

Программные комплексы и
методы диагностических исследований
Курс лекций

САНКТ ПЕТЕРБУРГ
2014

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| <i>Введение</i> | 3 |
| ЧАСТЬ 1 | 4 |
| <i>Медицинская аппаратура (архитектура)</i> | 4 |
| <i>Программные комплексы (классификация)</i> | 8 |
| <i>Одноплатные компьютеры в медицине</i> | 11 |
| <i>Медицинские информационные системы (МИС)</i> | 15 |
| ЧАСТЬ 2 | 17 |
| <i>Компьютерные сети</i> | 17 |
| ЧАСТЬ 3 | 20 |
| <i>Аппаратные комплексы</i> | 20 |
| ЧАСТЬ 4 | 36 |
| <i>Диагностические исследования</i> | 36 |
| <i>Лабораторные исследования и тесты</i> | 38 |
| ЧАСТЬ 5 | 42 |
| ЛАБОРАТОРНЫЕ ТЕСТЫ | 42 |
| <i>Анализ мокроты</i> | 42 |
| <i>Форменные элементы крови</i> | 44 |
| <i>Атипичные клетки</i> | 45 |
| <i>Бактериоскопия и посев мокроты</i> | 45 |
| <i>Общий анализ мочи</i> | 46 |
| <i>Химическое исследование мочи</i> | 49 |
| <i>Глюкоза в моче</i> | 51 |
| ЧАСТЬ 6 | 57 |
| <i>Скорость оседания эритроцитов</i> | 57 |
| <i>Методики определения СОЭ</i> | 57 |
| <i>Диагностический алгоритм при повышенной СОЭ</i> | 63 |
| ЧАСТЬ 7 | 64 |
| <i>Инструментальные исследования</i> | 64 |
| <i>Термометрия</i> | 64 |
| <i>1. Ртутный термометр</i> | 66 |
| <i>2. Электронный термометр</i> | 67 |
| <i>3. Инфракрасный термометр</i> | 68 |
| <i>Оценка результатов термометрии</i> | 71 |
| <i>Физиологические колебания температуры тела</i> | 71 |
| ЧАСТЬ 8 | 73 |
| <i>Холтеровское мониторирование ЭКГ</i> | 73 |
| ЧАСТЬ 9 | 80 |
| <i>Электроэнцефалография</i> | 80 |
| ЧАСТЬ 10 | 89 |
| <i>Компьютерные методы исследования</i> | 89 |
| <i>Заключение</i> | 94 |
| <i>Литература</i> | 95 |

Введение

Повсеместное использование компьютеров, в том числе и медицинской практике, позволяет проводить сложные исследования. Познание живого и накопление информации о механизмах реализации сложных процессах внутри организма открывает новые перспективы организации диагностических и терапевтических исследований.

Рассмотрите простой "компьютер", который считает всего до 256, используя восемь битов хранения данных. У такого компьютера могла бы быть какая-либо существенная ценность? Ну а что, если такие компьютеры могли бы быть установлены в каждой клетке Вашего тела? Что, если бы эти компьютеры использовались, чтобы отслеживать то, сколько у Вас клеток, формирующих основные системы, которые могли бы следить и управлять старением или ростом раковых образований? Если бы было обнаружено слишком много таких образований, апоптоз (программируемая клеточная смерть) мог бы быть найден раньше, чем у опухоли был бы шанс сформироваться.

Такие компьютеры имели бы невероятную ценность для фундаментального исследования и медицинской биотехнологии. Но отметьте, что эти компьютеры сделали ставку на способность вычислять внутри живых клеток и соединяться с местом в теле человека, где ни один из известных нами компьютеров не смог бы работать.

Так возможно ли это, построить простые компьютеры, которые управляют внутренними живыми клетками или другими новыми образованиями? Да – хотя в случае биологии, такие компьютеры, наиболее вероятно, должны были бы быть спроектированы из биомолекул.

