справа, нижнее число – $T_{\text{макс}}$ слева; в скобках даны среднеквадратичные отклонения.

Таблица 31

Результаты ренографии в раннем послекоррекционном периоде: значение экскреторной функции $T_{1/2}$ (в мин)

Группа обследованных	Сроки обследования (сутки после коррекции)					
	1 = е	2 = е	3 = и	5 = е	7 = е	14 = е
1. С задержкой психического развития легкой степени	18,00±0,33 (3,26)	20,00±0,32 (3,20)	16,70±0,31 (3,13)	14,90±0,30 (3,02)	17,75±0,29 (2,93)	18,10±0,28 (2,03)
	18,50±0,34 (3,39)	19,50±0,32 (3,25)	17,00±0,31 (3,10)	15,00±0,30 (3,00)	17,30±0,30 (3,00)	17,90±0,25 (2,51)
2. С функциональными расстройствами речи	19,70±0,30 (2,99)	18,30±0,30 (2,94)	17,40±0,29 (2,83)	17,00±0,28 (2,80)	15,90±0,28 (2,76)	18,00±0,25 (2,52)
	18,00±0,30 (3,00)	18,50±0,31 (3,09)	17,20±0,28 (2,88)	17,20±0,28 (2,79)	16,00±0,28 (2,75)	17,50±0,30 (2,65)
3. С последствиями сотрясения головного мозга в позднем восстановительном периоде	13,80±0,23 (2,26)	15,50±0,23 (2,26)	14,90±0,22 (2,24)	13,00±0,22 (2,20)	12,82±0,22 (2,18)	13,00±0,24 (2,12)
	14,10±0,23 (2,25)	16,00±0,23 (2,24)	14,15±0,22 (2,24)	12,90±0,22 (2,20)	12,85±0,22 (2,17)	13,30±0,24 (2,12)

Примечание. Верхнее число – $T_{1/2}$ справа, нижнее число – $T_{1/2}$ слева; в скобках даны среднеквадратичные отклонения.

Итак, имеется весьма серьезное расхождение между теоретическими выводами и результатами ренографий в послекоррекционном периоде. Попытаемся выяснить, в чем же причина такого расхождения.

Во-первых, существенным моментом может оказаться то обстоятельство, что в строгом смысле состояние мочевыделительной системы детей до коррекции не является нормальным. Как было сказано в предыдущей главе, у исследуемых учащихся функция угнетена вследствие действия на них факторов изучаемого процесса. Вместе с тем, математический анализ показывает, что даже учет этого обстоятельства не приводит к изменению теоретической картины послекоррекционного состояния мочевыделительной системы: все равно динамика изменения средних значений параметров данной физиологической системы должна иметь колебательный характер.

Во-вторых, можно предположить, что имеет значение влияние на деятельность почек анестезирующих веществ, особенно в первые – третьи сутки послекоррекционного периода. Однако даже учет такого влияния не может коренным образом изменить теоретической картины колебаний средних значений параметров мочевыделительной системы.

Таким образом, получаем, что различные поправки в теоретических выводах не могут привести к сколь-либо значимым изменениям полученной картины. Очевидно, необходимо найти такой момент в математическом описании, который бы привел к принципиальному запрету на появление периодических колебаний параметров мочевыделительной системы в послекоррекционном периоде.

До сих пор мы рассуждали о мочевыделительной системе как о физиологической системе, в отношении которой справедливо понятие собственного функционального состояния. Однако, такой подход в известной мере предполагает автономность мочевыделительной системы, т. е. ее определенную независимость от состояния всего организма в целом. Ясно, что если предположение о некоторой независимости мочевыделительной системы и справедливо для здорового организма, то оно является неприемлемым при рассмотрении процессов, возникающих при воздействии на организм факторов, как, например, проводимая коррекция. В такой ситуации принципиально неверно предположение о независимости функционирования почек от всего организма.

Известно (и эти сведения уже приводились выше), что почка является одним из основных органов гомеостаза, она является центром гумо-

ральной регуляции функций организма. Следовательно, состояние мочевыделительной системы весьма жестким образом связано с состоянием всего организма. В самом деле, пусть мочевыделительная система находится в состоянии с определенным уровнем функционирования. Это состояние мочевыделительной системы обязательно отражается на состоянии всех остальных физиологических систем, вызывая в последних комплекс различных изменений. Поэтому, каждому состоянию мочевыделительной системы будет соответствовать определенное состояние всего организма в целом. Математически такая взаимосвязь выразится в разрушении когерентности различных состояний мочевыделительной системы в смеси функций, описывающих распределение вероятностей ее параметров. А, как известно из математической теории колебаний, разрушение когерентности (т. е. одинаковой частоты колебаний) приводит к тому, что в раннем послекоррекционном периоде будут отсутствовать какие-либо статистически достоверные периодические изменения параметров уродинамики.

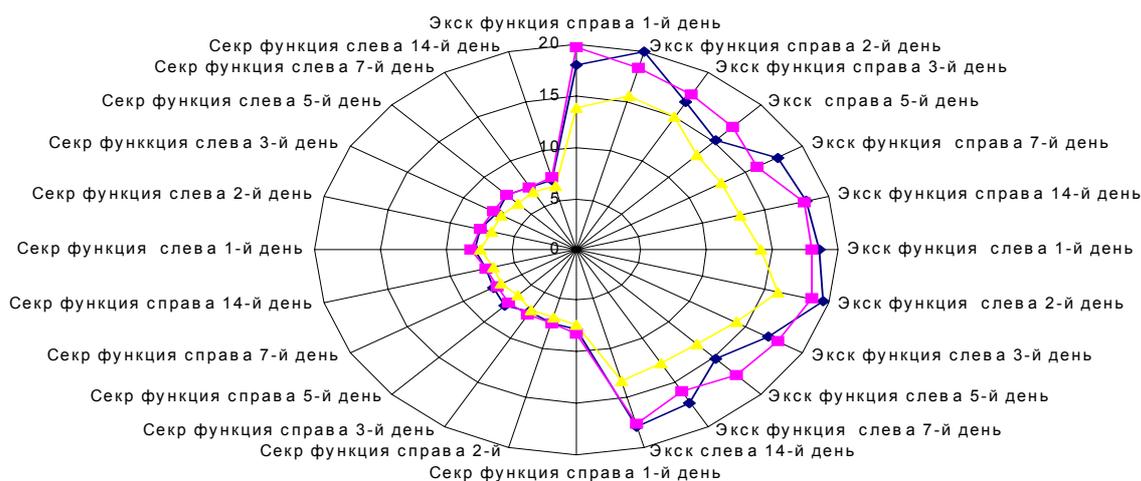


Рис. 36. Сравнение значений ренограмм у исследуемых групп в раннем послекоррекционном периоде (в 1-й, 2-й, 3-й, 5-й, 7-й, 14-й день после коррекции):

◆ — задержка психического развития легкой степени;

■ — функциональные расстройства речи;

— остаточные явления сотрясения головного мозга

Для того чтобы определить весовые коэффициенты, с которыми частные распределения входят в суммарное, нашли сдвиг равновесных значений уродинамических параметров в послекоррекционном периоде. Ве-

личина сдвига была определена следующим образом. По формуле временного усреднения

$$\int_Y F(t)R(t)dt = F_t \quad (13)$$

были вычислены новые уровни нормы для уродинамических показателей в послекоррекционном периоде. В формуле (13) $F(t)$ – средние значения вариационных рядов для различных сроков измерения, $R(t)$ – статистические весовые коэффициенты для каждого срока измерения, Y – период усреднения. В силу отсутствия колебаний уродинамических показателей статистические весовые коэффициенты принимались равными единице. После вычисления новых равновесных значений параметров мочевыделительной системы вычислялась разность между ними и докоррекционными значениями. По полученной разности определялись весовые коэффициенты с помощью формулы

$$R(t) = [1 - e^{-t/t_a}]^{-1}. \quad (14)$$

По величинам вычисленных весовых коэффициентов $c_n(t)$ были построены теоретические виды распределений для параметров мочевыделительной системы в различные моменты послекоррекционного периода. Эти распределения построены графически на рис. 37 – 42. На этих же рисунках представлены реальные распределения уродинамических показателей для обследованных групп.

Как видно из анализа теоретических распределений, с течением времени в послекоррекционном периоде изменяются не центры распределений, а их дисперсии: наибольшая – сразу после коррекции, затем она уменьшается примерно по закону обратной экспоненты; на четырнадцатые сутки она примерно совпадает с величиной статистического разброса в докоррекционном периоде. Другими словами, в отличие от послекоррекционного состояния мозговой гемодинамики (где от времени зависело среднее значение параметра этой системы) для послекоррекционного состояния мочевыделительной системы характерна зависимость от времени величины статистического разброса уродинамических показателей. Как с патофизиологической точки зрения интерпретировать редукцию распределений уродинамических показателей в послекоррекционном периоде, т. е. уменьшение дисперсий? Величина дисперсии есть количественная характеристика жесткости регулирования параметров физиологической системы.

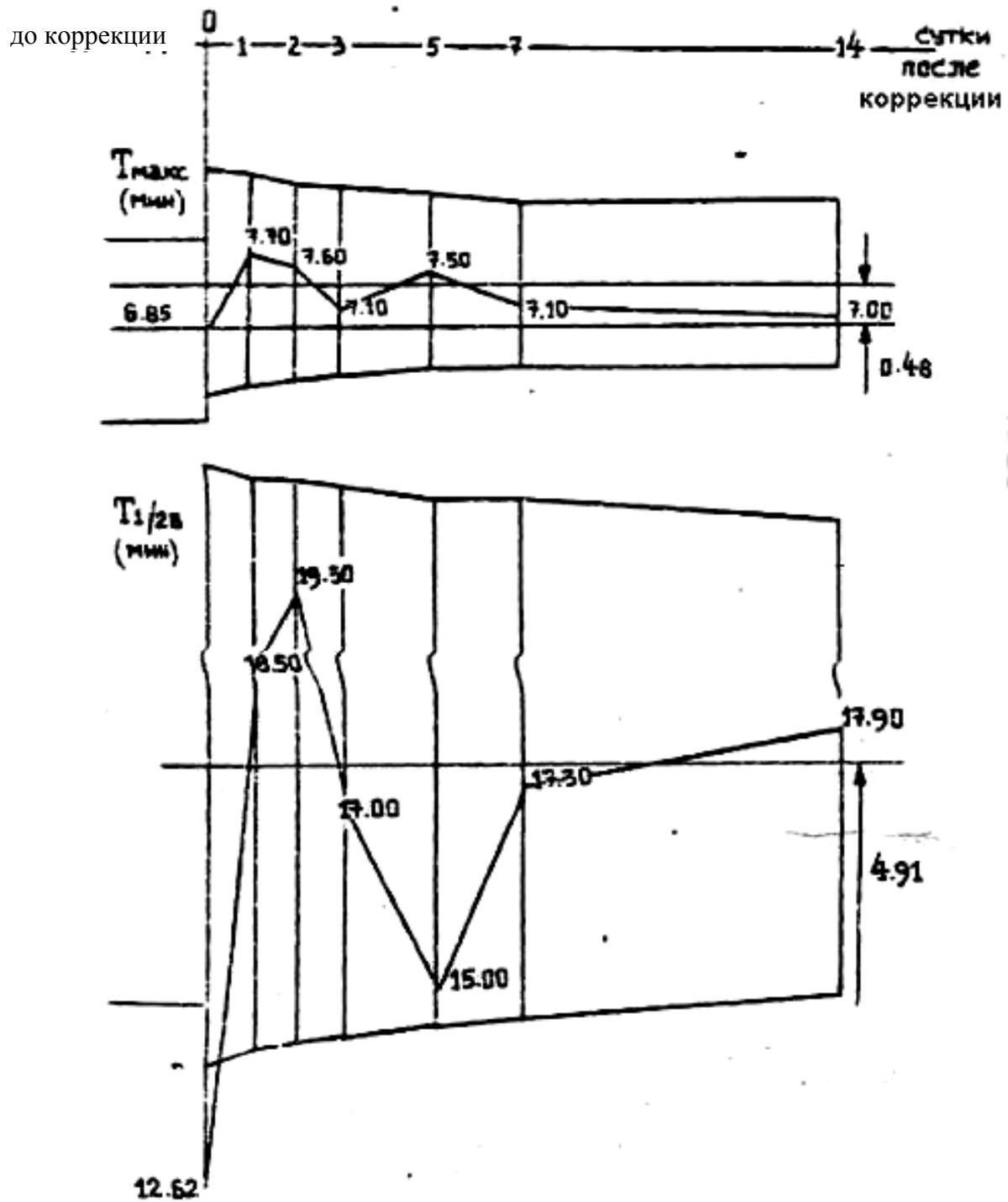


Рис. 37. Уродинамические показатели левой почки после коррекции задержки психического развития легкой степени

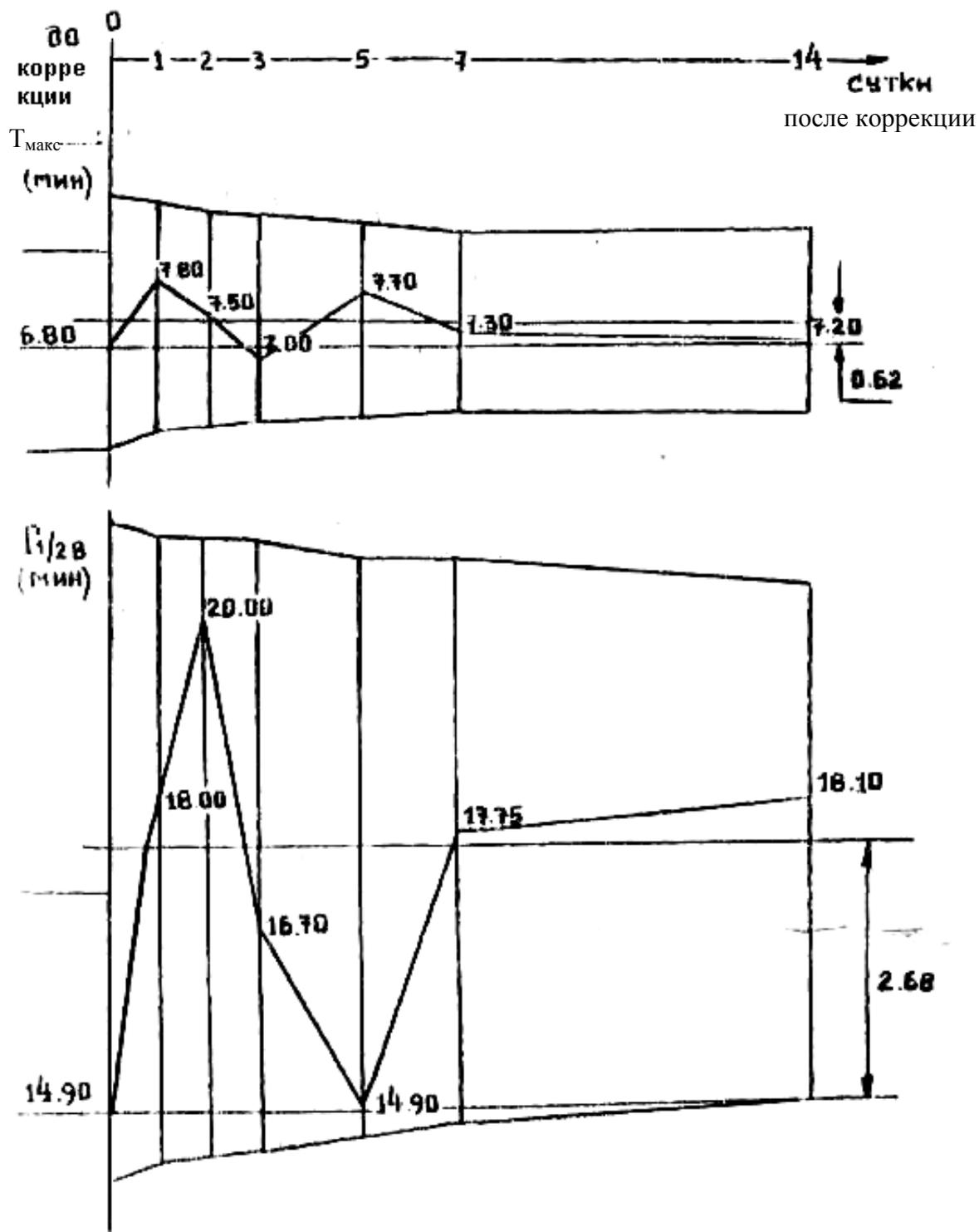


Рис. 38. Уродинамические показатели правой почки после коррекции задержки психического развития легкой степени

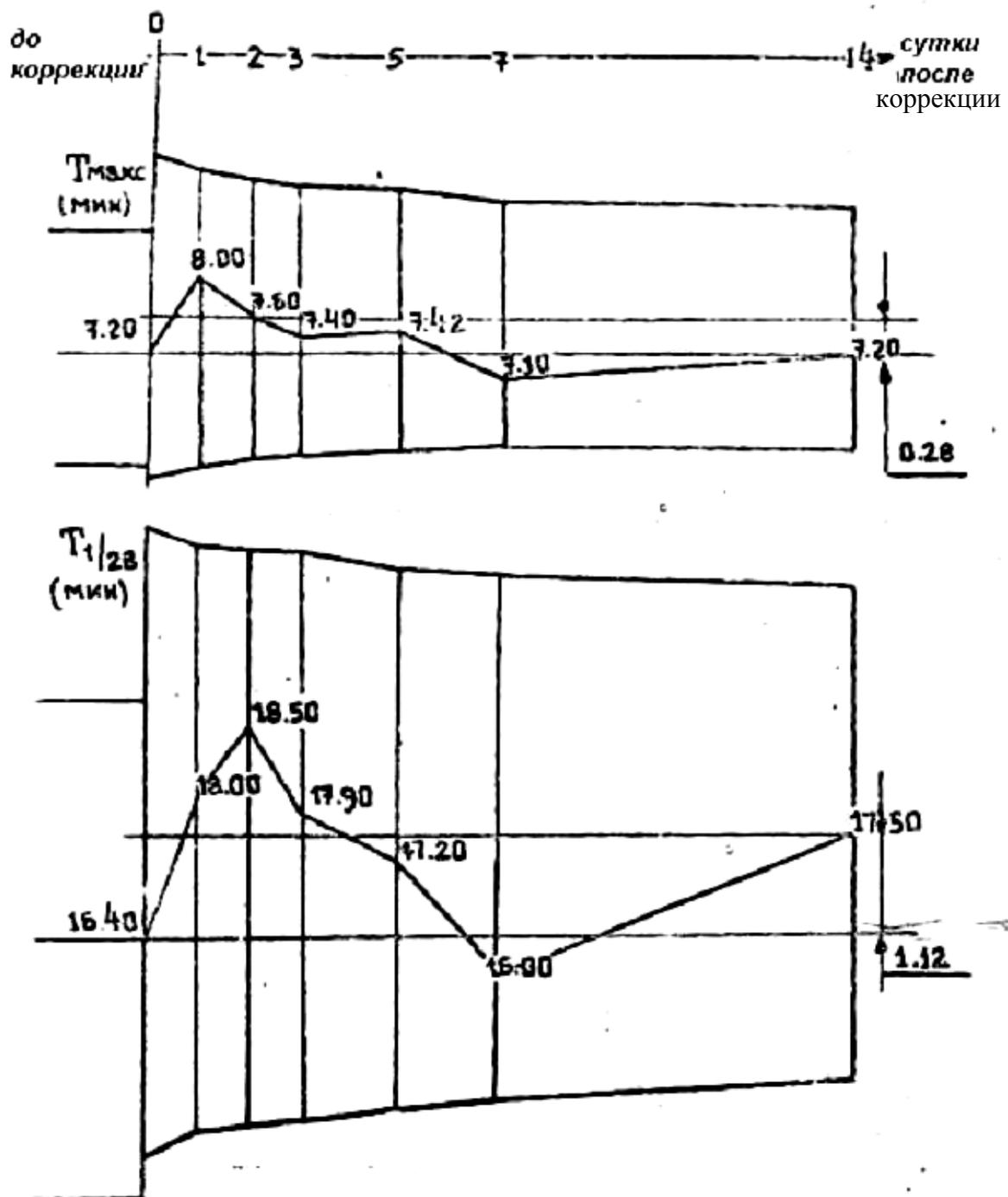


Рис. 39. Уродинамические показатели левой почки после коррекции функциональных расстройств речи