К счастью, длительное фундаментальное исследование с начала 1980-ых научило нас, как естественные биологические системы сами могли бы быть приспособлены для того, чтобы хранить информацию и вычислять ее. Сейчас исследователи начинают систематически применять это знание, чтобы разработать масштабируемые системы хранения данных и простые вычислительные интерфейсы.

Например, цифровая информация может храниться в клетках, на основании последовательностей ДНК или управляя уровнями белка и их местоположениями. Более подробно последовательность ДНК, которая может быть переключена между двумя возможными ориентациями, может использоваться, чтобы представлять и сохранять "0" в одной ориентации и "1" в другой, которые вместе представляют один бит.

Другое исследование изучает, как РНК, например, может быть спроектирована так, чтобы управлять чтением и записью информации в синтетических биологических битах. Но мы все еще далеки от достижения надежного генетически закодированного восьмибитного счетчика. Когда и где еще мы могли бы найти новые способы и объекты для прикладного вычисления информации? Очевидно, улучшенный доступ к информации и вычислению во многих системах будет очень важен, начиная от процесса установки вентиляции в конференц зале и заканчивая принятием серьезного политического решения.

Но большая часть такого фьючерса обозрима: они будут основаны на традиционной вычислительной архитектуре, и они, вероятно, будут ограничены множеством человеческих факторов. Я мечтаю о намного более широких достижениях. Например, предположите, что мы могли бы быть партнерами микробов и растений, чтобы записать события, естественные или иные, и преобразовать эту информацию в легко наблюдаемые сигналы. Это значительно расширило бы нашу возможность контролировать среду и создавать необходимые биоматериалы, биосистемы.

Таким образом, будущее вычислений должно не только быть вопросом соединения людей и вещей с повсеместными компьютерами. Будущее будет намного более богатым, если мы можем вообразить новые режимы вычислений в новых объектах и с новыми материалами – и затем найти способы реализовать эти новые режимы.

ЧАСТЬ 1

Медицинская аппаратура (архитектура)

Чтобы оценить место, занимаемое электромедицинской аппаратурой в общей системе технических средств, которые используются при диагностике, терапии и обслуживании пациента и объединяются под общим названием медицинская техника, необходимо рассмотреть, хотя бы в общих чертах, ее классификацию (рис. 1.1).