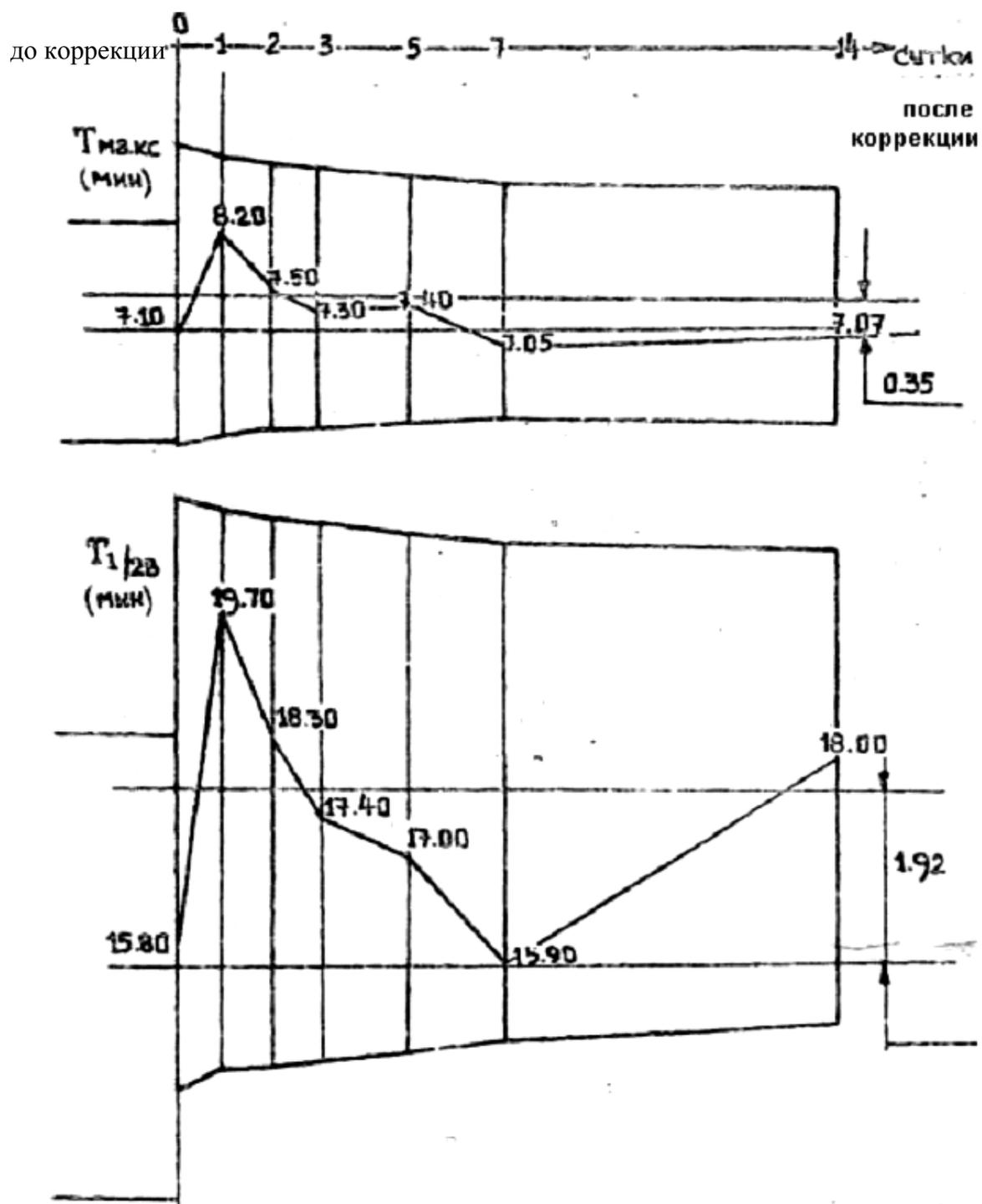


Рис. 40. Уродинамические показатели правой почки после коррекции функциональных расстройств речи

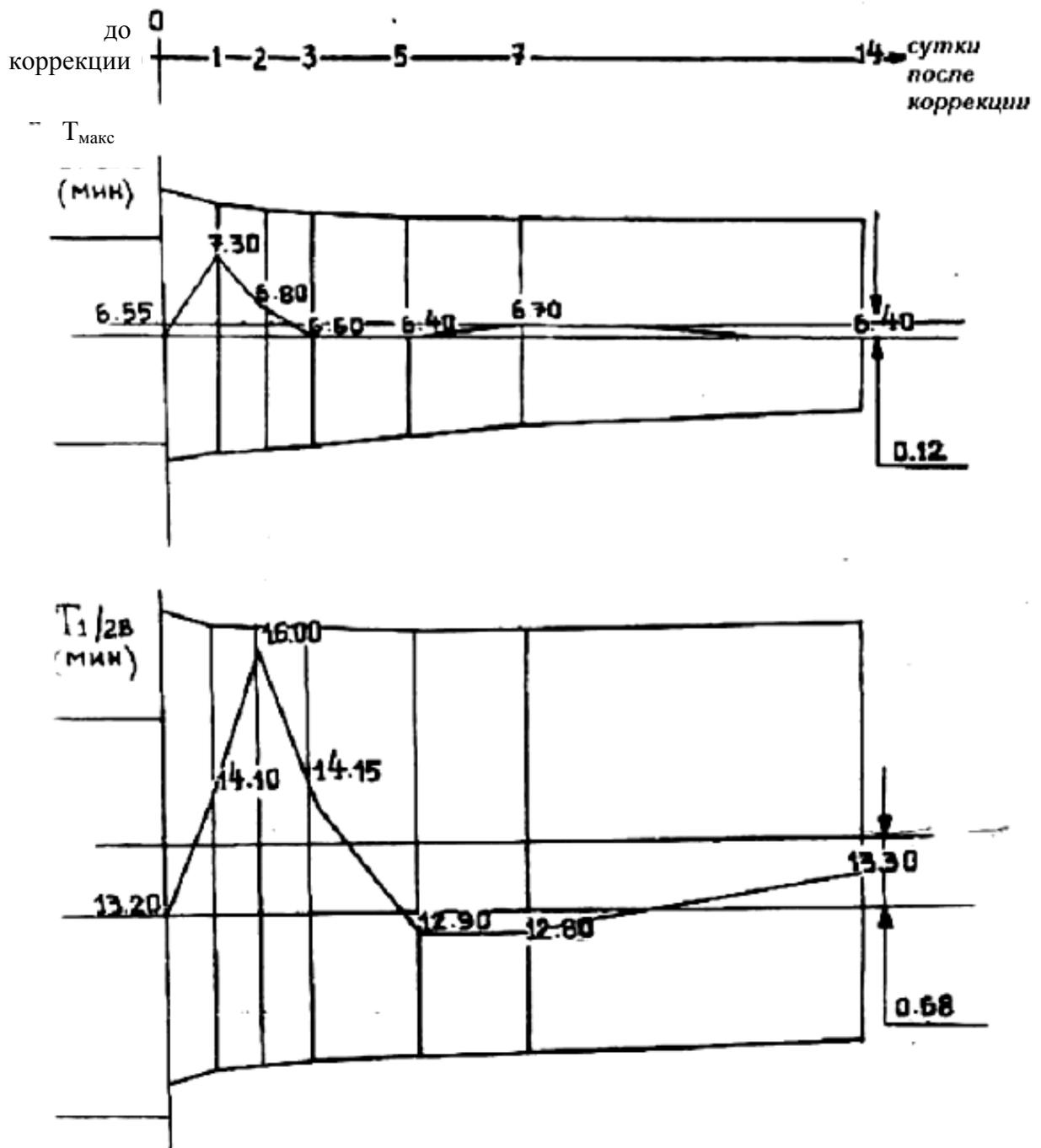


Рис. 41. Уродинамические показатели левой почки после коррекции остаточных явлений сотрясения головного мозга

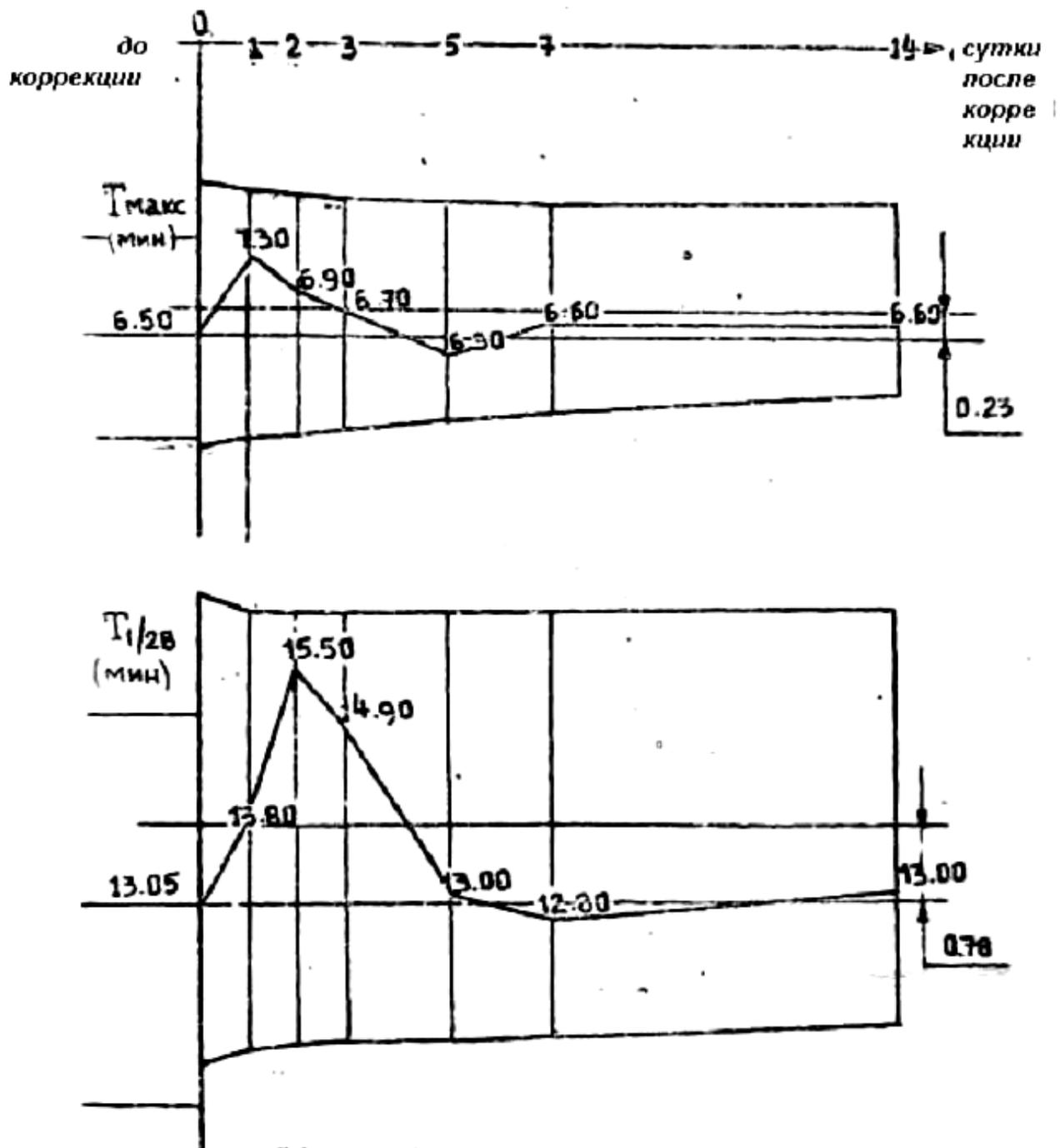


Рис. 42. Уродинамические показатели правой почки после коррекции остаточных явлений сотрясения головного мозга

Поэтому изменение дисперсии связано с изменением жесткости, другими словами, с изменением качества регулирования. Таким образом, получаем, что факторы коррекции приводят к ухудшению жесткости регулирования параметров мочевыделительной системы. Постепенно, с течением времени, происходит повышение жесткости, восстанавливается качество регулирования уродинамических показателей, и, примерно к четырнадцатым суткам механизм регуляции мочевыделительной системы почти полностью возвращается к предкоррекционному состоянию. Следовательно, тяжесть послекоррекционного состояния почек определяется не угнетением их параметров, а резким снижением функционирования в регуляции мочевыделительной системы.

Что же касается сопоставления реальных распределений уродинамических показателей с теоретическими, то здесь необходимо отметить следующее. Как видно из рис. 37 – 42, реальные распределения есть распределения выборочных совокупностей из генеральных совокупностей, т. е. из теоретических распределений. Именно поэтому среднее значение полученных вариационных рядов флуктуирует вокруг теоретического среднего. Анализ, проведенный с помощью метода Монте-Карло, показывает, что реальные вариационные ряды действительно есть случайные выборки из рассчитанных теоретических распределений. Все это говорит о совпадении теоретических выводов с результатами радионуклидного исследования функции почек у детей в послекоррекционном периоде.

Снижение функциональной активности механизмов регуляции мочевыделительной системы в раннем послекоррекционном периоде может привести к расстройствам мочевыделительной системы. Действительно, случайный уход параметров данной системы за границы норм не будет компенсироваться регуляторными механизмами, т. к. в это время резко снижено их функционирование. Такой уход, следовательно, останется и может привести к возникновению патофизиологических процессов в почках и во всем организме в целом.

Были рассчитаны вероятности ухода уродинамических показателей из области норм в область патологических значений для различных типов коррекции. Эти вероятности представлены в табл. 32. Получается, что наиболее высока вероятность ухода уродинамических показателей из области нормы в случае коррекции задержки психического развития легкой степе-

ни. Высоки значения этой вероятности также после коррекции функциональных расстройств речи.

Таблица 32

Вероятность ухода уродинамических показателей из области нормальных значений в позднем послекоррекционном периоде

Изучаемый процесс	Вероятности ухода в % в зависимости от сроков (сутки после коррекции)						
	0	1-е	2-е	3-и	5-е	7-е	14-е
1. Задержка психического развития легкой степени	15,00	13,95	13,05	12,15	10,50	9,15	5,55
	27,00	25,11	23,49	21,87	18,90	16,47	9,99
2. Функциональные расстройства речи	10,00	9,30	8,70	8,10	7,00	6,10	3,70
	18,00	16,74	15,66	14,58	12,60	10,98	6,66
3. Последствия сотрясения головного мозга	7,00	6,51	6,09	5,67	4,90	4,27	2,59
	8,00	7,44	6,96	6,48	5,60	4,88	2,96

Примечание. В графе 0 даны вероятности для момента времени, соответствующего окончанию коррекции, верхнее число – для секреторной функции, нижнее число – для экскреторной функции.

Обзор литературных данных, посвященных вопросу осложнений после тотальных коррекции задержки психического развития легкой степени, показывает, что частота почечных расстройств в этом случае весьма невелика. При этом, как следует из приводимых авторами выписок из историй болезни, имевшие место случаи почечной патологии по характеру являлись именно расстройствами механизмов регуляции мочевыделительной системы. Это подтверждает сделанные нами выше выводы о возможном характере расстройств со стороны уродинамических показателей в раннем послекоррекционном периоде.

Среди 53 детей, обследованных нами в 1 – 14-е сутки после тотальной коррекции задержки психического развития легкой степени, мы наблюдали один случай острой почечной недостаточности. Приведем выписку из истории болезни с описанием этого случая.

Ребенок Ш-ев, 10 лет. Жаловался на незначительные боли в области поясницы, периодически появлялись отеки под глазами, легкая пастозность на нижних конечностях. Ультразвуковая диагностика почек патологий не выявила. У учащегося имеется задержка психического развития легкой степени.

Со стороны почек отклонений от нормы не выявлено. Со слов учащегося у него никогда не было нарушений в деятельности мочевыделительной системы. Результаты ренографин: $T_{1/2в\ прав} = 10,50$ мин, $T_{1/2в\ лев} = 10,23$ мин; $T_{макс\ прав} = 6,75$ мин, $T_{макс\ лев} = 6,90$ мин. Уродинамические показатели близки к норме.

Учащемуся проведена коррекция задержки психического развития легкой степени. Длительность коррекции 15 мин. Результаты ренографии, полученные через сутки после окончания коррекции: $T_{1/2в\ прав} = 11,90$ мин, $T_{1/2в\ лев} = 12,50$ мин; $T_{макс\ прав} = 8,76$ мин, $T_{макс\ лев} = 8,20$ мин. В течение первых суток послекоррекционного периода общее состояние учащегося было удовлетворительным.

Приведенный случай исследования почек после коррекции задержки психического развития легкой степени может быть расценен как проявление угнетения регуляторных механизмов мочевыделительной системы в раннем послекоррекционном периоде. В самом деле, если бы причиной приведенного случая почечной недостаточности было функциональное напряжение механизмов регуляции уродинамических показателей, то введение диуретиков и плазмозаменителей приводило бы к довольно длительным периодам восстановления диуреза, ибо в этом случае снималось бы функциональное напряжение. Из-за действия различных патологических агентов уродинамические показатели почти сразу после окончания лечебных процедур уходили в область норм, а вследствие нормальной функциональной активности регуляторных механизмов мочевыделительной системы уход уродинамических показателей быстро устранялся.

Среди 30 детей, обследованных нами в первые – четырнадцатые сутки после коррекции функциональных расстройств речи, и среди 41 ребенка, обследованного после коррекции остаточных явлений сотрясения головного мозга, нами не было выявлено ни одного случая почечной недостаточности. Вместе с тем, примерно у 80 детей, перенесших коррекцию функциональных расстройств речи, наблюдались незначительные признаки функциональных расстройств почек, которые самопроизвольно проходили к 5 – 7 сут. Это подтверждает теоретический вывод о восстановлении функциональной активности регуляторных механизмов мочевыделительной системы ко второй неделе после коррекции.

Было бы интересно выяснить причины угнетения механизмов регуляции уродинамических показателей в ранние сроки после коррекции. Представленная выше математическая модель, а также результаты радионуклидного обследования функции почек, естественно, не позволяют прямо ответить на поставленный вопрос, механизмы регуляции мочевыделительной системы сложны и имеют большое число взаимосвязанных уровней, начиная от саморегуляции и кончая центральной нервной системой, поэтому для их исследования необходим комплекс совершенно иных моделей и методов. Но, основываясь на литературных данных и общих патофизиологических представлениях, все-таки можно попытаться выяснить наиболее общие моменты подобного угнетения.

К настоящему времени полно изучено влияние на деятельность почек рецептивных полей головного мозга. Головной мозг является рефлексогенной зоной, с которой осуществляются рефлекторные воздействия на мочеотделение. Закономерным является поэтому изменение деятельности почек при коррекции функциональных расстройств речи. Вместе с тем, в современной литературе нет единого мнения о возможных причинах нарушений со стороны мочевыделительной системы после коррекции функциональных расстройств речи. Исследования ряда авторов позволяют выделить такие неблагоприятные для почек моменты коррекции, как воздействие электростимуляции, нарушения водно-электролитного баланса, сдвиг кислотно-щелочного равновесия, расстройства гормонального баланса. Но какой же из этих моментов в наибольшей мере вызывает угнетение механизмов регуляции мочевыделительной системы?

Пороги регулирования уродинамических показателей, и, следовательно, статистического разброса их значений в норме определяются взаимосвязанным действием всех уровней управления статистического разброса уродинамических показателей в ранние сроки после коррекции.

По завершению адаптационных процессов в организме деятельность заблокированного уровня восстанавливается, и это приводит к уменьшению статистического разброса уродинамических показателей, т. е. к повышению жесткости регулирования. Примерно так с позиций кибернетики физиологических систем можно представить факт послекоррекционного угнетения компенсаторных возможностей мочевыделительной системы.

Для того чтобы выяснить, какой из уровней регуляции мочевыделительной системы блокируется в ранние сроки после коррекции задержки психического развития легкой степени, сравним факторы, влияющие на деятельность почек в случае коррекции задержки психического развития легкой степени, функциональных расстройств речи, остаточных явлений сотрясения головного мозга.

Коррекция функциональных расстройств речи вызывает изменение баланса биологически активных веществ в организме, последнее может оказывать опосредованное влияние на деятельность почек через эндокринный уровень их регуляции. Изменения, происходящие в эндокринной системе после коррекции, вызывают изменения в головном мозге, что также может привести к расстройству деятельности почек через рефлексогенные зоны. Кроме того, на послекоррекционное состояние почек в данном случае может оказывать влияние центральная нервная система.

При коррекции остаточных явлений сотрясения головного мозга на послекоррекционное состояние почек, очевидно, оказывают влияние электростимуляция, изменение объема циркулирующей крови, а также расстройства и сдвиги в эндокринной системе.

При сравнении факторов вышеперечисленных типов коррекции видно, что в отличие от всех остальных при коррекции задержки психического развития легкой степени весьма существенное место занимает нарушение водно-электролитного баланса. Кроме того, именно при коррекции задержки психического развития легкой степени в наибольшей мере угнетаются механизмы регуляции мочевыделительной системы. В этой связи логично предположить, что расстройство водно-электролитного баланса приводит к ухудшению качества регулирования уродинамических показателей. Отсюда можно сделать вывод о том, какой уровень механизмов регуляции мочевыделительной системы блокируется при действии на организм стрессорных факторов. Так как центральную роль в поддержании водно-солевого равновесия в организме играют проксимальный сегмент нефрона и рениновая система, то, очевидно, именно они и блокируются в первые сутки после коррекции.

В табл. 33 – 35 и рис. 43 приведены результаты обследования различных групп.

Таблица 33

Результаты капилляроскопии у учащихся с задержкой психического развития после коррекции

Группа		Показатель				
		X	σ	m	T	P
Контрольная	Ак	48,58	0,61	0,079		0,45>0,05
	Кв	51,42				
Задержка психического развития	Ак	46,54	1,43	0,16		
	Кв	53,46				

Таблица 34

Результаты капилляроскопии у учащихся с функциональными расстройствами речи после коррекции

Группа		Показатель				
		X	σ	m	T	P
Контрольная	Ак	48,58	0,61	0,079		0,49>0,05
	Кв	51,42				
Функциональные расстройства речи	Ак	53,66	1,51	0,17		
	Кв	46,34				

Таблица 35

Результаты капилляроскопии у учащихся с последствиями сотрясения головного мозга после коррекции

Группа		Показатель				
		X	σ	m	T	P
Контрольная	Ак	48,58	0,61	0,079		0,44>0,05
	Кв	51,42				
Сотрясение головного мозга	Ак	43,22	0,98	0,16		
	Кв	56,78				

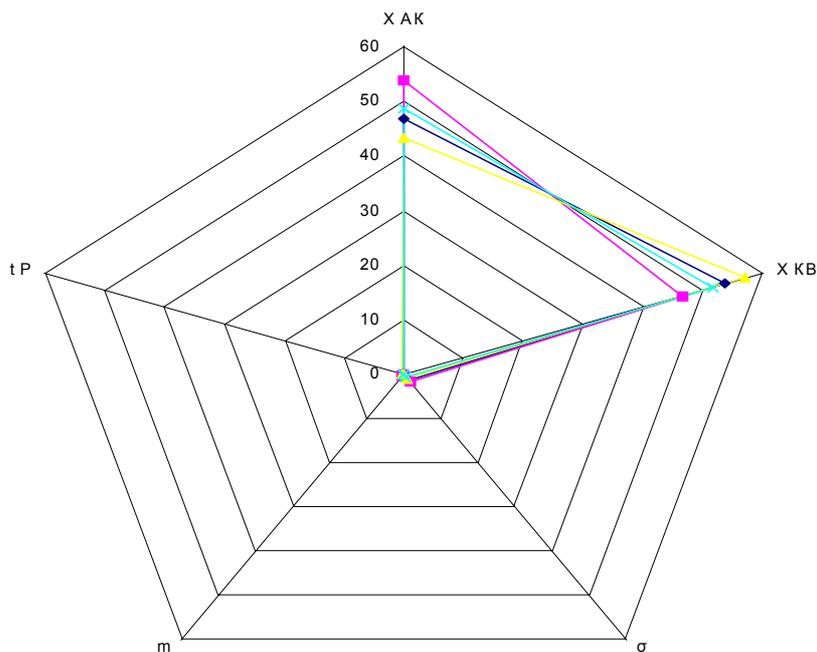


Рис. 43. Сопоставление результатов капилляроскопии у исследуемых групп учащихся после коррекции:
 ◆ – задержка умственного развития легкой степени;
 ▲ – остаточные явления сотрясения головного мозга; ✖ – контроль

Как видно из табл. 36 – 38 и диаграммы (рис. 43), после применения коррекции с помощью аппарата «ТРАНСАИР-01» произошла нормализация артериокапиллярного и капиллярвенулярного кровотока в группе учащихся с последствиями сотрясения головного мозга, а в группах с задержкой психического развития и функциональными расстройствами речи значительно улучшился капиллярвенулярный отток.

Коррекция является по отношению к организму стрессорным фактором, под действием которого возникает цепь взаимосвязанных процессов, коротко именуемых как общий адаптационный синдром. До сих пор мы рассматривали только ту часть этого общего адаптационного синдрома, которая протекает после коррекции. Однако развитие стресс-реакции начинается одновременно с введением коррекции пациента. Те стрессорные реакции, которые протекают во время коррекции, можно называть адаптационным стрессом. Проявление его в функционировании различных физиологических систем естественно различно. Так, адаптивные процессы в мозговой гемодинамике и мочевыделительной системе начинаются не-

посредственно после введения учащемуся коррекции, но эти процессы весьма незначительно изменяют состояние данных физиологических систем к моменту окончания ее.

Итак, с одной стороны, каждому состоянию организма соответствует определенное множество значений его параметров, задаваемое распределением S_n . Но с другой стороны, каждому частному состоянию организма соответствует свой комплекс клинических симптомов, своя характерная патофизиологическая картина, именно поэтому в практике по конкретному симптомокомплексу удается распознать то или иное состояние организма, то есть принять диагностическое решение.

Обозначим условно диагностическое решение величиной R , а ее собственные значения – r_n ; последние пробегают дискретный ряд значений, соответствующий ряду конкретных диагностических решений. Каждому собственному значению r_n отвечает собственное распределение S_n , описывающее комплекс симптомов, который характерен для данного частного состояния. Как видно, детерминизм традиционного клинического подхода проявляется в том, что согласно такому подходу в каждый данный момент времени организм с достоверностью находится в одном из известных состояний S_n с каким-либо определенным значением величины r_n . В то же время подход к принятию решения с позиции радионуклидной диагностики обладает явно индетерминистическими чертами: по измеренным значениям параметров физиологических систем организма можно лишь с некоторой вероятностью распознать конкретное состояние. Из-за этого противоречия возникает проблема интерпретации результатов радионуклидных исследований: как сопоставить значения параметров физиологических систем конкретной патофизиологической картине, конкретному комплексу симптомов.

Можно сделать вывод о том, что наличие интерференции частных состояний S_n или разрушение интерференции зависит от того насколько выражены клинические симптомы для каждого частного состояния S_n . Так, для мозговой гемодинамики частные состояния в силу высокой автономности церебрального кровотока не имеют четкого клинического проявления и по этой причине они интерферируют. Проявлением интерференции является колебательный характер изменения среднего значения T_c в после-коррекционном периоде.

4.3. Резюме

В четвертой главе были рассмотрены результаты клинкорационуклидного обследования мозговой гемодинамики, мочевыделительной системы у детей в ранние сроки после коррекции по поводу задержки психического развития легкой степени, функциональных расстройств речи, остаточных явлений сотрясения головного мозга. Результаты анализировались на основе разработанного математического описания влияния факторов коррекции на состояние физиологических систем.

Базовый пункт разработанного математического описания – анализ соотношения длительности проведения коррекции и периода компенсаторно-адаптационных процессов в исследуемых физиологических системах. Обработка данных показала, что длительность типовой коррекции по поводу задержки психического развития легкой степени составляет 2 – 3 ч, по поводу функциональных расстройств речи – 1 – 2 ч, по поводу остаточных явлений сотрясения головного мозга – 1 – 2 ч. Кроме того, согласно литературным данным, период компенсаторно-адаптационных процессов, возникающих в мозговой гемодинамике и мочевыделительной системе при действии на них стрессорных факторов, составляет от 0 до 14 сут. Таким образом, длительность воздействия непосредственных факторов коррекции много меньше, чем период адаптации данной физиологической системы. Следовательно, за время коррекции эта система не успевают адаптироваться к вновь созданным условиям функционирования: ее состояние сразу после окончания коррекции будет оставаться примерно тем же, что и до коррекции. Поэтому сразу после коррекции возникает рассогласование между состоянием физиологических систем и возникшими в результате вмешательства условиями адекватного функционирования, получившееся рассогласование компенсируется активизацией компенсаторно-адаптационных процессов и вызывает напряжение регуляторных механизмов физиологических систем. Последнее может привести к уходу систем из нормального состояния и, следовательно, к различным расстройствам с их стороны, которые проявляются в различные сроки послекоррекционного периода.

Математическое описание после коррекции состояния мозговой гемодинамики приводит к выводу о том, что под действием факторов кор-

рекции в этой системе возбуждаются околосуточные колебания ее параметров. Колебания являются затухающими: они существуют, пока длятся адаптационные процессы в системе внутричерепного кровообращения. Результаты радиоциркулографического обследования мозгового кровообращения в раннем послекоррекционном периоде полностью подтвердили данный теоретический вывод. Было выявлено также, что величина периода адаптационных процессов в мозговой гемодинамике не зависит от типа коррекции и равна, примерно, 5 сут.

При возникновении колебаний параметров мозговой гемодинамики ее механизмы регуляции находятся в состоянии напряжения. Вероятность ухода системы мозгового кровообращения из состояния нормального функционирования при действии на нее стрессор-галс факторов наиболее существенна. Как показывают теоретические расчеты, сразу после коррекции эта вероятность по экспоненциальному закону стремится к нулю. Напряжение механизмов регуляции мозговой гемодинамики может приводить к срыву этих механизмов и, следовательно, к различным расстройствам церебрального кровообращения. По этой причине вероятность ухода данной системы из нормального состояния может служить верхней оценкой частоты послекоррекционных расстройств со стороны мозгового кровообращения. По результатам радиоциркулографии были рассчитаны конкретные значения указанной вероятности в различные моменты послекоррекционного периода. Оказалось, что последняя действительно наиболее существенна в течение первых суток после коррекции, в последующие сроки она быстро падает. Эти же значения после коррекции задержки психического развития легкой степени и после коррекции остаточных явлений сотрясения головного мозга невысоки и примерно совпадают. Таким образом, риск послекоррекционных расстройств со стороны сосудистой системы головного мозга оказывается наиболее высоким в первые сутки после коррекции функциональных расстройств речи.

Результаты теоретических расчетов возможной частоты цереброваскулярных расстройств в раннем послекоррекционном периоде были сопоставлены с литературными данными и собственными клинкордиоциркулографическими исследованиями мозговой гемодинамики у детей в отделении реабилитации. С этой целью исследуемые учащиеся об-

следовались в отделении радиоизотопной диагностики. Использовалось специально сконструированное кресло и двудатчиковый радиоциркулограф, позволявший вести исследования в ручном и полуавтоматическом режиме с различными радиофармпрепаратами. Из всех случаев выявленных нами осложнений со стороны церебральной гемодинамики подавляющее количество составили преходящие нарушения. Анализ случаев по группам обследованных детей показал, что наибольшая частота цереброваскулярных расстройств имеет место в первые-третьи сутки после коррекции функциональных расстройств речи. Сопоставление теоретических расчетов с реальными частотами подтвердило справедливость оценки риска послекоррекционных осложнений по вероятности ухода мозговой гемодинамики из нормального состояния.

Математический анализ результатов радионуклидного исследования деятельности почек у детей в послекоррекционном периоде выявил, что изменение средних значений уродинамических показателей после различных типов радикальной коррекции не имеет какого-либо определенного характера: колебание указанных средних значений проходит совершенно случайным образом. Изменение дисперсии уродинамических показателей в различные сроки послекоррекционного периода совершенно определено: она высока в первые сутки после коррекции и затем уменьшается, достигая до коррекции значений к седьмым-четырнадцатым суткам. Такая картина обусловлена изменением жесткости регулирования уродинамических показателей в раннем послекоррекционном периоде. Резкое увеличение дисперсий в первые сутки после расширенного коррекционного воздействия является следствием блокирования одного из уровней управления функциями почек. Затем, с течением времени происходит постепенное восстановление качества регулирования и восстановление уродинамических показателей.

Таким образом, тяжесть послекоррекционного состояния мочевыделительной системы определяется не угнетением секреторно-экскреторной функции почек, а резким ухудшением качества регулирования данной функции.

Были рассчитаны вероятности ухода уродинамических показателей из области нормы в область патологических значений вследствие падения

жесткости регулирования для различных типов коррекционных вмешательств. Оказалось, что эта вероятность наиболее высока после коррекции задержки психического развития легкой степени. Несколько ниже значения указанной вероятности в случае коррекции функциональных расстройств речи.

Обзор литературных данных о частоте и причинах послекоррекционной патологии со стороны почек, а также наши собственные данные, полученные при обследовании мочевыделительной системы у учащихся в отделении радиоизотопной диагностики, подтвердили теоретические выводы. На конкретных примерах было показано, что причина функциональных расстройств почек в раннем послекоррекционном периоде – резкое ухудшение качества регулирования уродинамических показателей.

Таким образом, клинико-радионуклидное обследование мозговой гемодинамики, мочевыделительной системы, отдельного капиллярного кровотока и также математический анализ результатов такого обследования позволяют получить нетривиальную информацию о состоянии механизмов регуляции данных физиологических систем в раннем послекоррекционном периоде.

Глава 5

ОЦЕНКА КОМПЕНСАТОРНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ РЕГУЛЯТОРНЫХ МЕХАНИЗМОВ СИСТЕМЫ МОЗГОВОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ

Мы рассмотрели влияние определенных физиологических нагрузок на изменение скорости мозгового кровообращения.

Как пишут В. В. Парин и Р. М. Баевский [115], для исследования биологических регуляторов по аналогии с техническими системами может быть использован метод внесения определенных экспериментальных возмущений. Наблюдая при этом процесс регулирования, можно сделать выводы о его качестве и возможностях. Практически в нормальной и патологической физиологии широко пользуются этим методом, однако отсутствие количественных способов оценки работы механизмов регуляции систем позволяло лишь получить качественные характеристики. В то же время изложенные выше теоретические выкладки открывают возможность получить количественные характеристики работы регуляторных механизмов при действии физиологических нагрузок.

Было показано, что при отклонении параметра физиологической системы от равновесного значения прежнее или новое нормальное состояние достигается в результате колебательного процесса, который является периодически затухающим. Чем выше отношение величины начального отклонения к среднеквадратичному отклонению от нормального значения, тем больше вероятность наличия функционального напряжения механизмов регуляции системы, то есть тем больше амплитуда колебательного процесса. Следовательно, при дозированном воздействии определенной физиологической нагрузки на изучаемую систему по вероятности ухода системы из нормального состояния можно судить о качестве работы ее регуляторных механизмов, то есть о компенсаторных возможностях системы.

Данное положение и было использовано нами для изучения вопроса об отношении оценок функционального напряжения мозговой гемодинамики после различных типов коррекции.

Были составлены три группы детей с изменениями в мозговой гемодинамике: легкая степень задержки психического развития (32 чел.), функциональные расстройства речи (48 чел.), остаточные явления сотрясения головного мозга (43 чел.). Была также составлена контрольная группа из 17 практически здоровых детей. Во всех группах обследуемые в анамнезе не имели нарушений со стороны сосудистой системы головного мозга.

В качестве физиологической нагрузки, вызывающей изменения скорости мозгового кровотока, мы использовали 1 % раствор никотиновой кислоты и 0,1 % раствор адреналина. Как известно, никотиновая кислота влияет на тканевый обмен, расширяет сосуды головного мозга и улучшает их проницаемость, другими словами, никотиновая кислота воздействует на гуморальный компонент механизмов регуляции системы мозгового кровообращения; воздействие адреналина на изучаемую систему следует расценивать, очевидно, как воздействие на нейрогуморальный компонент механизмов регуляции. Так что, рассматривая отклик системы мозгового кровообращения на эти виды физиологических нагрузок, можно сделать выводы относительно качества работы различных компонентов регуляторных механизмов данной системы.

Опишем методику исследования мозгового кровообращения при физиологических нагрузках. Исследования проводились с утра. Раствор никотиновой кислоты вводили внутримышечно из расчета 0,02 мл на 1 кг веса. Точно так же вводили раствор адреналина. Через 5 мин после инъекции физиологической нагрузки проводили радиоангиоэнцефалографическое исследование на двудатчиковом радиоциркулографе.

Полученные результаты представлены в табл. 36 – 39.

По полученным значениям были рассчитаны значения вероятности ухода системы мозгового кровообращения из нормального состояния вследствие действия на нее экспериментальных возмущений, значения представлены в табл. 36 – 39. Как видно из табл. 36, со значениями W , полученными в контрольной группе, вероятность ухода мозговой гемодинамики из нормального состояния при действии никотиновой кислоты и адреналина невысока, что свидетельствует о высокой компенсаторной возможности нормально функционирующей системы мозгового кровообращения. Кроме того, эти результаты говорят о правильности выбора дозировки применяемых физиологических нагрузок.

Таблица 36

Вероятность ухода мозговой гемодинамики из нормы в контрольной группе

Экспериментальное возмущение	Величина отклонения значения T_c , с		Среднеквадратичное отклонение в норме S_0		Вероятность ухода W , %	
	справа	слева	справа	слева	справа	слева
1. Никотиновая кислота	1,40±0,88	0,98±0,84	1,53±0,34	1,70±0,38	6,30 – 31,5	1,72 – 14,28
2. Адреналином	1,90±0,96	1,48±0,04			14,34 – 49,56	4,54 – 30,06

Таблица 37

Вероятность ухода мозговой гемодинамики из нормы у учащихся с легкой степенью задержки психического развития

Экспериментальное возмущение	Величина отклонения значения T_c , с		Среднеквадратичное отклонение в норме S_0		Вероятность ухода W , %	
	справа	слева	справа	слева	справа	слева
1. Никотиновая кислота	6,33±1,72	6,60±1,71	1,55±0,55	1,56±0,55	54,15 – 100	54,37 – 100
2. Адреналин	15,46±5,53	16,23±5,36			54,99 – 100	55,00 – 100

Таблица 38

Вероятность ухода мозговой гемодинамики из нормы у учащихся с функциональными расстройствами речи

Экспериментальное возмущение	Величина отклонения значения T_c , с		Среднеквадратичное отклонение в норме, S_0		Вероятность ухода W , %	
	справа	слева	справа	слева	справа	слева
1. Никотиновая кислота	8,48±2,68	9,52±2,88	2,65±0,71	3,84±1,03	54,04 – 100	47,76 – 100
2. Адреналин	15,71±2,64	16,15±2,86			68,37 – 100	67,86 – 100

Таблица 39

Вероятность ухода мозговой гемодинамики из нормы у учащихся с последствиями сотрясения головного мозга в позднем восстановительном периоде

Экспериментальное возмущение	Величина отклонения значения T_c , с		Среднеквадратичное отклонение в норме S_0		Вероятность ухода W , %	
	справа	слева	справа	слева	справа	слева
1. Никотиновая кислота	3,27±1,86	2,82±1,67	2,71±0,68	2,73±0,68	11,50 – 49,50	8,37 – 38,43
2. Адреналин	16,70±3,45	17,13±3,59			67,50 – 100	67,50 – 100

Сравнение значений W , полученных у детей, в табл. 36 – 39 показывает, что у пациентов с нарушениями мозговой гемодинамики понижено качество нейрогуморального компонента регуляторных механизмов системы мозгового кровообращения.

Резюме

Представленные в предыдущей главе расчеты вероятности нефункционального напряжения механизмов регуляции мозгового кровообращения в раннем послекоррекционном периоде кажутся парадоксальными. В самом деле, оказывается, что вероятность наличия напряжения регуляторных механизмов данной системы в первые сутки после коррекции у детей с легкой степенью задержки психического развития является более малой, чем у детей с функциональными расстройствами речи. Однако в первом случае объем коррекции больше, чем во втором. Следовательно, можно ожидать, что после коррекции функциональных расстройств речи должна быть выше вероятность ухода системы мозгового кровообращения из равновесного состояния.

Физиологическая система характеризуется макропараметром, с помощью которого можно описать состояние системы в любой момент времени. Поведение макропараметра во времени представляет интерес для практической медицины, но об этой динамике можно говорить лишь с малой вероятностью, поскольку на биологическую систему влияет достаточно большое количество факторов. Все состояния, в которых находится биологическая система, представлены на схеме (рис. 44). При срыве гомеостаза (в результате внутриутробного заболевания головного мозга, кислородного голодания, при родовой травме, сотрясении головного мозга и т.п.) может развиваться задержка психического развития различной степени тяжести.