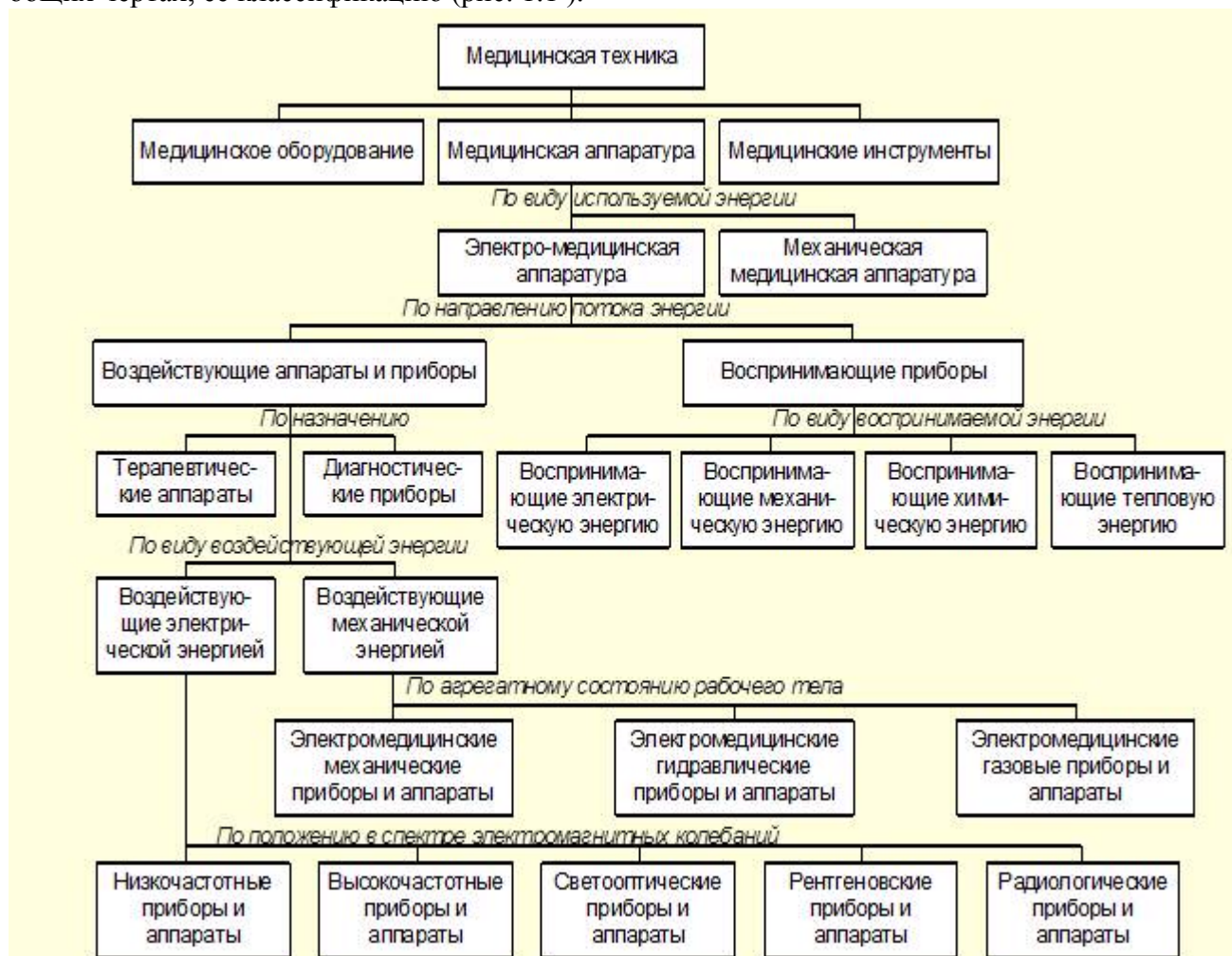


Рисунок 1.1. Общая схема верификации медицинской аппаратуры

Всю медицинскую технику можно разбить с точки зрения задачи, решаемой в медицинском технологическом процессе, на три большие группы: аппаратуру, инструменты и оборудование. Аппаратура обеспечивает в той или иной степени самостоятельный, автоматизированный процесс взаимодействия с пациентом; инструмент действует на пациента в сочетании с рукой человека, являясь как бы ее продолжением; оборудование - вспомогательные устройства для обслуживания пациента и обеспечения медицинского технологического процесса.

Медицинская аппаратура - наиболее сложная, интенсивно развивающаяся область медицинской техники. Большую часть медицинской аппаратуры составляют электромедицинские приборы и аппараты, представляющие собой электротехнические или электронные устройства, которые основаны на использовании электрической энергии.

Имеется также аппаратура, использующая механическую энергию: твердого тела (обычно ее называют просто механической) - аппараты для вытяжения костей, для механотерапии и др.; жидко-

сти (гидравлическая) - водолечебные установки; газа (газовая) - наркозные аппараты, аппараты для искусственной вентиляции легких и др.

В процессе функционирования аппаратуры она оказывается определенным образом связанной с пациентом. При этом в системе аппарата - пациент устанавливается движение энергии от аппаратуры к пациенту или наоборот. В зависимости от направления потока энергии всю электро-медицинскую аппаратуру можно разделить на две части – аппаратуру, воздействующую, и аппаратуру, воспринимающую.

В то же время электро-медицинская аппаратура по функциональному признаку, т. е. в зависимости от целей, для которых она используется, может быть разделена на терапевтическую и диагностическую. Изделия терапевтической аппаратуры принято называть аппаратами, изделия диагностической аппаратуры - приборами.

Терапевтические аппараты воздействуют на пациента с целью вызвать желаемые сдвиги в его организме - перестройку патологического процесса в сторону нормализации. Хирургические аппараты, являющиеся частью терапевтических, предназначены для осуществления радикальных изменений в структуре органов, тканей. Таким образом, терапевтические аппараты являются воздействующими.

Диагностические приборы предназначены для исследования характеристик живого организма с тем, чтобы установить возможные отклонения от нормы к вызвавшие их причины. Диагностические приборы могут быть как воздействующими, так и воспринимающими.

Воздействующие диагностические приборы дают необходимую информацию по реакции пациента на определенное воздействие (например, диагностические электростимуляторы) либо по внесенному телом пациента возмущению в поток энергии (рентгеновское просвечивание, ультразвуковая эхография и т. п.). При диагностике воздействующими приборами стремятся, как правило, снизить до минимально возможного уровня энергию воздействия, чтобы исключить побочные вредные для организма эффекты. Предел такому снижению кладет чувствительность организма к воздействию либо чувствительность метода регистрации внесенных возмущений.

Воспринимающие диагностические приборы дают информацию о различных процессах в организме генерируемых тканями и органами биопотенциалах, звуковых тонах сердца, температуре тела и др. Воспринимающие диагностические приборы аналогично любым другим измерительным приборам должны оказывать минимальное влияние на исследуемый процесс и передавать информацию с наименьшими искажениями.

Воздействующие терапевтические аппараты и диагностические приборы в зависимости от формы, в которой используется энергия, направленная на пациента, делятся на воздействующие электрической энергией и воздействующие механической энергией (по сложившейся терминологии многие диагностические воздействующие приборы принято называть аппаратами, например, рентгеновские, для электродиагностики и др.).

Аппаратуру, использующую для воздействия механическую энергию, можно разделить по агрегатному состоянию рабочего тела, т. е. тела, непосредственно соприкасающегося с пациентом. Рабочее тело может быть твердым, жидким или газообразным. Соответственно мощно выделить электро-медицинские механические, гидравлические и газовые аппараты и приборы. К первым относятся ультразвуковые терапевтические аппараты к диагностические приборы, аудиометры, вибромассажные аппараты и др., ко вторым - аэрозольные аппараты с центробежными и ультразвуковыми распылителями, к третьим - аппараты для искусственной вентиляции легких с электроприводом.

Аппаратура, воздействующая электрической энергией соответственно используемой части спектра электромагнитных колебаний, включает в себя аппараты и приборы низкочастотные, высокочастотные, светооптические, рентгеновские и радиологические.

Низкочастотные терапевтические аппараты (рис. 1.2) делятся на две группы, в зависимости от формы воздействующей электрической энергии (ток, поле). Среди аппаратов, воздействующих током, можно выделить три группы соответственно виду тока (постоянный, переменный или импульсный). Дальнейшее деление этих аппаратов производится по функциональному признаку и включает в себя названия медицинских методик.