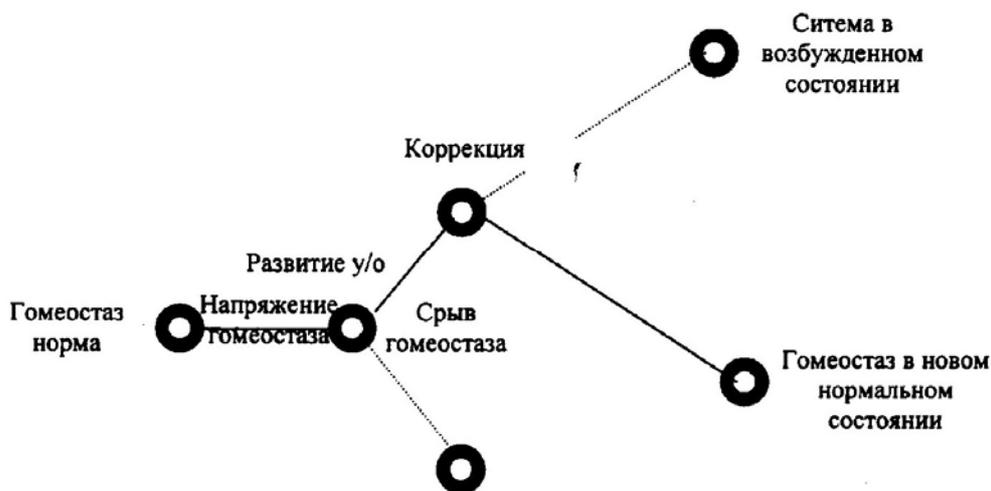


Рис. 44. Состояние биологической системы

Система мозговой гемодинамики характеризуется макропараметром – скоростью мозгового кровотока. Динамика этой системы с математической точки зрения может быть описана функцией $\psi_n = \sum_n a_n \psi_n(x, t)$,

где ψ_n – функция, описывающая конкретное состояние системы;

a_n – весовой коэффициент, вклад функции ψ_n в общее состояние биологической системы.

В таком случае интерпретация результатов радионуклидного обследования мозговой гемодинамики сводится к следующему.

Снижение функциональной активности любого органа закономерно влечет за собой изменения в деятельности остальных органов и систем, направленных на поддержание постоянства внутренней среды организма. Этот компенсаторный по своему характеру процесс присущ и мозговой гемодинамике, поэтому можно предполагать, что будет иметь место сдвиг равновесных значений параметров этой физиологической системы.

Обобщая вышесказанное, можно сделать утверждение о том, что состояние системы мозгового кровообращения в ранние сроки после коррекции существенным образом зависит лишь от компенсаторных возможностей гуморального компонента механизмов регуляторных механизмов церебральной гемодинамики, в данном случае не играет значительной роли.

С помощью воздействия указанными физиологическими нагрузками на систему мозгового кровообращения конкретного учащегося можно еще в докоррекционном периоде сделать прогноз относительно вероятности осложнения со стороны данной системы в послекоррекционном периоде. Действительно, если вероятность ухода конкретного пациента при действии физиологической нагрузки будет высока, то это будет свидетельствовать о высокой вероятности наличия функционального напряжения в течение послекоррекционного периода, т. е. о небольшом риске изменений со стороны мозговой гемодинамики. Таким образом, проводя исследование внутричерепного кровообращения конкретных детей на фоне физиологических нагрузок, можно объективизировать терапевтические показания к коррекции, а также начать предупредительную терапию, корригирующую недостаточность качества регуляторных механизмов церебрального кровообращения.

Приведем несколько примеров.

Учащийся Т-иев, 1995 г.р. Жаловался на периодическую головную боль, затрудненное восприятие информации. А/Д – 110/80 мм рт. столба.

В течение нескольких дней ребенку Т-иеву проводилось радиоангиоэнцефалографическое исследование вне и на фоне физиологических нагрузок. Результаты исследования представлены в табл. 40.

Как видно из приведенной таблицы, у ребенка Т-иева понижены компенсаторные возможности нейрогуморальных компонентов регуляции. Вместе с тем, гуморальный компонент регуляторных механизмов мозговой гемодинамики имеет удовлетворительные компенсаторные возможности, из чего вытекает невысокая степень риска после коррекции.

Таблица 40

Радиоциркулографическое исследование вне и на фоне физиологических нагрузок Т-иева (в с)

Вид нагрузки	С никотиновой кислотой		С адреналином	
	Правое полушарие	Левое полушарие	Правое полушарие	Левое полушарие
Разность «нагрузка – вне нагрузки»	3,0	4,0	9,5	9,0
Вероятность ухода из нормального состояния, %	26,4	41,5	95,4	93,4

Учащаяся М-ва, 1996 года рождения. Жаловалась на заикание, не выговаривание букв Р, Ш.

У ребенка не было заболеваний сосудистой системы головного мозга. А/Д – 110/70 мм рт. ст.

В течение нескольких дней у учащейся проводилось радиоангиоэнцефалографическое исследование вне и на фоне физиологических нагрузок. Результаты исследования представлены в табл. 41.

Таблица 41

Радиоциркулографическое исследование вне и на фоне физиологических нагрузок М-вой (в с)

Вид нагрузки	С никотиновой кислотой		С адреналином	
	Правое полушарие	Левое полушарие	Правое полушарие	Левое полушарие
Разность «нагрузка – вне нагрузки»	5,0	6,0	9,5	11,0
Вероятность ухода из нормального состояния, %	92,6	97,5	100,0	100,0

Как видно из таблицы, у ребенка М-вой незначительно понижены компенсаторные возможности как нейрогуморального компонента регуляторных механизмов мозговой гемодинамики, так и гуморального. Из этого вытекает, что имеет место незначительное послекоррекционное расстройство со стороны церебрального кровообращения.

Глава 6.

ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

В настоящее время одним из основных методов коррекции задержки психического развития, функциональных расстройств речи, последствий сотрясения головного мозга является не только психопедагогическое воздействие, но и реабилитация с помощью физических методов. Мезодиэнцефальное воздействие совместно с витамином РР влечет за собой комплекс функциональных изменений со стороны многих органов и систем. Такой комплекс зачастую – причина различных послекоррекционных изменений как в ранние, так и в отдаленные сроки. Изучение послекоррекционных осложнений, их прогноз и предупреждение в настоящее время стали одной из важнейших патофизиологических проблем, без решения которой невозможен успех коррекционного воздействия [83].

Аналізу указанной проблемы посвящено огромное количество работ. Однако до настоящего времени, как правило, обращалось внимание на выявление симптомов, характерных для нарушения отдельных функциональных систем, обмена веществ, более или менее выраженных структурных изменений в тканях и даже во внутриклеточной организации. Между тем, в последние годы появилась возможность подойти к решению этой задачи путем определения самых ранних нарушений – на уровне изменения регуляции функций. Как известно, уровень функционирования организма в целом или отдельных его систем определяется деятельностью механизмов регуляции. Именно поэтому степень напряжения регуляторных систем признается фундаментальным показателем состояния организма.

Такой подход к данной теме без сомнения оптимален, ибо количественная оценка степени напряжения регуляторных систем организма после коррекции позволяет выявить возникающие нарушения на самых ранних этапах их развития и тем самым предотвратить возникновение более гроз-

ных осложнений. Поэтому при определении состояния этих систем возникают три проблемы:

- 1) выбора параметров, максимально полно информирующих о состоянии изучаемых систем и в то же время минимальных по своему числу;
- 2) количественного измерения выбранных параметров;
- 3) идентификации полученных результатов исследований определенному функциональному состоянию данных систем.

С одной стороны, уникальность коры головного мозга обуславливает тот факт, что до настоящего времени о ее деятельности судят по различным косвенным показателям. Поэтому проблема выбора параметров, характеризующих состояние коры головного мозга, заключается в рациональном выборе именно косвенных показателей ее деятельности.

Весьма часто за такие косвенные показатели выбирают параметры биоэлектрической активности коры головного мозга. Однако эти параметры малоинформативны, так как известно, что биоэлектрическая картина головного мозга может быть одинакова при различных по тяжести состояниях ребенка.

С другой стороны, о деятельности коры головного мозга можно судить по показателям церебральной гемодинамики. Действительно известно, что величина мозгового кровотока регулируется главным образом метаболической активностью вещества мозга: при усилении функциональной активности мозга или его отдельных систем повышается уровень обменных процессов и соответственно усиливается кровообращение [159].

Однако показатели внутричерепного кровообращения весьма разнообразны и многочисленны. Скорость мозгового кровотока зависит от различных функций церебральной гемодинамики: разности между артериальным и венозным давлением, повышением вязкости крови, состоянием свертывающих систем и т.д., являясь их интегральной характеристикой. Таким образом, именно скорость мозгового кровотока может быть выбрана в качестве косвенного показателя, информирующего о деятельности коры головного мозга в условиях коррекционного отделения.

О состоянии системы гормонально-гуморального регулирования весьма содержательно можно судить по концентрации в крови и моче таких биологически активных веществ, как катехоламины, ацетилхолин, холинэстераза, гистамин, серотонин, кортикостероиды, ренин и др. Исходя из этого, проблема выбора параметров для оценки состояния гормонально-гуморальной системы регулирования в основном заключается в минимизации измерений, то есть в выборе комплекса измерений таких биологически активных веществ, которые принимают наибольшее участие в регуляции функций в данных изучаемых процессах.

Как известно, после коррекции, особенно в ранние сроки, состояние ребенка характеризуется стрессовой реакцией.

В определенной мере о состоянии системы гормонально-гуморального регулирования можно судить по показателям мозгового кровотока, отдельного капиллярного кровотока, функционирования мочевыделительной системы. Вместе с тем, необходимо подчеркнуть, что почка – один из органов поддержания постоянства внутренней среды, в которой процессы мочеобразования лишь незначительная часть разнообразных и сложных функций [38, 39, 40]. Поэтому при изучении почки открывается возможность определения состояния управляющих ею систем.

Как показывает анализ литературы, наиболее содержательным в условиях коррекционного оказывается выбор таких показателей деятельности мочевыделительной системы как секреторно-экскреторная функция. Определение этих показателей позволяет оценить степень напряжения механизмов регуляции, выявить возникновения почечной дисфункции после коррекции.

Обсудим пути решения второй поставленной проблемы – количественного измерения выбранных параметров.

Среди различных методов количественного измерения скорости мозгового кровообращения наиболее приемлем в коррекционном отделении – радиоциркулографический. В этих условиях для количественного измерения секреторно-экскреторной функции почек эффективен ренографический метод. Необходимо подчеркнуть, что сочетание именно этих методов позволяет в качестве радиоиндикатора использовать один и тот же радиофармпрепарат, а это обстоятельство весьма ценно с точки зрения минимальности воздействия обследований ребенка в раннем послекоррекционном периоде. Вместе с тем, результаты, полученные с помощью данных методов не поддаются непосредственной интерпретации. Для того чтобы получить адекватную оценку анализируемых параметров по результатам их радионуклидных исследований, необходимо соблюдение двух основных принципов: физиологической содержательности и физической корректности.

Для решения задачи количественного определения основных параметров органной или регионарной гемодинамики обычно используют метод Стюарта – Гамильтона, который позволяет посредством радиохронографии определить удельный кровоток в изучаемой физиологической системе по формуле Zierler K.L. [259]. Кроме того, для учета эффекта рецир-

куляции индикатора после его первого прохождения через изучаемую систему гемодинамики полученные результаты корректируются по циркуляционной модели, описываемой интегральными уравнениями Вольтерра и Стефенсона.

Таким образом, вторая из вышеперечисленных проблем может быть эффективно решена путем применения комплекса радионуклидных параметров по результатам их радионуклидных исследований при необходимости соблюдения принципов физиологической содержательности и физической корректности, которые могут быть удовлетворены только при привлечении дополнительных априорных данных об особенностях транспорта индикатора в исследуемой физиологической системе. Такая дополнительная информация формализуется в виде математической модели транспорта индикатора с обязательным учетом геометрии хронографических измерений.

Соответствие полученных количественных параметров определенному функциональному состоянию системы, то есть идентификация состояния, – отнюдь не тривиальная задача. В самом деле, параметры биологических систем в любом функциональном состоянии характеризуются не однозначными дискретными значениями, а непрерывными множествами своих значений. Это и делает задачу идентификации состояний весьма сложной.

Представленные в современной литературе методы оценки функционального состояния исследуемой физиологической системы, основанные на использовании таких математических аппаратов, как кластерный анализ, вычисление меры близости в пространстве диагностических признаков, рубрификация пространства диагностических признаков относительно нормального функционирования и т.п. имеют один общий недостаток. Этот недостаток заключается в существовании определенного произвола (субъективизма) при идентификации функционального состояния.

Причина наличия указанного недостатка – отсутствие такого математического метода, который позволил бы теоретически сопоставить каждому функциональному состоянию данной физиологической системы все множество возможных значений ее параметров.

Итак, разработка указанного математического аппарата актуальна для создания метода объективной оценки функционального состояния. Суммируя все вышесказанное, отметим следующее.

Априори известен комплекс параметров для определения изменения регуляции функций в раннем послекоррекционном периоде. Однако выбор именно перечисленных параметров неоднозначен, поэтому необходимо на конкретном клиническом материале доказать оптимальность именно этого предложенного комплекса.

Известны также и хорошо зарекомендовали себя указанные выше радионуклидные методы обследования. Но в то же время они, согласно доступной литературе, никогда не использовались для целей контроля за состоянием детей в коррекционном отделении. Поэтому необходимо доказать возможность использования этих методов с указанными целями.

И, наконец, необходима разработка математического метода, позволяющего по результатам радионуклидного обследования объективно оценить функциональное состояние физиологических систем организма.

Цель настоящей работы – разработка комплекса радионуклидных методов исследования, лазерной капилляроскопии для диагностики состояния регуляторных механизмов основных систем гомеостаза – головного мозга, мочевыделительной системы и отдельного капиллярного кровотока – на ранних этапах коррекции детей с задержкой психического развития легкой степени, с функциональными расстройствами речи, последствиями сотрясения головного мозга и моделирования на основе получаемых данных адаптационно-приспособительных процессов в условиях стресса, возникшего после коррекции.

Поставленная цель определила следующие конкретные задачи исследования:

- изучить состояние мозговой гемодинамики, мочевыделительной системы у исследуемых детей до и в ранние сроки после коррекции;
- разработать метод количественной оценки степени напряжения регуляторных механизмов в ранние сроки после коррекции по результатам радионуклидного обследования мозговой гемодинамики, мочевыделительной, эндокринной систем;
- разработать метод количественного определения компенсаторно-адаптационных возможностей изучаемых систем в докоррекционном периоде у конкретного ребенка;
- создать программные средства для автоматизации расчетов степени напряжения регуляторных механизмов и оценки необходимости

коррекции послекоррекционного состояния систем организма; адаптировать эти средства для программного обеспечения и моделирования.

Обсудим теперь полученные результаты.

В плане выполнения настоящей работы нами был разработан математический метод объективной оценки функционального состояния физиологических систем организма.

При построении указанного метода за основу взят постулат о конечности дисперсии любого параметра любой физиологической системы в любом функциональном состоянии. Математический аппарат, реализующий принятый постулат, есть аппарат функций гильбертова пространства.

При этом каждое функциональное состояние физиологической системы описывается определенной функцией гильбертова пространства, квадрат модуля которой дает распределение вероятностей значений параметра данной системы.

Учет изменения функционального состояния физиологической системы во времени вследствие действия на систему различных факторов требует введения в рассмотрение определенного оператора эволюции. Из условия принадлежности собственных функций этого оператора гильбертову пространству вытекает, что оператор эволюции должен быть линейным самосопряженным оператором, то есть эрмитовым. Из этого же условия вытекает, что собственные значения оператора эволюции, принадлежащие стационарным функциональным состояниям физиологической системы, должны образовывать дискретный спектр. Это открывает возможность приписать исходному стационарному функциональному состоянию изучаемой физиологической системы определенный номер, однозначно связанный со степенью напряжения регуляторных механизмов системы.

Если в начальный момент времени изучаемая система находится в нормальном функциональном состоянии, то при действии на нее суб- или экстремальных факторов она в последующие моменты времени может перейти в состояние с большим номером, то есть в состояние напряжения регуляторных механизмов. При этом концепцию стресса можно представить в виде перехода физиологической системы под действием патологических факторов из нормального функционального состояния в состояние напряжения регуляторных механизмов, то есть возбуждения системы, существование системы в одном из возбужденных состояний и затем ухода системы в нормальное состояние. Вероятностью наличия функционального напря-

жения механизмов регуляции физиологической системы можно считать ее уход из нормального состояния вследствие действия патологических факторов. Эта величина может служить также верхней оценкой ожидаемых послекоррекционных расстройств со стороны данной системы.

Если в качестве патологического фактора выступает коррекция, то в раннем послекоррекционном периоде состояние изучаемой физиологической системы будет нестационарным: оно будет описываться суперпозицией новых функциональных состояний. В этом случае среднее значение любого параметра системы будет осциллировать вокруг нового значения нормы в течение промежутка времени, пропорционального времени адаптации данной физиологической системы.

При этом способ оценки необходимости коррекции послекоррекционного состояния заключается в определении вклада возбуждения состояний, в которых имеет место напряжение механизмов регуляции: так, что если этот вклад велик, то с достоверностью необходима коррекция.

Таким образом, технология принятия диагностического решения заключается в идентификации полученного при радионуклидных исследованиях множества значений какого-либо параметра физиологической системы теоретическому множеству этих значений в определенном функциональном состоянии данной системы.

На основе предложенного метода идентификации состояний имеется возможность объективизировать интерпретацию радиоиммунологических исследований.

Результаты, полученные нами при радиоциркулографическом обследовании мозгового кровообращения у детей с задержкой психического развития, с функциональными расстройствами речи и последствиями сотрясения головного мозга до и в ранние сроки после коррекции, показывают, что имеет место статистически достоверное нарушение церебральной гемодинамики. Изменение значения T_c у указанных категорий детей представлены на рис. 45.

Как видно из рисунка, у детей всех трех анализируемых локализаций мозговое кровообращение в докоррекционном периоде замедлено по сравнению с контролем. Выявленный факт говорит о системном воздействии изучаемых процессов на гемодинамическую систему организма и, в частности, на мозговую гемодинамику.

Динамика значений T_c в первые – четырнадцатые сутки после коррекции у обследованных имеет неустойчивый, колебательный характер: значения T_c расположены около новых положений равновесия, установившихся после коррекции. Следовательно, состояние системы мозгового кровообращения в ранние сроки после коррекции является нестационарным. Нестационарность состояния рассматриваемой системы вызвана тем, что при коррекции происходит изменение анатомофизиологических соотношений гемодинамической системы организма. Причем, это изменение происходит настолько быстро, что организм за время коррекции не успевает адаптироваться к вновь созданным условиям жизнедеятельности. Поэтому его состояние непосредственно после коррекции остается таким же, как и до нее. Однако это состояние не отвечает новым условиям нормального функционирования и в ранние сроки послекоррекционного периода будет являться нестационарным до тех пор, пока показатели деятельности организма не придут в соответствие с вновь созданными условиями.

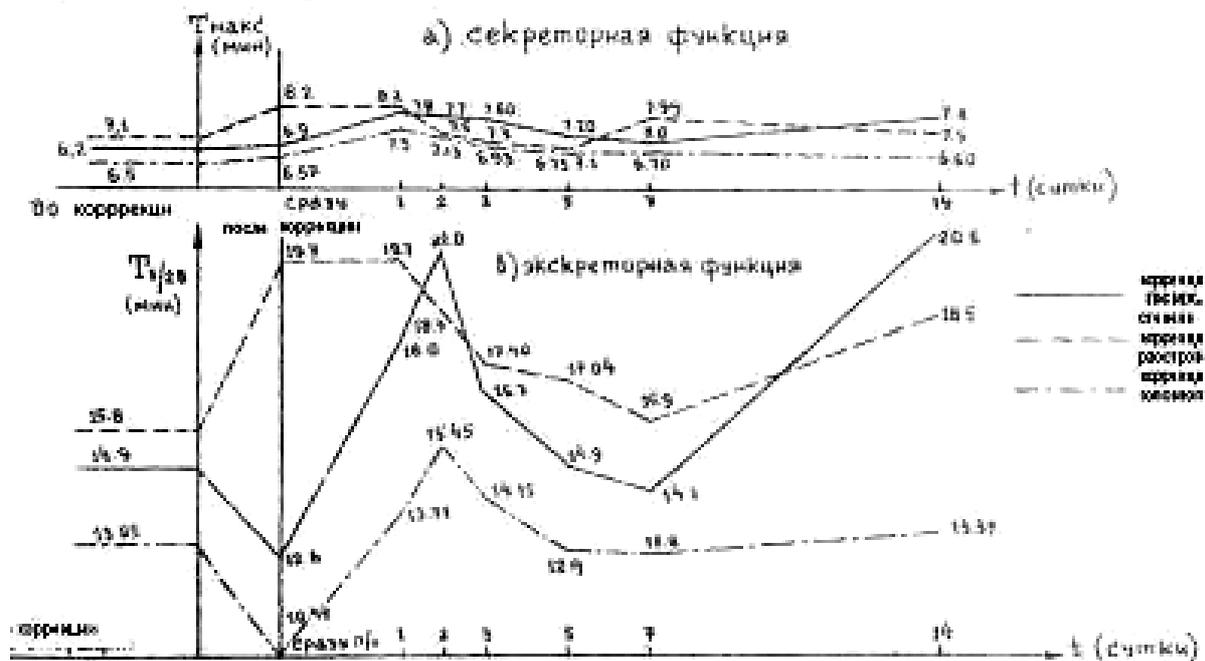


Рис. 45. Динамика значений $T_{1/2}$ после коррекции

Таким образом, тяжесть послекоррекционного состояния системы мозгового кровообращения в первые-четырнадцатые сутки после коррекции характеризуется нестационарностью и, следовательно, напряжением компенсаторно-адаптационных механизмов.