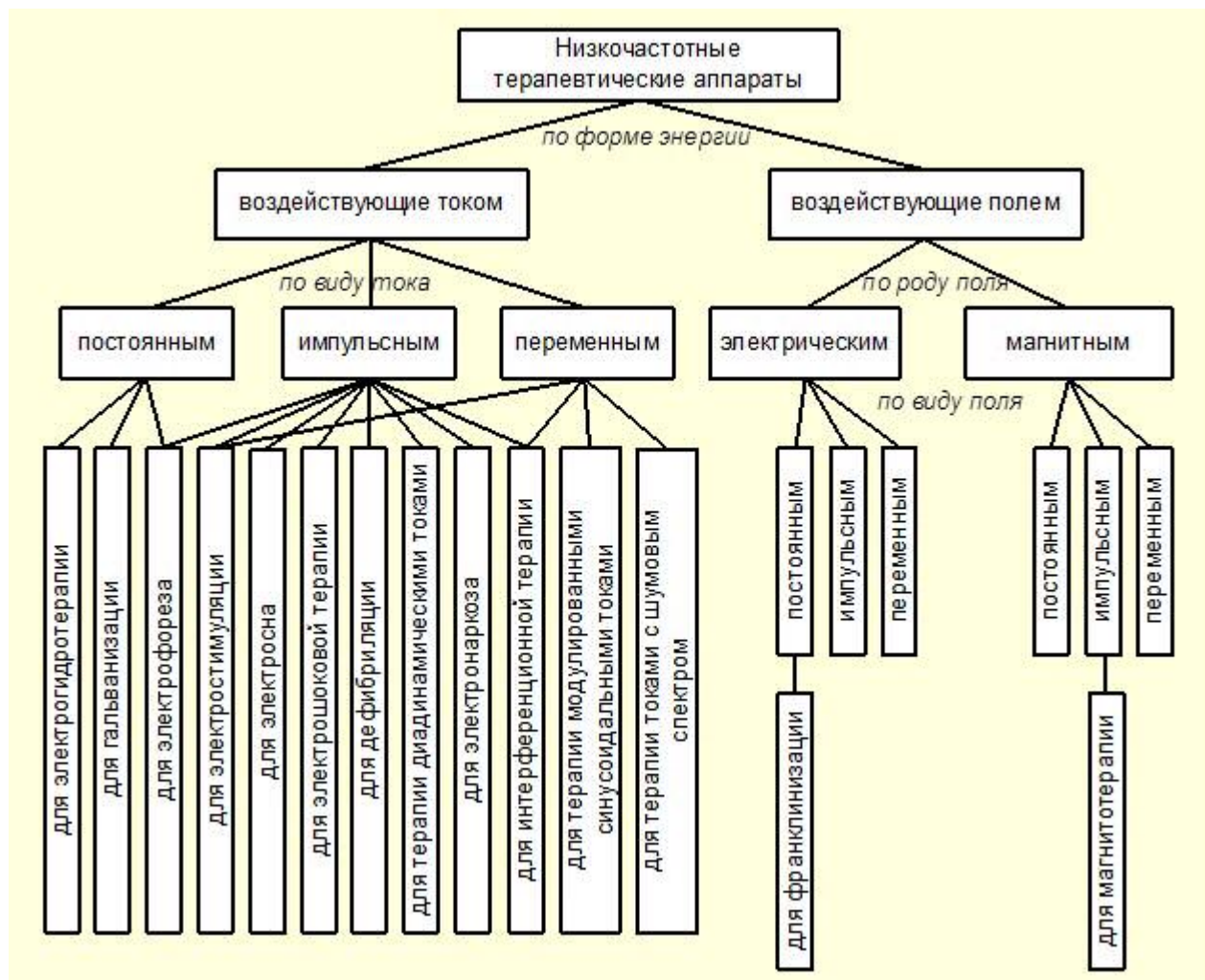


Рисунок 1.2 – Классификация низкочастотной электротерапевтической аппаратуры

Аппараты, воздействующие низкочастотным полем, делятся в зависимости от рода поля, т. е. используемой составляющей поля индукции (электрическое, магнитное). Следующая ступень классификации определяется видом поля (постоянно, переменное, импульсное). Дальнейшее деление - по медицинским методикам.

Высокочастотные терапевтические аппараты (рис. 1.3) составляют две группы в соответствии с формой используемой энергии (ток, поле). Аппараты, воздействующие полем, делятся на три группы в зависимости от используемой составляющей электромагнитного поля (электрическое, магнитное, электромагнитное). Дальнейшее деление аппаратов воздействующих как током, так и полем в зависимости от режима колебаний (непрерывный, импульсный). Заканчивается классификация высокочастотных терапевтических аппаратов конкретными медицинскими методиками.