Результаты, полученные нами при ренографическом обследовании мочевыделительной системы у детей с задержкой психического развития легкой степени, функциональными расстройствами речи и последствиями сотрясения головного мозга до и в ранние сроки после коррекции, показывают, что имеет место статистически достоверное нарушение секреторной и экскреторной функции почек по сравнению с контролем. Измеренные значения $T_{\text{макс}}$ и $T_{1/2}$ у указанных категорий детей представлены на рис. 46.



Рис. 46. Динамика значений $T_{1/2}$ после коррекции

Как видно из рисунка, у детей в докоррекционном периоде страдает и секреторная, и экскреторная функции почек, но более выражено угнетение экскреторной функции.

Динамика значений $T_{\text{макс}}$ и $T_{1/2}$ в первые – четырнадцатые сутки после коррекции у обследованных детей имеет неустойчивый характер, что говорит о нестационарности состояния мочевыделительной системы в указанный период. Причины нестационарности состояния этой системы аналогичны причинам нестационарности мозгового кровотока и обусловлены напряжением компенсаторно-адаптационных механизмов. Кроме того, в первые сутки после коррекции по поводу задержки психического развития легкой степени, функциональных расстройств речи состояние мочевыделительной системы определяется также воздействием коррекции, влияния которой при электростимуляции сохраняются вплоть до седьмых суток.

По результатам радионуклидного обследования церебральной динамики и мочевыделительной системы в послекоррекционном периоде были рассчитаны значения вероятности ухода этих систем из состояния нормального функционирования.

В первые сутки после коррекции задержки психического развития легкой степени вероятность ухода системы мозгового кровообращения, капиллярного кровотока из нормального состояния весьма мала; в то же время вероятность наличия функционального напряжения регуляторных механизмов мочевыделительной системы невелика (по значению она не большая для всех анализируемых групп детей). После коррекции функциональных расстройств речи значения вероятности наличия напряжения регуляторных механизмов и мозговой гемодинамики, отдельного капиллярного кровотока и функции почек одинаково высоки.

Состояние же данных систем после коррекции последствий сотрясения головного мозга является близким к нормальному. Из полученных результатов следует, что изменения со стороны почек следует ожидать в первые дни после коррекции задержки психического развития легкой степени, функциональных расстройств речи, последствия сотрясения головного мозга. Эти выводы весьма совпадают как с литературными данными, так и с нашими собственными наблюдениями.

По нашим данным, при радиоциркулографическом обследовании 164 детей, перенесших коррекцию задержки психического развития легкой степени, было выявлено три ребенка с различными расстройствами мозгового кровообращения в первые – пятые сутки после коррекции, что составляет 1,9 %. У этих же детей частота возникновения осложнений со стороны мочевыделительной системы составила 1,5 %.

Проведенное нами клинко-радионуклидное обследование состояния мозговой гемодинамики в первые пять суток послекоррекционного периода у 180 детей, перенесших коррекцию функциональных расстройств речи, выявило 28 человек с замедлением мозгового кровотока. Расстройства деятельности почек у этих детей мы наблюдали в 1,2 % случаев.

Частота имевших место различных осложнений после коррекции последствий сотрясения головного мозга со стороны мозговой гемодинамики, мочевыделительной системы, капиллярного кровотока составила соответственно 1,9 %, 1,2 %, 2,8 %.

Несмотря на совпадения теоретических и реальных частот коррекционных осложнений со стороны мозговой гемодинамики, полученные значения кажутся парадоксальными. Действительно, коррекция задержки психического развития легкой степени по объему превышает коррекцию функциональных расстройств речи, но значения вероятности ухода системы мозгового кровообращения из нормального состояния после коррекции задержки психического развития легкой степени намного ниже, чем после коррекции функциональных расстройств речи.

Для объяснения этого факта нами было предпринято исследование скорости мозгового кровотока у детей в докоррекционном периоде вне и на фоне различных физиологических нагрузок, таких как 1 % раствор никотиновой кислоты и 0,1 % раствор адреналина. Определялась разность между значениями T_c на нагрузки и без них, и затем вычислялась вероятность ухода гемодинамики из нормы вследствие действия экспериментального возмущения. Значения этой вероятности в случае введения никотиновой кислоты интерпретировались как оценка компенсаторных возможностей гуморального компонента механизмов регуляторного кровообращения, а значения, полученные в случае введения адреналина, – как оценка нейрогуморального компонента. Выявлено, что у всех исследуемых детей понижена компенсаторная возможность нейрогуморального компонента регуляторных механизмов, в то же время у детей с задержкой психического развития легкой степени гуморальная регуляция мозговой гемодинамики близка к контролю. Из этого анализа сделан вывод о том, что причина послекоррекционных расстройств со стороны мозгового кровообращения в ранние сроки после функциональных расстройств речи заключается в пониженных компенсаторных возможностях гуморальной регуляции данной системы. Этот вывод полностью подтверждается результатами клинического обследования таких детей, в подавляющем большинстве случаев имеет место некоторое повышение артериального давления, усугубляющееся в первые сутки послекоррекционного периода: напротив, у детей с задержкой психического развития легкой степени в среднем регистрируется пониженное артериальное давление, почти не меняющееся в послекоррекционном периоде.

На основе полученных результатов был разработан метод прогнозирования послекоррекционных расстройств со стороны мозговой гемодинамики у конкретного ребенка. Метод заключается в вычислении разно-

сти между значениями среднего времени циркуляции T_c вне и на фоне физиологической нагрузки – 1 % раствора никотиновой кислоты, по которой затем определяется вероятность ухода системы мозгового кровообращения из нормального состояния, то есть оценивается компенсаторная возможность гуморальной регуляции данной системы. Если определенная таким образом вероятность ухода для конкретного пациента в докоррекционном периоде оказывается высокой (близкой к 100 %), то это означает низкую компенсаторную возможность гуморального компонента механизмов регуляции мозговой гемодинамики и, следовательно, высокий риск послекоррекционных расстройств с ее стороны у данного пациента. Таким образом, открывается возможность объективизировать терапевтические показания к коррекции. Кроме того, знание риска послекоррекционных расстройств позволяет еще в докоррекционном периоде начать превентивные мероприятия по усилению функциональных возможностей мозгового кровообращения конкретного пациента.

В последнее время большое внимание уделяется исследованию капиллярного кровотока. На мировом рынке аппараты для исследования микроциркуляционного русла разрабатывают многие фирмы, связанные с выпуском биомедицинской аппаратуры. Каждый такой аппарат сопровождается своим программным комплексом, основными задачами которых являются регистрация, передача, хранение и отображение сигналов. Но каждая система является персонифицированной, то есть невозможна регистрация сигнала одним комплексом и обработка того же самого сигнала другим программным продуктом. Из всего вышесказанного следует, что для более удобного использования аппаратов исследования капиллярного кровотока, основанных на методе лазерной доплеровской флоуметрии, необходимо создание единой системы регистрации, передачи, хранения и обработки информации.

Нами разработана компьютерная биомедицинская система регистрации и математической обработки сигналов, полученных в результате лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ), исследования её свойств и определения характеристик отдельных элементов.

Ввиду того, что система регистрирует и хранит сигналы, полученные от различных аппаратов, исследующих микроциркуляционное русло, основной идеей при разработке данной системы стала концепция применения компонентной модели построения программного обеспечения, при ко-

торой вся программная система разбивается на ряд функционально законченных компонент, причем каждый такой компонент удовлетворяет определенным соглашениям. Это дало возможность обеспечить априорную совместимость компонент, т.е. такую совместимость, при которой им не обязательно знать друг о друге что-то, кроме того, что указано в соответствующем соглашении.

Под составной частью понимается некоторый законченный бинарный модуль, содержащий один или большее количество объектов. Отдельные моменты являются независимыми исполняемыми единицами, разработанными с использованием различных инструментальных средств. Взаимодействие и управление независимыми компонентами обеспечивается на самом общем уровне средствами программной платформы, т.е. программным обеспечением операционной системы. При этом сам компонент выступает отдельным элементом программной архитектуры системы, так как является в общем случае неделимым на более мелкие части, т.е. монолитным.

Использование программного обеспечения позволило разработать систему, которая имеет возможность включить в работу компоненты, необходимые для работы с тем или иным аппаратом, регистрирующим сигнал. А также ввиду того, что для обработки сигналов специалисты в области медицины и биоинженерии используют различные методы обследования, которые постоянно совершенствуются, связующее программное обеспечение играет неограничиваемую роль. В настоящее время разработаны компоненты, выполнившие обработку сигналов методами преобразования Фурье, фильтров Батерворта, вейвлет-анализа и математической статистики.

В процессе работы системы был разработан метод, который позволил качественно оценивать распределение скоростей движения эритроцитов по капиллярам, что даёт возможность определять состояние микроциркуляционного русла отдельно по артериолярной и веноулярной составляющей.

Пусть N – общее число отсчётов сигнала $x(t)$, полученного в результате ЛДФ обследования, M – количество отсчетов входа в сигнал значения x_i . Тогда для дискретной величины показателя микроциркуляции

$$(ПМ) P\{ПМ = x_i\} = \frac{M}{N} = p_i, \text{ и функция распределения } F_{ПМ}(x) = \sum_{x_i < x} p_i.$$

Исходя из зависимости показателя микроциркуляции от скорости движения микрообъекта в модельных экспериментах, получаем функцию скоро-

сти движения эритроцитов $F_v(ПМ|_{ПМ=-0,3448v^2+9,928v-1,7}) = \sum_{ПМ_i < ПМ} p_i \cdot$

Значения этой функции соответствуют условному количеству эритроцитов, движущихся с данной скоростью (рис. 47).

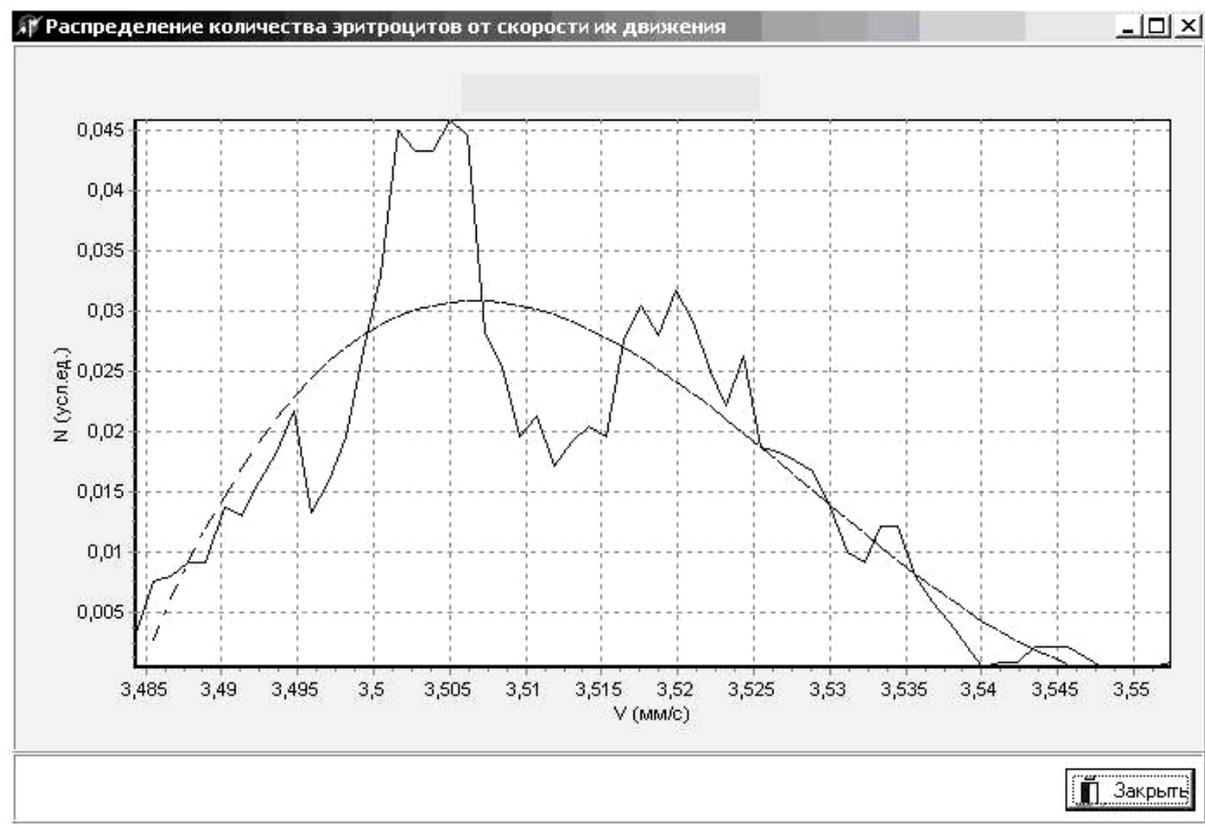


Рис. 47. Распределение количества эритроцитов от скорости их движения

В результате разработки системы предложены новые методы обработки сигналов.

Как показали многочисленные экспериментальные и клинические исследования, фундаментальной особенностью микроциркуляции является ее постоянная изменчивость как во времени, так и в пространстве, что проявляется в спонтанных флуктуациях тканевого кровотока. Именно поэтому наблюдается относительно невысокая воспроизводимость результатов ЛДФ, которая порой необоснованно рассматривается как недостаток данного метода. Между тем, высокая временная изменчивость микроциркуляции и связанная с ней колеблемость кровотока по сути своей есть объективная характеристика уровня жизнедеятельности тканей, информацию о состоянии которой еще не научились точно интерпретировать.

Ритмическая характеристика колебательных процессов в системе микроциркуляции имеет важную диагностическую значимость, так потеря или, напротив, появление в доплерограмме и в ее спектральной характеристике тех или иных частот напрямую связано с определенными симптомами расстройства периферического кровотока и нарушения трофики в тканях.

В современных ЛДФ аппаратах оптически зондируемый объем ткани (по крайней мере для длины волны света 0,63 мкм) не превышает 1 мм³. Как показывают расчеты, в коже в области пальцев кисти в этом объеме ткани одновременно присутствует порядка $3,5 \cdot 10^4$ эритроцитов, движущихся по 200 микрососудам, примерно 20 артериол, 110 капилляров, 40 посткапиллярных венул и 30 венул [67]. В других участках кожи, а также в слизистых оболочках могут быть иные анатомические отношения между микрососудами.

Получены данные на отечественном лазерном доплеровском флоуметре (лазерном анализаторе капиллярного кровотока) ЛАКК-01. Прибор предназначен для неинвазивного измерения движения крови в капиллярах и диагностики состояния микроциркуляции в тканях и органах при различных патологических процессах. В приборе используется излучение гелий-неонового лазера в красном и инфракрасном диапазонах, позволяющее проникать в поверхностные слои тканей на глубину 3 мм.

Механизм модуляции тканевого кровотока обусловлен вазомоторной активностью, которая, в свою очередь, зависит от миогенной активности вазомоторов, вызывающей эти колебания, синхронизированные с пульсовой волной, формирующиеся за счет пропульсивного движения крови в систолу [68, 69, 208].

Поэтому детальный анализ изменений в ритмическом спектре ЛДФ-граммы является важным этапом диагностической стратегии и оценки различных микроциркуляторных нарушений и их патофизиологического течения.

Благодаря нашим работам разрабатывается концепция о разделении кровотока на артериокапиллярный и капилляровенулярный. Для изучения микроциркуляции применялся прибор ЛАКК-01, описанный выше. Кроме того, был разработан новый диагностический метод обработки ЛДФ-граммы. Предложенная модель основана на выделении двух видов крово-

тока: артериокапиллярного и капилляровенулярного, каждому из которых соответствует свой диапазон значений показателя микроциркуляции. Обработанная ЛДФ-грамма позволяет оценить скорость каждого из видов кровотока.

Полученные данные привели также к разработке критерия оценки необходимости коррекции послекоррекционного состояния мозгового кровообращения, мочевыделительной системы и отдельного капиллярного кровотока. В основе разработанного критерия лежит предположение о том, что послекоррекционное состояние рассматриваемых систем является суперпозицией новых стационарных состояний, возникших после коррекции, причем квадрат модуля весового коэффициента, с которым входит каждое состояние в суперпозицию, есть вероятность зарегистрировать рассматриваемую систему в этом состоянии. Весовой коэффициент зависит от разности между текущим значением показателя, характеризующего деятельность рассматриваемой системы, и значением этого показателя в докоррекционном периоде. Чем больше эта разность, тем более определяющий вклад в суперпозицию дают состояния напряжения механизмов, то есть тем больше вероятность осложнений со стороны данной системы.

Следовательно, по степени отклонения текущего значения показателя от соответствующего докоррекционного значения можно объективно судить о необходимости коррекции состояния рассматриваемых систем.

Применяемый метод необходимости коррекции был применен нами при оценке результатов радиоциркулографического, ренографического и капилляроскопического обследований мозговой гемодинамики, мочевыделительной системы и отдельного капиллярного кровотока для конкретного учащегося. Во всех случаях применение данного критерия способствовало своевременному выявлению нарушений со стороны данных систем в раннем послекоррекционном периоде и закономерно привело к улучшению ведения конкретного ребенка после коррекции. Таким образом, клинико-радионуклидное обследование мозговой гемодинамики, мочевыделительной системы, отдельного капиллярного кровотока, а также анализ результатов обследования на основе математического аппарата функций гильбертова пространства являются эффективными методами определения ранних изменений регуляции функций в послекоррекционном периоде.

Эти методы позволяют количественно оценить степени напряжения регуляторных функций организма после коррекции, что дает возможность предотвратить возникновение различных осложнений.

Разработанный критерий необходимости коррекции был создан для оценки результатов обследования мозговой гемодинамики у конкретного учащегося. Во всех случаях применение данного критерия способствовало своевременному выявлению изменений со стороны данных систем в посткоррекционном периоде и закономерно приводило к улучшению ведения учащегося после электростимуляции головного мозга. Таким образом, психоневрологическое, радионуклидное обследование мозговой гемодинамики, мочевыделительной системы и исследование раздельного капиллярного кровотока с помощью лазерной капилляроскопии, вегетативной нервной системы, а также анализ результатов обследования на основе математического аппарата – эффективные методы определения ранних изменений регуляции функций.

Эти методы позволяют количественно оценить степени напряжения регуляторных функций организма, а проведение коррекции с помощью аппарата «ТРАНСАИР-01» способствует улучшению умственной деятельности и памяти учащихся.

ВЫВОДЫ

1. Для выявления нарушений функции регуляции систем мозговой гемодинамики, мочевыделительной, капиллярного кровотока необходимо использовать методы радиоциркулографии, ренографии и лазерной капилляроскопии скорости мозгового кровотока.

2. Воздействие изучаемых процессов на систему мозгового кровообращения состоит в статистически достоверном замедлении скорости церебрального кровотока.

3. Коррекция по поводу задержки психического развития легкой степени, функциональных расстройств речи, последствий сотрясения головного мозга, приводит к увеличению скорости мозгового кровообращения, особенно сильно проявляющееся в первые пять суток после коррекции.

4. Наиболее высокая вероятность наличия напряжения механизмов регуляции мозговой гемодинамики наблюдается после электростимуляции головного мозга у детей с функциональными расстройствами речи, аналогичная вероятность наличия напряжения механизмов регуляции мочевыделительной системы имеет наибольшее значение после коррекции задержки психического развития легкой степени. Данные вероятности могут служить оценкой послекоррекционных расстройств со стороны изучаемых систем.

5. Метод прогнозирования посткоррекционных изменений церебральной гемодинамики заключается в определении вероятности ухода ее из нормального состояния при воздействии экспериментального возмущения – физиологической нагрузки.

6. Радионуклидный контроль за состоянием здоровья детей, базирующийся на радиоциркулографическом, ренографическом, лазерной капилляроскопии и клинических методах исследования, эффективен для вы-

явления ранних нарушений функций организма, что позволяет необходимыми мерами предотвратить сдвиги показателей гомеостаза.

7. Учитывая высокую вероятность посткоррекционных изменений со стороны мозгового кровообращения после электростимуляции головного мозга у учащихся с последствиями сотрясения головного мозга, в позднем восстановительном периоде следует проводить непрерывное корригирующее воздействие в период до 15 сут.

8. Необходимость коррекции активизации умственной деятельности учащихся с задержкой психического развития и последствиями сотрясения головного мозга в позднем восстановительном периоде рекомендуется оценивать по определению вклада состояния напряжения механизмов регуляции этой системы. Так что если этот вклад велик, то с достоверностью необходима коррекция.

9. Стимуляция головного мозга улучшает все виды памяти у учащихся с легкой степенью задержки психического развития и последствиями сотрясения головного мозга в позднем восстановительном периоде. У учащихся с функциональными расстройствами речи наблюдалось улучшение произношения звуков и труднопроизносимых слов.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Результаты проделанной работы позволяют нам предложить следующие рекомендации:

1. Для объективного контроля за состоянием детей с задержкой психического развития легкой степени, функциональными расстройствами речи, а также с последствиями сотрясения головного мозга рекомендуется создание центра, позволяющего проводить исследования физиологических систем организма, таких как мозговое кровообращение, мочевыделительная система, отдельный капиллярный кровоток.

2. Учитывая высокую вероятность послекоррекционных расстройств со стороны мозгового кровообращения, капиллярного кровотока после сотрясения головного мозга, следует проводить непрерывную корректирующую терапию данному контингенту детей.

3. Объективизировать показания к коррекции для данного конкретного пациента можно, оценивая качество гуморального регулирования мозговой гемодинамики путем обследования данной системы и на фоне введения 1 % раствора никотиновой кислоты.

4. Необходимость коррекции состояния мозговой гемодинамики и мочевыделительной системы, отдельного капиллярного кровотока рекомендуется оценивать по определению вклада состояния напряжения механизмов регуляции этих систем в суперпозицию, описывающую их послекоррекционное состояние. Так что если этот вклад велик, то с достоверностью необходима коррекция.

Библиографический список

1. *Аббакумов, В. В.* Ренин-ангиотензин-альдостероновая система и ее изменения при операциях на открытом сердце / В. В. Аббакумов [и др.] // *Анестезиология и реаниматология.* – 1985. – № 5. – С. 27 – 33.
2. *Агаджанян, Н. А.* Научно-технический прогресс, стресс и здоровье / Н. А. Агаджанян // «ФРЭМТ-2004 : VI Междунар. научн.-техн. конф. Владим. гос. ун-т. – Владимир, 2004. – С. 15 – 19. – ISBN 5-93907-014-0.
3. *Акмаев, И. Г.* Современные представления о взаимодействиях регулирующих систем: нервной, эндокринной, иммунной / И. Г. Акмаев // *Успехи физиол. наук.* – 1996. – № 27. – С. 3 – 19.
4. *Александров, П. Н.* Представления теории общего адаптационного синдрома в хирургии и анестезиологии / П. Н. Александров [и др.]. – М. : Медицина, 1983. – С. 20 – 23.
5. *Анищенко, В. С.* Знакомство с нелинейной динамикой / В. С. Анищенко. – М. : Медицина, 2002. – 320 с.
6. *Анохин, П. К.* Очерки по физиологии функциональных систем / П. К. Анохин. – М. : Медицина, 1975. – 285 с .
7. *Астанина, И. А.* Нарушение цереброваскулярной реактивности у больных с асимптомным атеросклеротическим поражением сонных артерий / И. А. Астанина [и др.] // *Клиническая хирургия.* – 2001. – № 9. – С. 21 – 25.
8. *Атросенко, Е. С.* Использование радионуклидного метода для оценки микрогемодиализации у больных хронической ишемической болезнью сердца / Е. С. Атросенко, Н. И. Орехов // *Здравоохранение Белоруссии.* – 1985. – № 3. – С. 25 – 29.
9. *Ашметков, И. В.* Численное исследование свойств разностной схемы для уравнения гемодинамики / И. В. Ашметков [и др.] // *Диалог.* – 1999. – № 14. – С. 14.
10. *Баевский, Р. М.* Временная организация функций и адаптационно-приспособительная деятельность организма / Р. М. Баевский // *Теоретические прикладные аспекты анализа временной организации биосистем : сб. работ / под ред. В.В. Парина.* – М. : Медицина, 1976. – С. 88 – 111.
11. *Он же.* Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии : монография / Р. М. Баевский. – М. : Медицина, 1979. – 283 с.
12. *Беленков, Ю. Н.* Сердечно-сосудистый континуум / Ю. Н. Беленков // *Сердечная недостаточность.* – 2002. – № 1. – С. 7 – 11.

13. *Богомоллов, А. В.* Диагностика состояния человека : математические подходы / А. В. Богомоллов [и др.]. – М. : Медицина, 2003. – 461 с.

14. *Божинов, С.* Синтетическая неврология. Граничные области неврологии / С. Божинов [и др.] // Медицина и физкультура. – 1969. – № 1. – С. 292.

15. *Бойко, И. П.* Радионуклидная диагностика нарушений гомеостаза и прогнозирование состояния физиологических систем на ранних этапах хирургического лечения онкологических больных : дис. ... д-ра мед. наук : защищена 22.10.91 : утв. 02.02.92 / Бойко И. П. – Фрунзе, 1990. – 386 с.

16. *Бойко, И. П.* Оценка функционального состояния организма в реаниматологии / И. П. Бойко, А.А. Малафеев, А. А. Курочкин. – М. : Велос, 1995. – 88 с. – ISBN 5-88743-002.

17. *Болотин, А. С.* Математическое моделирование в распознавании состояний физиологических систем (на примерах эндокринной системы и мозгового кровообращения) : автореф. дис. канд. физ-мат. наук. / А. С. Болотин. – Красноярск, 1987. – 17 с.

18. *Он же.* Математический анализ результатов радионуклидных методов исследования у онкологических больных / А. С. Болотин // Эпидемиология, диагностика и лечение злокачественных новообразований : тр. Кирг. НИИ онкологии и радиологии. – Фрунзе : Кыргызстан, 1988. – С. 127 – 129.

19. *Бонгард, М. М.* Проблема узнавания / М. М. Бонгард. – М. : Наука, 1967. – 320 с.

20. *Борисов, Л. Г.* Функциональное состояние почек при черепно-мозговой травме : автореф. дис. канд. мед. наук / Л. Г. Борисов. – Ташкент, 1970. – 26 с.

21. *Бранько, В. В.* Метод лазерной доплеровской флоуметрии в кардиологии : пособие для врачей / В. В. Бранько [и др.]. – М. : Медицина, 1999. – 48 с.

22. *Брауде, Г. С.* Нарушение функции почек при травме черепа / Г. С. Брауде // Вопросы невропатологии и психиатрии. – 1971. – № 3 – С. 87 – 89.

23. *Буничев, А. Я.* Численное исследование гемодинамики большого круга кровообращения / А. Я. Буничев [и др.]. – М. : Препринт, 2001 – 21 с.

24. *Бурцев, Е. М.* Нарушение мозгового кровообращения в молодом возрасте / Е. М. Бурцев // Клиническая медицина. – 1986. – № 9. – С. 30 – 36.

25. *Бурцев, Е. М.* Классификация и топическая диагностика нарушений мозгового кровообращения у новорожденных детей / Е. М. Бурцев, Е. Н. Дьяконова // Журнал неврологии и психиатрии. – 1997. – № 8. – С. 4 – 7.

26. *Валенкевич, Л. И.* Уровень простагландинов циклических нуклеотидов, ренина и альдостерона в плазме крови больных гипертонической болезнью / Л. И. Валенкевич, А. Э. Соколовская, А. Ш. Зайчик // Врачебное дело. – 1987. – № 1. – С. 61 – 63.

27. *Вальдман, А. В.* Нервная система и гомеостаз / А. В. Вальдман // Гомеостаз. – 1981. – № 4. – С. 29 – 70.

28. *Вентцель, М. Д.* Применение методов корреляционного анализа для исследования сердечной деятельности человека в космическом полете / М. Д. Вентцель, А. Д. Воскресенский, Н. А. Чеходанский – М. : Медицина, 1968. – С. 69 – 79.

29. *Винник, Ю. С.* Применение прилекулярного гепарина для деблокады микроциркуляторного русла при остром панкреатите / Ю. С. Винник [и др.] // Применение лазерной доплеровской флоуметрии в медицинской практике : материалы 4-го Всерос. симп. 14 – 16 мая 2002 г., г. Пущино. – Пущино, 2002. – С. 60 – 62.

30. *Виничук, С. М.* Клинический метод исследования гемодинамики при инфаркте мозга / С. М. Виничук // Врачебное дело. – 1987. – № 1. – С. 38 – 42.

31. *Власов, Т. Д.* Системные изменения состояния микроциркуляторного русла при ишемии и постишемической реперфузии : автореф. дис. докт. мед. наук / Т. Д. Власов. – СПб. : Наука, 2000. – 35 с.

32. *Он же.* Механизмы гуморальной регуляции сосудистого тонуса / Т. Д. Власов // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2002. – № 4 – С. 68 – 73.

33. *Волькенштейн, М. В.* Биофизика / М. В. Волькенштейн. – М. : Наука, 1981. – 576 с.

34. *Гаевый, М. Д.* Фармакология / М. Д. Гаевый. – М. : Медицина, 1980. – 321 с.

35. *Гаркави, Л. Х.* Повышение сопротивляемости с помощью адаптационных реакций тренировки и активации на разных уровнях реактивности организма : метод. рекомендации / Л. Х. Гаркави [и др.]. – Ростов-н/Д. : Изд-во Ростов. ун-та, – 1982. – 22 с.

36. *Гаялиулин, Д. А.* Прогнозирование сосудистых заболеваний головного мозга и их медико-социальная профилактика / Д. А. Гаялиулин. – Казань. [Карное], 2000. – 24 с.

37. Герасимов, Э. М. Состояние функции внешнего дыхания и некоторые показатели гемодинамики у больных раком желудка / Э. М. Герасимов // Вопросы клинической и экспериментальной онкологии : тр. Кирг. НИИ онкологии и радиологии. – Фрунзе, Кыргызстан, 1968. – С. 67 – 72.
38. Горизонтов, П. Д. Стресс как проблема общей патологии / П. Д. Горизонтов // Вестн. АМН СССР. – 1979. – № 11. – С. 12 – 17.
39. Горизонтов, П. Д. Гомеостаз, его механизмы и значение / П. Д. Горизонтов // Гомеостаз. – 1981. – № 4. – С. 5 – 27.
40. Горизонтов, П. Д. Стресс и система крови / П. Д. Горизонтов, О. И. Белоусова, М. И. Федотова – М. : Медицина, 1983. – 240 с.
41. Гурфинкель, Ю. И. Исследование микроциркуляции методом компьютерной капилляроскопии в условиях длительной изоляции в эксперименте «SFINCSS-99». / Ю. И. Гурфинкель. – М. : Слово, 2001. – С. 306 – 313.
42. Гурвич, А. М. Корреляция типа постреанимационной динамики мозгового кровообращения с тяжестью постреанимационных нарушений функции структуры мозга / А. М. Гурвич, Е. А. Мутускина, Г. Н. Миротворская // Анестезиология и реаниматология. – 1986. – № 2. – С. 35 – 38.
43. Гурвич, А. М. Основы гемодинамики / А. М. Гурвич, С. Л. Берштейн. – Киев : Наук. думка., 1979. – 230 с.
44. Демин, А. А. Некоторые вопросы восстановительного периода и выздоровления при острой почечной недостаточности / А. А. Демин [и др.] // Неотложные состояния в клинике внутренних болезней : материалы 5-й Всерос. науч. конф. терапевтов. – Новосибирск, 1971. – 292 с.
45. Джавад-Заде, М. Д. Гомеостаз при операциях на органах мочеполовой системы / М. Д. Джавад-Заде, С. Н. Лынев. – М. : Медицина, 1987. – 240 с.
46. Донешка, П. И. Модель влияния вестибулярной системы на кровяное давление во время сна / П. И. Донешка, Ю. Е. Тошев // Биофизика. – 1976. – № 1. – С. 161 – 165.
47. Дьяченко, О. М. К проблемам диагностики психического развития детей дошкольного возраста / О. М. Дьяченко // Психологическая наука и образование. – 1997. – № 2. – С. 20 – 27.
48. Дубовый, Е. Д. Состояние мозгового кровотока по данным радиационной ангиографии у больных сахарным диабетом / Е. Д. Дубовый [и др.] // Проблемы эндокринологии. – 1975. – № 3. – С. 10 – 13.

49. Жуковский, В. Д. Автоматизированная обработка данных функциональных клинических исследований и методы математического моделирования / В. Д. Жуковский, М. Г. Крейнс // Науч. обзор. – 1987. – № 4. – 128 с.

50. Задионченко, В. С. Состояние микроциркуляции и реологические свойства крови у больных острым коронарным синдромом / В. С. Задионченко // Применение лазерной доплеровской флоуметрии в медицинской практике : материалы третьего Всерос. симп. – М. – 2000. – С. 73 – 76.

51. Зайчик, А. Ш. Общая патофизиология / А. Ш. Зайчик, Л. П. Чурилов. – СПб. : ЭЛБИ, 2001. – 624 с.

52. Затевахина, М. В. Перспективы использования математического анализа ритма сердца в кардиоанестезиологии / М. В. Затевахина, Т. М. Дарбиян, С. З. Клецкин // Критические состояния, обусловленные острыми расстройствами функции сердечно-сосудистой системы : сб. науч. работ. – Киев, 1982. – С. 109 – 110.

53. Захария, Е. А. Функциональное состояние гипоталамогипофизарноадренкортикальной системы у больных раком желудка / Е. А. Захария, Я. Н. Романишин // Врачебное дело. – 1986. – № 10. – С. 69 – 71.

54. Зинченко, В. А. Трудности диагностики церебральных инсультов / В. А. Зинченко, С. В. Лобзин, А. И. Духовский // Врачебное дело. – 1988. – № 5. – С. 50 – 53.

55. Зубовский, Г. А. Количественные тесты при анализе ренограммы / Г. А. Зубовский, И. И. Гольдман, М. И. Девышев // Мед. радиология. – 1975. – № 5. – С. 78 – 81.

56. Ильичевская, И. А. О деформации эритроцитов в капиллярах // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии / И. А. Ильичевская, В. И. Козлов. – 1972. – № 1. – С. 25 – 31.

57. Кадашев, Б. А. Определение регионарного мозгового кровотока методом внутривенного введения Хе-133 / Б. А. Кадашев, Е. Н. Радионов // Мед. радиология. – 1974. – № 10. – С. 9 – 13.

58. Казаков, Ю. И. Изучение микроциркуляции у больных облитерирующими заболеваниями артерий нижних конечностей : пособие / Ю. И. Казаков. – М. : Медицина, 1997. – 55 с.

59. Каменев, Ю. Я. Капилляротерапия и натуротерапия болезней / Ю. Я. Каменев, А. С. Залманов. – СПб. : Наука, 2005. – 228 с.

60. *Карпенко, Е. Е.* Клинико-анатомические параллели почек при расстройстве мозгового кровообращения / Е. Е. Карпенко, А. С. Ленушкин, Р. И. Данилова // *Материалы науч.-практ. конф. респ. о-ва паталогоанатомов Узбекистана.* – Ташкент, 1969. – С. 134 – 136.

61. *Катушкин, А. П.* Усовершенствованная методика расчета показателей центральной гемодинамики по данным реографии / А. П. Катушкин // *Анестезиология и реаниматология.* – 1987. – № 4. – С. 28 – 30.

62. *Кисляков, Ю. Я.* Математическое моделирование динамики транспорта инертных газов в системе микроциркуляции / Ю. Я. Кисляков, Ю. И. Лучаков // *Биофизика.* – 1985. – № 1. – С. 137 – 140.

63. *Клецкин, С. З.* Проблема оценки и контроля операционного стресса (на основе анализа ритма сердца с помощью ЭВМ) / С. З. Клецкин : автореф. дис. д-ра. мед. наук С. З. Клецкин ; МВТУ им. Н. Э. Баумана. – М., 1980. – 28 с.

64. *Козлов, В. И.* Механизмы адаптации на уровне микроциркуляторной системы / В. И. Козлов [и др.]. – М. : Медицина, 1977. – С. 216 – 217.

65. *Козлов, В. И.* Динамика микроциркуляторных процессов при тепловой пробе / В. И. Козлов, О. А. Гурова // *Применение лазерной доплероскопической медицинской флоуметрии в практике : материалы третьего Всерос. симп.* – М., 2000. – С. 77 – 78.

66. *Козлов, В. И.* Метод лазерной доплеровской флоуметрии : пособие для врачей / В. И. Козлов [и др.]. – М. : Медицина, 2001. – 80 с.

67. *Козлов, В. И.* Лазерная доплеровская флоуметрия и анализ коллективных процессов в системе микроциркуляции / В. И. Козлов, Л. В. Корси, В. Г. Соколов // *Физиология человека.* – 1998. – № 6. – С. 112 – 121.

68. *Козлов, В. И.* Гистофизиология капилляров / В. И. Козлов, [и др.]. – СПб. : Наука, 1994. – 232 с.

69. *Козлов, В. И.* Лазерно-доплеровский метод исследования капиллярного кровотока / В. И. Козлов [и др.] // *Известия АН, сер. физическая.* – 1995. – № 6. – С. 179 – 182.

70. *Коняева, Т. Н.* Тепловая проба с линейно-нарастающей температурой нагрева в исследованиях механизмов регуляции системы микроциркуляции кожи человека / Т. Н. Коняева [и др.] // *Вестник новых медицинских технологий.* – 2002. – № 4. – С. 89 – 91.

71. *Коняева, Т. И.* Оценка чувствительности показателей микроциркуляции к оксиду азота и ацетилхолину / Т. И. Коняева [и др.] // Гемореология и микроциркуляция : материалы Междунар. конф. – Ярославль, 2003. – 133 с.

72. *Кохан, Е. П.* Использование лазерной доплеровской флоуметрии для адекватного выбора ампутации при атеросклеротической гангрене нижней конечности / Е. П. Кохан, О. В. Пинчук // Применение лазерной доплеровской флоуметрии в медицинской практике : материалы Нового всерос. симп. – М., 1996. – С. 47 – 49.

73. *Кримкевич, Е. И.* Биоритмы деятельности почек у здоровых людей (обзор литературы) / Е. И. Кримкевич, Н. Я. Мельман, Л. А. Пырис // Врачебное дело. – 1988. – № 4. – С. 1 – 6.

74. *Крупаткин, А. И.* Клиническая нейроангиофизиология конечностей (периваскулярная иннервация и нервная трофика) / А. И. Крупаткин. – М. : Научный мир, 2003. – 328 с.

75. *Он же.* Оценка локальной эффекторной функции сенсорных афферентов кожи конечностей с помощью лазерной доплеровской флоуметрии / А. И. Крупаткин // Рос. физиол. журн. им. И. М. Сеченова. – 2002. – № 5. – С. 658 – 662.

76. *Кропотов, С. П.* Профилактика развития и обострения психосоматических нарушений с помощью транскраниальной электростимуляции у лиц, переживающих реакцию утраты / С. П. Кропотов [и др.] // Механизмы функционирования висцеральных систем : тез. докл. междунар. конф. – СПб, 2001. – 199 с.

77. *Крупаткин, А. И.* Функциональная оценка периваскулярной иннервации конечностей с помощью лазерной доплеровской флоуметрии : пособие для врачей / А. И. Крупаткин [и др.]. – М., 2004. – С. 26. – ISBN 5-225-04221-X.

78. *Куликов, В. П.* Транскраниальная стресс-доплерография в оценке состояния мозгового кровообращения / В. П. Куликов, Н. Л. Доронина // Эхография. – 2000. – № 3. – С. 93 – 98.

79. *Лебедев, А. А.* О гомеостатической функции почек при гемодинамических сдвигах / А. А. Лебедев, А. С. Малачевская // 2-я науч. конф. по водно-сол. обмену и функции почек : тез. докл. – Новосибирск, 1966. – С. 111 – 112.

80. *Лебедев, В. П.* Неинвазивная транскраниальная электростимуляция антиноцептивной системы мозгового ствола : биофизические, физиологические, нейрохимические основы клинического применения : тез. Международ. конф., посвящ. 150-летию И.П. Павлова / В. П. Лебедев [и др] // Механизмы функционирования висцеральных систем. – СПб., 1999. – С. 212 – 214.

81. *Лебедев, В. П.* Научные основы разработки и системотехника аппаратов ТЭС-терапии / В. П. Лебедев, А. В. Малыгин // Медэлектроника – 2003 : материалы конф. – Минск, 2003. – С. 13 – 19.

82. *Они же.* Неинвазивная транскраниальная электростимуляция (ТЭС) защитных (эндорфинных) механизмов мозга аппаратами «ТРАНСАИР» как эффективное средство психофизиологической реабилитации / В. П. Лебедев, А. В. Малыгин // Человек и его здоровье : тез. VI Нац. Конгр. – СПб., 2001. – С. 203.

83. *Они же.* Разработка и внедрение в клиническую практику ТЭС-терапии – нового метода транскраниальной электростимуляции / В. П. Лебедев, А. В. Малыгин // Здоровоохранение Сибири. – 2002. – № 9. – С. 7 – 10.

84. *Они же.* Разработка и внедрение в клиническую практику нового метода транскраниальной электростимуляции (ТЭС-терапия) / В. П. Лебедев, А. В. Малыгин // Вестн. Акад. медико-технич. наук. – 2002. – № 6. – С. 134 – 141.

85. *Они же.* Разработка и внедрение в клиническую практику транскраниальной электростимуляции защитных механизмов мозга (ТЭС-терапии) на основе применения принципов доказательной медицины / В. П. Лебедев, А. В. Малыгин // Медэлектроника – 2002 : тр. конф. – Минск, 2002. – С. 13 – 19.

86. *Они же.* Транскраниальная электростимуляция как эффективный вид электроимпульсивной терапии : показания к применению и аппаратура / В. П. Лебедев, А. В. Малыгин // Электроимпульсная терапия в медицине и косметологии : тез. докл. науч.-практич. конф. – СПб., 2001. – С. 34 – 36.

87. *Они же.* ТЭС-терапия : транскраниальная электростимуляция защитных механизмов мозга. Разработка метода и аппаратуры, применение в лечебном и реабилитационном процессах / В. П. Лебедев, А. В. Малыгин // БиоМедприбор – 2000 : тр. конф. – М., 2000. – С. 45 – 50.

88. *Лебедев, В. П.* Транскраниальная электростимуляция защитных (эндорфинных) механизмов мозга : разработка метода и аппаратуры и их применение для нормализации психофизиологического статуса человека / В. П. Лебедев [и др.] // Петербургские фрагменты научной картины мира : сборник. – Вып. 2. – СПб., 2003. – С. 95 – 109.

89. *Лебедев, В. П.* Новые направления клинического применения ТЭС-терапии / В. П. Лебедев [и др.] // Актуальные вопросы физиотерапии, курортологии и восстановительной медицины : тез. конф. – СПб., 2004. – С. 52 – 53.

90. *Лебедев, В. П.* Обоснование метода и создание аппаратуры для квазирезонансной транскраниальной электростимуляции гомеостатических механизмов мозга / В. П. Лебедев [и др.] // Слабые и сверхслабые поля и изучения в биологии и медицине : тез. I Междунар. конгр. – СПб. – 1997. – 23 с.

91. *Лебедева, Р. Н.* Осложнения в системе кровообращения после хирургических вмешательств : монография/ Р. Н. Лебедева. – М. – Медицина, 1979. – 176 с.

92. *Ломаченко, И. Н.* Оценка лечения гнойного процесса с помощью лазерно-доплеровской флоуметрии после магнитно-лазерного воздействия : тез. докл. / И. Н. Ломаченко, М. В. Жидков // Материалы юбилейной научной конференции, посвященной 80-летию со дня рождения Г. А. Баирова. – СПб., 2002. – 132 с.

93. *Лопаткин, Н. А.* Диагностическое и прогностическое значение радионуклидных исследований с ЭВМ-обработкой в урологии / Н. А. Лопаткин, Ю. Я. Глейзер // 10-й Всесоюз. съезд рентгенологов и радиологов : тез. докл. – Ереван., 1977. – С. 586 – 587.

94. *Лукин, В. А.* Математическое моделирование гидродинамики церебрального кровообращения / В. А. Лукин. – М. : Макс-Пресс – 2001. – 15 с.

95. *Лясс, Ф. М.* Методические основы гамма-топографических исследований / Ф. М. Лясс, Г. А. Зубовский // Радионуклидная диагностика : сб. ст. – М. : Медицина, 1983. – С. 165 – 204.

96. *Маколкин, В. И.* Состояние микроциркуляции при гипертонической болезни / В. И. Маколкин [и др.] // Кардиология. – 2002. – № 7. – С. 36 – 39.

97. *Малыгин, А. В.* Биотехнические принципы транскраниальной электростимуляции защитных механизмов мозга / А. В. Малыгин // Вестн. аритмологии. – 2004. – № 35. – 201 с.

98. *Малыгин, А. В.* Аппаратура для неинвазивной селективной транскраниальной электростимуляции защитных механизмов мозга : системо- и схемотехника / А. В. Малыгин, В. П. Лебедев // Вестн. Акад. медико-технич. наук. – 2003. – № 7. – С. 53 – 68.

99. *Малыгин, А. В.* Пути повышения эффективности ТЭЦ-терапии / А. В. Малыгин [и др.] // Современные аспекты реабилитации в медицине : материалы I Междунар. конф. – Ереван, 2003. – С. 232.

100. *Манеелов, Л. С.* Клиника и диагностика начальных проявлений недостаточности кровоснабжения мозга / Л. С. Манеелов // Мед. помощь. – 2000. – № 3. – С. 7 – 10.

101. *Мач, Э. С.* Лазер – доплер-флоуметрия в оценке микроциркуляции в условиях клиники / Э. С. Мач // Применение лазерной доплеровской флоуметрии в медицинской практике : материалы I Всерос. симп. – М., 1996. – С. 56 – 64.

102. *Михайленко, А. А.* Церебральная гемодинамика у лиц с начальными проявлениями недостаточности кровоснабжения мозга / А. А. Михайленко, М. М. Одинак, И. А. Вознюк // Врачебное дело. – 1997. – № 2. – С. 64 – 68.

103. *Мотавкин, П. А.* Гистофизиология сосудистых механизмов мозгового кровообращения / П. А. Мотавкин, В. М. Черток. – М. : Медицина, 1980. – 200 с..

104. *Мчедlishvili, Г. И.* Исследование гемодинамики в мозгу человека / Г. И. Мчедlishvili // Методы клинической нейрофизиологии. – 1977. – № 2. – С. 139 – 162.

105. *Он же.* Мозговое и системное кровообращение / Г. И. Мчедlishvili // Вестник АМН СССР. – 1980. – № 1. – С. 20 – 24.

106. *Он же.* Механизмы регулирования кровообращения / Г. И. Мчедlishvili // Успехи физиол. наук. – 1980. – № 4. – С. 3 – 20.

107. *Он же.* Физиологические механизмы регулирования микроциркуляции в коре головного мозга / Г. И. Мчедlishvili // Физиол. журнал СССР. – 1984. – № 11. – С. 1473 – 1483.

108. *Неговский, В. А.* Постреанимационная болезнь / В. А. Неговский, А. М. Гурвич, Е. С. Золотокрылина. – М. : Медицина, 1979. – 369 с.

109. *Неймарк, Б. А.* Роль микроциркуляционных и уродинамических нарушений в генезе стойкой дизурии у женщин : автореф. дис. канд. мед. наук / Б. А. Неймарк. – Новосибирск, 2001. – С. 24.

110. *Николайшвили, Л. С.* Связь реакций пилальных артерий с $p\text{CO}_2$ и $p\text{H}$ в среде, окружающей сосудистые стенки при гипо- и гипертензии / Л. С. Николайшвили, Р. В. Аития, Г. И. Мчедлишвили. – М. : Медицина, 1974. – С. 28 – 31.

111. *Никольская, И. М.* Особенности личности больных с хронической недостаточностью мозгового кровообращения : Ведущие аспекты диагностики и лечения в условиях соврем. клин. больницы / И. М. Никольская, Г. Д. Горячкина. – СПб., 1997. – С. 51 – 52.

112. *Оболенцев, Н. И.* Влияние общего обезболивания и операции на внутричерепную гемодинамику и парциальные функции почек : автореф. дис. канд. мед. наук / Н. И. Оболенцев. – Донецк, 1972. – 18 с.

113. *Одинак, М. М.* Нарушение кровообращения головного мозга, медикаментозная коррекция повреждений сосудистого русла / М. М. Одинак, И. А. Вознюк, С. Н. Янишевский // Журн. Воен.-мед. акад. – 2002. – № 3 – С. 75.

114. *Осколкова, М. К.* Реография в педиатрии / М. К. Осколкова, Г. А. Красина. – М. : Медицина, 1980. – 216 с.

115. *Осторовский, В. Ю.* Применение математического анализа для оценки функционального состояния больного во время оперативного вмешательства в условиях общей анестезии / В. Ю. Осторовский [и др.] // Анестезиология и реаниматология. – 1977. – № 2. – С. 38 – 41.

116. *Парин, В. В.* Некоторые аспекты изучения процессов регуляции висцеральных систем организма / В. В. Парин, Р. М. Баевский // Клин. медицина. – 1970. – № 8. – С. 26 – 29.

117. *Покровский, А. В.* Определение степени нарушения регионарной микроциркуляции нижних конечностей / А. В. Покровский, А. В. Чупин // Врач. – 1994. – № 1. – С. 28 – 29.

118. *Попова, Л. М.* Количественное определение регионарного мозгового кровотока при помощи гамма-камеры / Л. М. Попова, И. В. Мусатова // Невропатология и психиатрия. – 1980. – № 9. – С. 290 – 297.

119. *Приезжаев, А. В.* Особенности измерения скорости кровотока в тонких капиллярах и возможности лазерных методов / А. В. Приезжаев, А. С. Степанян // *Лазерная медицина.* – 1997. – Вып. 1. – С. 31 – 34.
120. *Пуговкин, А. П.* Мозговое кровообращение в норме и патологии : пособие для студентов и клин. ординаторов / А. П. Пуговкин. – СПб. : ГМУ, 2001. – 48 с.
121. *Пытель, А. Я.* Заболевание почек и верхних мочевых путей : руководство по клинической урологии / А. Я. Пытель [и др.]. – М. : Медицина. – 1969. – 711 с.
122. *Реушкин, В. Н.* Механизмы адаптации в биоритмологическом аспекте / В. Н. Реушкин // *Вестн. АМН СССР.* – 1981. – № 12. – С. 50 – 54.
123. *Он же.* Суточные ритмы и процессы адаптации / В. Н. Реушкин. – М. : Наука, 1985. – С. 54 – 80.
124. *Родионов, И. М.* Адаптация резистивных сосудов к уровню трансмурального давления / И. М. Родионов, О. С. Тарасова, В. Б. Кошелев // *Рос. физиол. журн. им. И. М. Сеченова.* – 2001. – № 11. – С. 1477 – 1487.
125. *Ротенберг, В. С.* Поисковая активность, сон и устойчивость организма / В. С. Ротенберг. – М. : Наука, 1985. – С. 80 – 91.
126. *Самсонова, Т. В.* Диагностика расстройств церебральной гемодинамики у новорожденных детей, развивавшихся антенатально в условиях дефицита внутриутробного кровообращения / Т. В. Самсонова // *Проблемы нейрогенетики, ангионеврологии, нейротравматологии.* – 1999. – № 2. – С. 284 – 292
127. *Саркисов, Д. С.* Структурные основы гомеостаза / Д. С. Саркисов // *Гомеостаз.* – 1981. – № 4 – С. 256 – 310.
128. *Сидоренко, Б. А.* Состояние микроциркуляции и кардиогемодинамики у больных хронической ишемической болезнью сердца / Б. А. Сидоренко [и др.]. – М. : Медицина, 1984. – С. 259 – 260.
129. *Сидоров, В. В.* Физические основы метода лазерной доплеровской флоуметрии и его применение в неврологической практике / В. В. Сидоров [и др.] // *Биомедицинские технологии и радиоэлектроника.* – 2003. – № 12. – С. 26 – 35.
130. *Синица, К. И.* Вычисление основных гемодинамических показателей с помощью ЭВМ / К. И. Синица, Г. Р. Клюка, О. В. Борисенко // *Врачебное дело.* – 1985. – № 2. – С. 76 – 77.

131. *Симоненко, В. Б.* Основы кардионеврологии / В. Б. Симоненко. – М. : Медицина, 2001. – 238 с.
132. *Склизкова, Л. А.* Микроциркуляция у больных с артериальной гипертонией / Л. А. Склизкова. – М. : Медицина, 2000. – С. 87 – 88.
133. *Сколина, Е. И.* Факторы риска и профилактика мозговых инсультов / Е. И. Сколина // Клиническая медицина. – 2001. – № 6. – С. 14 – 19.
134. *Смирнов, Ю. Н.* Радиационная ангиография и сцинтиграфия головного мозга при черепно-мозговой травме у детей : автореф. дис. канд. мед. наук / Ю. Н. Смирнов. – М. : Медицина, 1975. – 28 с.
135. *Сова, Е. В.* Состояние центральной гемодинамики у больных гипертонической болезнью в сочетании с алиментарным ожирением по данным радиокордиографии / Е. В. Сова // Врачебное дело. – 1986. – № 12. – С. 29 – 32.
136. *Соколов, М. В.* Динамика показателей кровообращения во время перевосполнения сосудистого русла и анализ механизмов их сдвига на основе математической модели / М. В. Соколов // Анестезиология и реаниматология. – 1979. – № 5. – С. 28 – 32.
137. *Сорокоумов, В. А.* Хроническая недостаточность мозгового кровообращения: проблемы диагноза и лечения / В. А. Сорокоумов [и др.] . – СПбГМУ, 2000. – С. 23 – 26.
138. *Сучков, В. В.* Влияние ретикулярной формации и гипоталамуса на гемодинамику коры головного мозга / В. В. Сучков, В. Л. Хусаинова // Высшая нервная деятельность. – 1972. – № 1. – С. 150 – 157.
139. *Табаров, М. С.* Дилататорные гуморальные адренэргические реакции органных вен и артерий при гипоксии и гипотермии / М. С. Табаров, Ю. А. Кудряшов // Бюллетень эксперим. биологии и мед. – 2002. – № 2. – С. 44 – 46.
140. *Танканаг, А. В.* Применение вейвлет-преобразования для анализа лазерных доплеровских флоурограмм / А. В. Танканаг, Н. К. Чемерис // Применение лазерной доплеровской флоуметрии в медицинской практике : материалы 4-го всерос. симп. 14 – 16 мая 2002 г., Пущино. – Пущино, 2002. – С. 29 – 39.
141. *Тараканов, Е. И.* Нейросекреция в норме и патологии / Е. И. Тараканов. – М. : Медицина, 1966. – 211 с.

142. *Теплов, С. И.* Нейрогенная регуляция кровоснабжения сердца и головного мозга / С. И. Теплов. – Л. : Наука, 1980. – 131 с.
143. *Ткачева, Г. А.* Радиоиммунохимические методы исследования / Г. А. Ткачева, М. И. Балаболкин, И. П. Ларичева. – М. : Медицина, 1983. – 187 с.
144. *Троицкий, Д. П.* Моделирование состояния регуляторных механизмов системы мозгового кровообращения / Д. П. Троицкий, В. Н. Орлов // ФРЭМЭ-2004 : VI Междунар. науч.-технич. конф. 21 – 23 апреля, ВлГУ. Владимир, 2004. – С. 151 – 153.
145. *Угрюмов, В. М.* Регуляция мозгового кровообращения / В. М. Угрюмов, С. И. Теплов, Г. С. Тиглиев. – М. : Медицина. – 1984. – 136 с.
146. *Успенский, Л. С.* Применение радиоизотопной ренографии в практике интенсивной терапии и травматологии / Л. С. Успенский // Анестезиология и реаниматология. – 1981. – № 2. – С. 68 – 70.
147. *Успенский, Л. С.* Функциональное состояние почек при травматическом шоке / Л. С. Успенский, Б. Г. Жилис, Т. Ф. Боровкова // Анестезиология и реаниматология. – 1986. – № 2. – С. 20 – 24.
148. *Филиппюк, С. К.* Элементы теории вероятностей и вероятностные подходы в задачах медицины и здравоохранения / С. К. Филиппюк. – М. : Медицина, 1982. – 128 с.
149. *Чернышева, М. П.* Афферентные и эфферентные связи гипоталамических нейросекреторных центров / М. П. Чернышева // Нейроэндокринология. – СПб. : РАН, 1993. – С. 230 – 296.
150. *Чернух, А. М.* Физиологическая роль микроциркуляторного русла. Расстройства микроциркуляции : рук. по кардиологии / А. М. Чернух [и др.]. – М. : Медицина, 1982. – С. 266 – 277, 401 – 411.
151. *Чернух, А. М.* Микроциркуляция / А. М. Чернух, П. Н. Александров, О. В. Алексеев. – М. : Медицина, 1984. – 456 с.
152. *Он же.* Микроциркуляция / А. М. Чернух, П. Н. Александров, О. В. Алексеев ; под общ. ред. акад. АМН СССР А. М. Чернуха. – М. : Медицина, 1975. – 456 с.
153. *Шаляпина, В. Г.* Функциональные качели в нейроэндокринной регуляции стресса / В. Г. Шаляпина // Физиол. журн. им. И. М. Сеченова. – 1996. – № 82(4). – С. 9 – 14.

154. *Шапиро, В. М.* Патология печени и почек в восстановительном периоде после оживления / В. М. Шапиро, А. А. Трикашный // Основы реаниматологии / под ред. В. А. Неговского. – М. : Медицина, 1975. – С. 125 – 142.

155. *Шахнович, А. Р.* Диагностика нарушений мозгового кровообращения / А. Р. Шахнович, В. А. Шахнович. – М. : Ассоц. книгоизд., 1996. – 446 с.

156. *Швальб, П. Г.* Возможности лазерной доплерографии в оценке кожного кровотока в нижних конечностях / П. Г. Швальб, А. А. Сигаев // Применение лазерной доплеровской флоуметрии в медицинской практике : материалы I Всерос. симп. – М. : Медицина, 1996. – С. 89 – 92.

157. *Швитра, Д. И.* Роль запаздывания в математических моделях процессов саморегуляции в эндокринной системе / Д. И. Швитра, Э. С. Янгис, Ю. К. Данис // Проблемы эндокринологии. – 1989. – № 2. – С. 85 – 88.

158. *Шидловский, В. А.* Системный анализ вегетативных функций / В. А. Шидловский // Вопросы кибернетики. – 1977. – Вып. 36. – С. 5 – 20.

159. *Шифрин, Г. А.* Особенности гемодинамики и ее регулирование при операционной травме / Г. А. Шифрин // Анестезиология и реаниматология. – 1979. – № 2. – С. 24 – 28.

160. *Шмидт, Е. В.* Сосудистые заболевания головного и спинного мозга / Е. В. Шмидт, Д. К. Лунев, Н. В. Верещагин. – М. : Медицина, 1976. – 283 с.

161. *Шумаков, В. И.* Моделирование физиологических систем организма / В. И. Шумаков, В. Н. Новосельцев, М. П. Сахаров. – М. : Медицина, 1971. – 351 с.

162. *Эмануэль, Н. М.* Биофизика рака / Н. М. Эмануэль [и др.]. – М. : Медицина. – 1976. – 295 с.

163. *Ярошенко, В. Т.* О ранних признаках нарушения вегетативно-сосудистой регуляции по данным реоэнцефалографии / В. Т. Ярошенко, Н. В. Поповиченко // Врачебное дело. – 1987. – № 5. – С. 70 – 72.

164. *Яруллин, Х. Х.* Клиническая энцефалография / Х. Х. Яруллин. – М. : Медицина, 1983. – С. 271.

165. *Abbot, N. C., Ferrell, W. R., Lockhart, J. C., Lowe, J. G.* Laser Doppler Perfusion Images of Skin Blood Flow Using Red and Near-Infrared Sources. *J. invest. Dermatology.* – 1996. – Vol. 107, 6. – P. 12 – 15.

166. *Abbot, N. C.* Special characteristics of the cerebral circulation // Fed. – 1981. – Vol. 40. – № 3. – P. 2296 – 2300.
167. *Ashby, W. R.* Конструкция мозга / пер. с англ. – М. : Мир, 1964. – С. 266.
168. *Bagshawe, K. D.* Tumour – associated antigens. – In: Radioimmunoassay and Related procedures in medicine // (Proc. Symp. Berlin, 1977) IAEA Vienna. – 1978. – Vol. 2. – P. 435 – 468.
169. *Bekey, G. A., Beneken, J. E. W.* Identification of Biological // A Survey. Automatica. – 1978. – Vol. 14. – № 1. – P. 41 – 47.
170. *Bergersen, T. K., Hisdal, J., Walloe, L. et al.* Perfusion of the human tingei during cold-induced vasodilatation // Am. J. Physiol. – 1999. – Vol. 45. – 737 p.
171. *Betz, E., Enzenrass, H., Vlahov, V.* Interaction of ionic mechanisms in the regulation of the resistance of pial vessels // In: Cerebral circulation and metabolism. Berlin. – 1975. – P. 49 – 51.
172. *Bollinger, A., Hoffmann, U., Seifert, H.* Flux motion in peripheral ischemia. In Vasomotion and flow modulation in the microcirculation / Basel, Kfrger. – 1989. – P. 87 – 92.
173. *Boonner, R. F.* Model for Laser Doppler measurements of blood flow in tissue microcirculation. Optics. – 1981. – Vol. 20. – P. 2097 – 2107.
174. *Borgos, J.* Principles of instrumentation // Calibration and technical issues. Laser Doppler. – London – Los Angeles-Nicosia: Med-Orion publishing Company. – 1994. – P. 3 – 16.
175. *Brock, M., Schurmann, K., Hadjidimos, A.* Cerebral blood flow and cerebral death // Acta Neurochir. – 1969. – Vol. 20. – Fasc. 2 – 3. – P. 195 – 209.
176. *Bucy, P. C., Ciric, J. S.* Brain scanc in the diagnosis of brain tumors: scanning with chlormerodrin Hg-203 and chlormerodrin Hg-197 // JAMA. – 1965. – Vol. 191. – P. 437 – 443.
177. *Burtou, A. C.* Physiology and Biophysics of the Circulation // Chic. – 1965. – 365 p.
178. *Caiman, R., Falb, P., Arbebe, M.* Очерки по математической теории систем : пер. с англ. – М. : Мир, 1971. – 400 с.
179. *Cannon, W.* Homeostasis. The main tenance of state in the organism. – In: Colloid chemistry theoretical and applied by selected international contribuous. – New-York. – 1944. – Vol. 5. – P. 985 – 994.

180. *Carmody, B. J., Arora, S., Wakefield, M. C., Weber, M.* Progesterone inhibits human infragenicular arterial smooth muscle cell proliferation induced by high glucose and insulin concentrations / *J. Vase. Surg.* – 2002. – Vol. 36. – № 4. – P. 833 – 838.
181. *Carpenter, M.* Neural mechanism of the auditory and vestibular systems // *Springfield.* – 1960. – 292 p.
182. *Caspary, L. A., Creutzig, A., Alexander, K.* Biologikal zero in laser Doppler fluxmetry, *Int. J. Microcirc Clin Exp.* – 1988. – Vol. 7. – P. 367 – 371.
183. *Catrasvas, D. et al* Proc. Of the NATO Advanced study – inst. on vascular endothelium. Source a. target of inflammatory mediators, 24 June-3 July 2000, Lemin Hersonissou(Crete), Grece'-Amsterdam etc. – IOS press. – Vol 330. – Cop. 2001 – XY. – 397 p.
184. *Charters, A. C., Odell, V. D., Thompson, J. C.* Arteriar pituitary function during surgical stress and convalescence. Radioimmunoassay measurement of blood TSH, LH, FSH and growth hormone // *J. Clin. Endocrinol. Metabol.* – 1969. – Vol. 29. – № 1. – P. 63 – 71.
185. *Chrousos, G. P., Gold, P. W.* The concepts of stress system disorders: overview of behavioral and physical homeostasis // *JAMA.* – 1992. – Vol. 267. – P. 1244 – 1252.
186. *Davis, L. et al.* Radioactive Diiodofluorescein in diagnosis and localization of central nervous system tumors / *Davis L., Martin J., Ashkenasy M., Re-Roy G.V., Fields T.* // *LAMA.* – 1950. – Vol. 144. – P. 1424 – 1432.
187. *Del Guerico, Leonardo, R.G., Arpaia, M. R.* Evaluation of postischemic heperemia on skin using laser-Doppler velocimetry: Study on patients with Claudicatio intermittens // *Microvasc. Res.* – 1986. – Vol. 32. – P. 289 – 299.
188. *Depresseux, J. C. et al.* Description of a computer program for the determination of regional cerebral blood flow / *Depresseux J. C, Merchie G., Champarnaud J. F., Haglund M. E.* // *Internat. J. Bio-Med. Comput.* – 1976. – Vol. 7. – № 4. – P. 241 – 249.
189. *Detwiler, J.S., Jarisch, W., Caritis, S. N.* Statistical Fluctuatione in Heart Rate Variability Induces // *Amer. J. Obstet. Gynec.* – 1980. – Vol. 136. – № 2. – P. 243 – 248.
190. *Dinerman, J. L., Lowenstein, C. J., Snyder, S. H.* Molecular mechanisms of nitric oxide regulation. Potential relevance to cardiovascular disease // *Circul. Res.* – 1993. – Vol. 73. – № 2. – P. 217 – 222.

191. *Dull, O. R., Garcia, G. N.* Leukocyte-induced microvascular permeabilization of contractile vessels leads to leaks // *Circul. Res.* – 2002. – Vol. 90. – № 1L. – P. 1143 – 1144.
192. *Fagrell, B.* Peripheral vascular diseases. In: *Shepherd A.P., Oberg P. A.* (Eds.): *Laser-Doppler flowmetry*. Kluwer Academic Publ. Dordrecht. – 1990. – P. 173 – 205.
193. *Fagrell, B.* Problems using laser Doppler on the skin in clinical practice. In *Laser Doppler*. – London.- Los Angeles – Nicosia. – VED-Orionpublish. – Co. – 1994. – P. 49 – 54.
194. *Fleming, D. G., Mesarovic, M. D., Goodman, I.* Multi-level, multi-goal approach to living organism // *Electr. Rechenanal.* – 1964. – Vol 6. – B.7. – P. 163 – 182.
195. *Folkow, B., Heil, E.* *Circulation* // New York, Oxford University Press., London-Toronto. – 1971. – 463 p.
196. *Friedman, B. H., Lovergove, F. T. A., Wagner, H. W.* An Unusual Variation in Cerebral Circulations // *J. nucl. Med.* – Vol. 15. – № 5. – P. 363 – 364.
197. *Fromy, B., Abraham, P., Bouvet, C. et al.* Early Decrease of Skin Blood Flow in Response to Locally Applied Pressure in Diabetic Subjects // *Diabetes*. – 2000. – P. 1214 – 1217.
198. *Fromy, B., Merzeau, S., Abraham, P., Saumet, J. L.* Mechanisms of the coetaneous vasodilator response to local external pressure application in rats: involvement of CGRP neurokinins, prostaglandins and NO // *British Journal of Pharmacology* 131/ – 2000. – P. 1161 – 1171.
199. *Garfinkel, D.* Simulation of the Krebs cycle and closely related metabolism in perfused rat liver // *Comput. Biomed. Res.* – 1971. – 4. – P. 142.
200. *Grodins, P.* Теория регулирования и биологические системы. – М. : Мир, 1966. – С.88 – 100.
201. *Gurfinkel, Yu. I. et al.* Computer capillaroscopy as a channel of local visualization, noninvasive diagnostics, and screening of substances in circulating blood // In: *Optical Technologies in Biophysics and Medicine- II*, V.V. Tuchin – Editor, Proc, SPIE. – 2000. – Vol. 424 L. – P. 467 – 472.
202. *Guyton, A. C.* Blood pressure control – specific role of the kidney and body fluids // *Science*. – 1991. – Vol. 2. – P/ 1813 – 1816.
203. *Hambrecht, R., Hilbrich, L., Erbs, S. et al.* Correction of endothelial dysfunction in chronic heart failure: additional effects of exercise training and oral L-arginine supplementation // *J. Am. Coll. Cardiol.* – 2000. – Vol. 35. – № 3. – P. 706 – 713.

204. *Harris, T. R., Newman, E. V.* An analysis of mathematical models of circulatory indicator dilution curves // *J. Appl. Physiol.* – 1970. – № 6. – P. 840 – 850.
205. *Heistad, D., Basija, D., Marcus, M.* Neural Effects on cerebral vessels: alteration of pressure-flow relationship // *Fed. Proc.* – 1981. – Vol. 40. – № 3. – P. 2317 – 2331.
206. *Henrich, W. L.* Southwestern Internal Medicine Conference // The endothelium – a key regulator of vascular tone // *Am. J. Med. Sci.* – 1991. – Vol. 302. – P. 319 – 328.
207. *Hoffman, U., Yang, A., Franzeck, U. K., Edward, J. M., Bollinger, A.* The Frequency Histogram – A new Method for the Evaluation of Laser Doppler Flux Motion, *Microvascular. Res.* – 1990. – Vol. 40. – P. 293 – 301.
208. *Hoffman, U., Seifert, H., Beinder, E., Bollinger, A.* Skin blood flux in peripheral occlusive disease // *Laser Doppler*. Ed. by G. V. Belcaro. – 1994. – P. 95 – 103.
209. *Homoncik, M., Blann, A. D., Hollenstein, U. et al.* Systemic inflammation increases shear stress-induced platelet plug formation measured by the PFA 100 // *Brit. J. Hematol.* – 2000. – Vol. 111. – № 4. – P. 250 – 252.
210. *Hoyer, S., Hamer, J., Alberti, E.* Cerebral blood flow and metabolism with regard to autoregulation in cerebral perfusion pressure experiments // In: *Cerebral circulation and Metabolism.* – Berlin. – 1975. – P. 27 – 29.
211. *Hyman R.* Stimulus information as a determination of reaction time // *Exp. Psychol.* – 1953. – Vol. 45. – P. 188 – 196.
212. *Ingvar, D. H., Lassen, W. A.* Regional blood flow of the cerebral cortex determined by Krypton-85 // *Acta Physiol. Scand.* – 1962. – Vol. 54. – P. 325 – 338.
213. *Jacobi, K.* Plasma-Cortisol-Spiegel miter der Kombination von neuroleptanalmit thorakaler Epiduralanaesthesie // *Anaesthesiol. Reanim.* – 1985. – 10. – № 2. – P. 87 – 94.
214. *Janig, W., McLachlan, E. M.* Specialized functional pathways building blocks of the autonomic nervous system // *J. Auton Nerv.* – 1992. – Vol. 41. – P. 3 – 13.
215. *Jonson, J. M.* The cutaneous circulation / In book: *Laser Doppler blood flowmetry*. Ed. by A.P. Shephard. – 1990. – Kluwer Ac. Pub. – P. 121 – 141.
216. *Katz, A. I., Chen, Y., Moreno, A. H.* Flow through a collapsible tube. Experiment analysis and mathematical model // *Biophys. J.* – 1969. – Vol. 9. – № 10. – P. 1261 – 1279.

217. *Klajnen, J.* Статистические методы в имитационном моделировании / пер. с англ. – М. : Статистика, 1978. – 215 с.
218. *Korner, P.* Integrative neural cardiovascular control // *Physiol. Rev.* – 1971. – Vol. 51. – P. 312 – 367.
219. *Kouchoukos, N. T., Sheppard, L. C., Mc Donald, D. A.* Estimation of stroke volume in the bog by a pluse-contol method // *Circulat. Res.* – 1970. – Vol. 26. – № 5. – P. 611 – 623.
220. *Kvandal, P., Stefanovska, A., Veber, M. et al.* Regulation of human cutaneous circulation evaluated by laser Doppler flowmetry, iontophoresis, and spectral analysis : importance of nitric oxide and prostangladines. // *Microvascular Research.* – 2003. – Vol. 65. – P. 160 – 171.
221. *Kwan, E. S. K., Hall, A., Enzmann, D. R.* Quantitative analysis of intracranial circulation using rapid-sequence DSA // *Amer. J, Roentgenol.* – 1986. – № 6. – P. 1239 – 1245.
222. *Lacey, J., Lacey, B.* Some autonomic-central nervous system interrelationships // In: *Physiological correlates of emotion.* New York. – 1970. – P. 205 – 228.
223. *Lebedev, V. P., Malygin, A. V., Kovalevski, A. V., Rychkova, S. V., Sisoev, V. N., Kropotov, S. P., Krupitski, E. M., Gerasimova, L. I., Glukhov, D. V., Kozlowski, G. P.* Devices for non-invasive transcranial electrostimulation of the brain endorphinergic system: application for improvement of human psycho-physiological status. *Artificial Organs.* – 2002. – Vol. 26. – № 3. – P. 248 – 251.
224. *Lebedev, V. P., Malygin, A. V., Kovalevski, A. V., Rychkova, S. V. Sisoev, V. N., Kropotov, S. P., Krupitski, E. M., Gerasimova, L. I., Glukhov, D. V., Kozlowski, G. P.* Devices for non-invasive transcranial electrostimulation of the brain endorphinergic system : application for improvement of human psycho-physiological status. *Proceedings of 7th International Workshop on Functional Electrostimulation.* – Vienna. – 2001. – P. 131 – 135.
225. *Livingstone, J. A., Atkins, R. M.* Intravenous regional guanethidine blockade in the treatment of posttraumatic complex regional pain syndrome type I (algodystrophy) of the hand // *J. Bone Joint Surg.(B).* – 2002. – Vol. 84. – № 3. – P. 380 – 386.
226. *Marino, P. L.* Интерпретирующая вычислительная программа для анализа гемодинамических проблем у больных в отделениях интенсивной терапии // *Crit. Care Med.,* 1984. – № 7. – С. 601 – 602.

227. Mayer, M. F., Rose, C. J., Hulsmann, J.-O. et al. Impaired 0.1 – Hz vaso-motion assessed by laser Doppler anemometry as an early index of peripheral sympathetic neuropathy in diabetes // *Microvascular Research*. – 2003. – Vol. 65. – P. 88 – 95.

228. Mayrovitz, H. N., Groseclose, E. E. Neurovascular responses to sequential deep inspirations assessed via laser Doppler perfusion changes in dorsal finger skin // *Clin. Physiol. and Functional Imaging*. – 2002. – Vol. 22. – № 1. – P. 49 – 54.

229. Mayrovitz, H. N., Groseclose, E. E. Inspiration-induced vascular responses in finger dorsum skin // *Microvasc. – Res.* – 2002. – Vol. 63. – P. 227 – 232.

230. Mc Ewen, B. S. Steroid hormones and multifunctional messenger to the brain // *J. Endocrinol. Metab.* – 1991. – Vol. 2. – P. 62 – 67.

231. Milsum, H. J. H. Анализ биологических систем управления : пер. с англ. – М., 1968. – 288 с.

232. Nakata, A., Takata, S., Yuasa, T. et al. Spectral analysis of heart rate, arte. Arterial pressure and muscle sympathetic nerve activity in normal humans // *Am J Physiol.* – 1998. – Vol. 274. – P. H1211 – H1217.

233. Nano, M., Coluccia, C, Molaschi, M. Patteri prognostici nella valutazione della sopravvivenza dopo chirurgia per carcinoma gastrico // *Minerva chir.* – 1987. – 42, 11. – P. 957 – 962.

234. Parker, R. P., Smith, P. H. S., Taylor, D. M. Основы ядерной медицины / пер. с англ. – М. : Энергоиздат, 1981. – 304 с.

235. Ponte, J., Purves, M. The role of the carotid body chemoreceptors and carotid sinus baroreceptors in the control blood vessels // *J. Physiol. (Lond.)*. – 1974. – Vol. 237. – P. 325 – 340.

236. Pulves, M. L. The physiology of the cerebral circulation // *Cambridge*. – 1972. – 377 p.

237. Rashevsky, N. The principle of adequate design and the cardiovascular system // *Bull. Math. Biophysics*. – 1963. – Vol. 25. – P. 59 – 74.

238. Rashevsky, N. Некоторые медицинские аспекты математической биологии / пер. с англ. – М. : Медицина, 1966. – 243 с.

239. Rosen, R. Принцип оптимальности в биологии / пер. с англ. – М. : Мир, 1969. – 260 с.

240. Rothe, C. E., Nash, F. D. Renal arterial compliance and conductance measurement using on-line self-adaptive analog computation of model parameters // *Med. Biol. Engin.* – 1968. – № 6. – P. 53 – 59.

241. *Sangha, D. S., Vaziri, N. D., Ding, J. et al.* Vascular hyporesponsiveness in simulated microgravity: roll of nitric oxidedependent mechanisms // *J Appl Physiol.* – 2000. – Vol. 88. – № 2. – P. 507 – 517.

242. *Schmid-Schonbein, G. W.* What is the relevance of the microriculation in cardiovascular disease? // *Microcirculation and cardiovascular disease.* – London. – 2000. – P. 1 – 13.

243. *Schurmann, M., Gradl, G., Wizgal, I. et al.* Clinical and physiologic estimation of stellate ganglion blockade for complex regional pain syndrome type II // *Clin. J. Pain.* – 2001. – Vol. 17. – № 1. – P. 94 – 100.

244. *Selye, H.* Концепция стресса/ Как мы ее представляем в 1976 году // *Новое о гормонах и механизме их действия.* – Киев : Наук. думка, 1977. – С. 27 – 51.

245. *Silverman, D. G., Stout, R. G.* Distinction between atropine-sensitive control microvascular and cardiac oscillatory activity // *Microvasc. Res.* – 2002. – Vol. 63. – P. 196 – 208.

246. *Silvers, A., Hess, R. E., Sanders, W. J.* Automated digital graphic proceduree to study biological systems // *Mathemat. Biosci.* – 1970. № 4. – P. 421 – 434.

247. *Skalak, R.* Synthesis of a complete circulation // In: *Cardiovascular Dynamics*, ed. D. Bergel, Acad. Press. – 1971. – P. 132 – 164.

248. *Skinhoj, E.* The Sympathetic system nervous and the regulation of cerebral blood flow // *Panminerva Med.* – 1971. – Vol. 13. – P. 174 – 177.

249. *Smits, G. J., Roman, R. J., Lombard, J. H.* Evaluation of Laser Doppler flowmetry as a measure of tissue blood flow // *J. Appl. Physiol.* – 1986. – Vol. 61. – P. 666 – 672.

250. *Sunder-Plassmann, L., Klovekorn, W. P., Messmer, K.* Praperative Hamodilutor ; Grundlagen, Adaptations-mechanismen und Grenzen Klinischer Anwendung // *Anaesthesist.* – 1976. – Bd.25. – № 4. – P. 124 – 130.

251. *Swanson, L. W.* Biochemical switching in hypothalamic circuits mediating responses to stress // *Progr. Brain Res.* – 1991. – P. 181 – 193.

252. *Tadon, R. K., Gupta, B. K., Bhagawan, S.* Value of Blood Lactic Acid and CO₂ Combining power of Blood in Aidsto the Diagnosis of Irreversible shock // *Indian. J. fAnaesth.* – 1974. – Vol. 22. – № 2. – P. 138 – 144.

253. *Vícek, V.* Изотопная ренография в клинической практике // Прага, Авицеум, 1971. – 216 с.

254. *Vinik, A., Erbas, T., Park, T. S., Stansberry, K. B., Scanelli, J. A., Pittenger, G. L.* Dermal neurovascular dysfunction in type 2 diabetes. // *Diabetes Care.* – 2001. – Vol. 24. – № 8. – P. 1468 – 1475.

255. *Wahl, M. et al.* Dependence of pial arteriolar and arteriole diameter on perivascular osmolarity in the cat / *Wahl M., Kuschinsky W., Bosse O., Thurnau K.* // *Circulat. Res.* – 1973. – Vol. 32. – P. 162 – 169.

256. *Waterman, T.* Теория систем и биология. Точка зрения биолога // *Теория систем и биология.* – М., 1971. – С. 7 – 58.

257. *Whitmore, R. X.* Rheology of the circulation // Oxford, Pergamon Press. -1968. – 185 p.

258. *Wilkin, J. K.* Periodic cutaneous blood flow during postocclusive reactive hyperemia // *Am. J. Physiol.* – 1986. – Vol. 19. – P. 765 – 768.

259. *Winter, C. C.* Renogram and the other radioisotope tests in the diagnosis of renal hypertension // *Amer. J., Surg.* – 1964. – Vol. 1. – P. 43 – 49.

260. *Zierler, K. L.* Equations for measuring blood flow by external monitoring of radioisotopes // *Circ. Res.* – 1965. – Vol. 16. – № 4. – P. 309 – 321.

261. *Zulch, K.* Angiographische Befunde zur Pathogenese der Hirndurchblutungsstörungen // *Z. Neurochir.* – 1970. – Bd.31. – P. 1 – 25.

Научное издание

КАТОРГИНА Галина Ивановна
БОЙКО Иван Петрович
БЕРСЕНЕВ Александр Владимирович

ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ И КОРРЕКЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
ДЛЯ УЧАЩИХСЯ С ЗАДЕРЖКОЙ ПСИХИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ,
ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ РАССТРОЙСТВАМИ РЕЧИ
И ПОСЛЕДСТВИЯМИ СОТРЯСЕНИЯ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Монография

Редактор Е.В. Невская
Технический редактор Н.В. Тупицына
Корректор Т. В. Климова
Компьютерная верстка Е.Г. Радченко

Подписано в печать 08.09.06.

Формат 60x84/16. Бумага для множит. техники. Гарнитура Таймс.
Печать на ризографе. Усл. печ. л. 12,55. Уч.-изд. л. 13,56. Тираж 495 экз.

Заказ

Издательство
Владимирского государственного университета.
600000, Владимир, ул. Горького, 87.