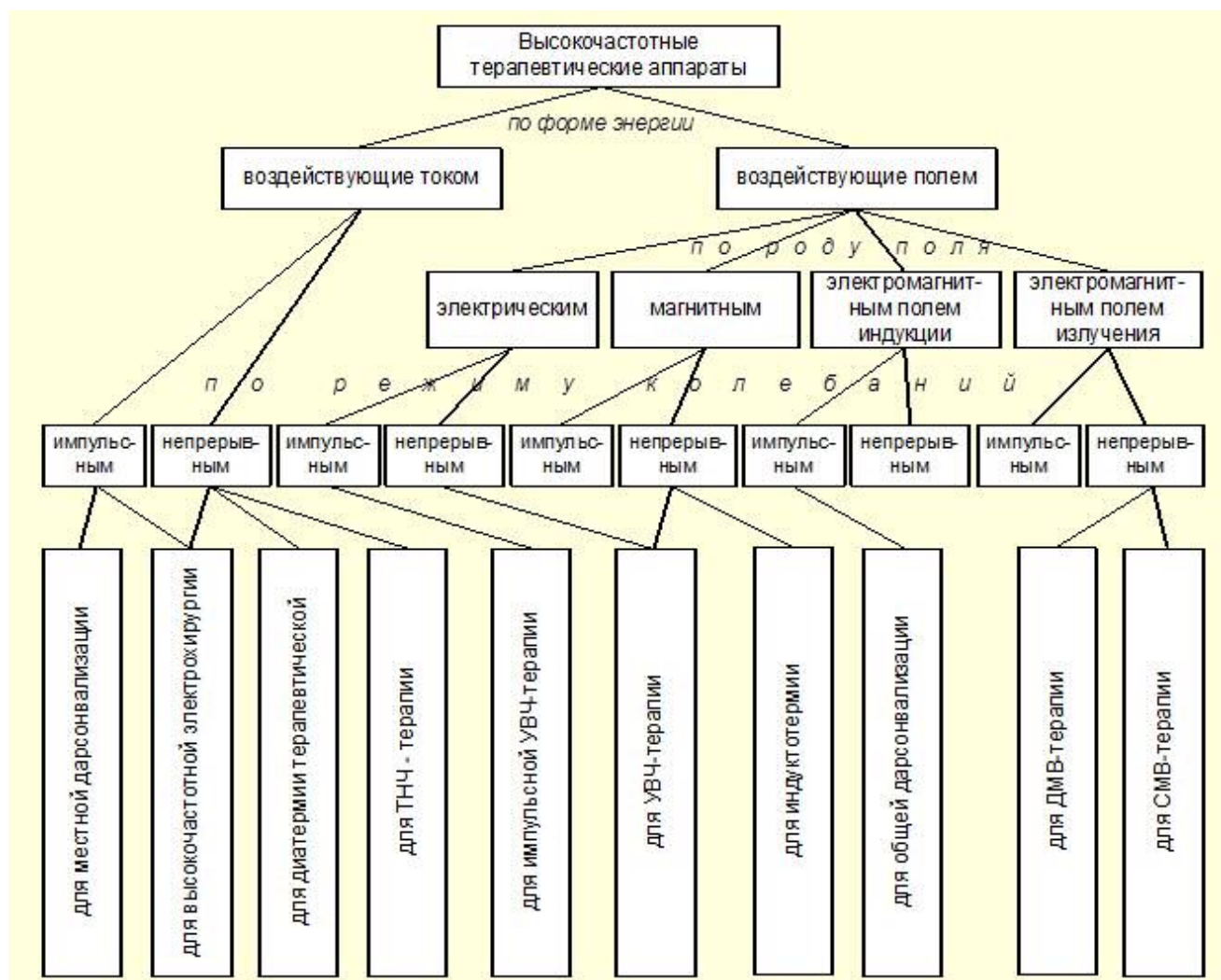


Рисунок 1.3. – Классификация высокочастотной электротерапевтической аппаратуры

Использование компьютеров (ПЭВМ) позволяет решить следующие задачи:

- автоматизировать процесс диагностики или терапии
- систематизировать получаемые результаты
- создавать электронные записи о применяемых технологиях исследования
- оперировать данными прошлых исследований
- соблюдать строгие правила метрологии настройки приборов и аппаратов
- визуализировать результаты исследований
- формировать научные результаты в виде технологий и методов работы с биообъектами

Использование компьютеров в медицинской практике можно рассматривать по примере простых схем, представленных на рис. 1.4 и 1.5

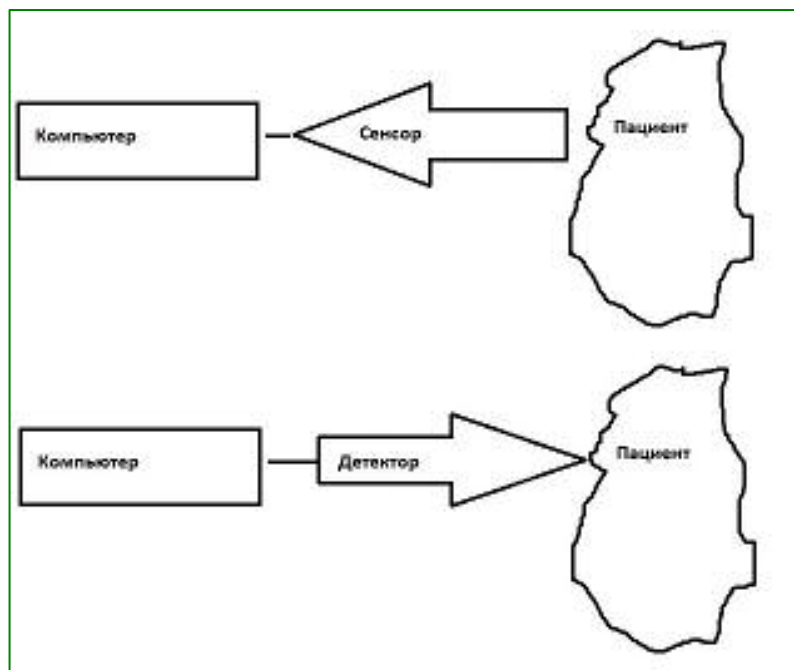


Рисунок 1.4 Схема организации диагностической и терапевтической процедуры

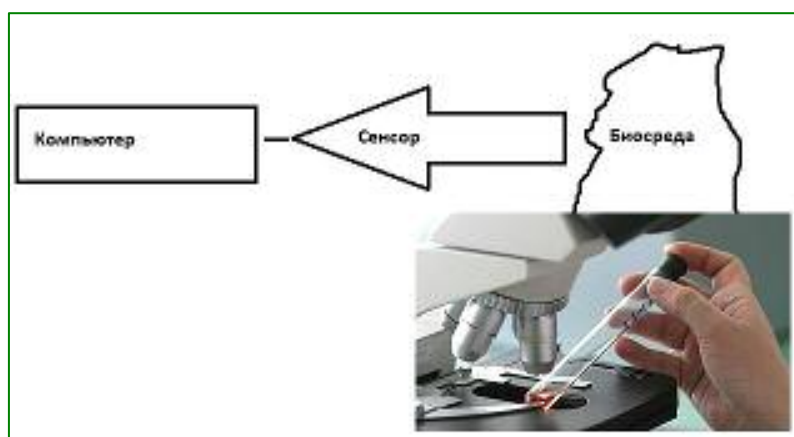


Рисунок 1.5 Схема организации исследовательской процедуры

В качестве сенсора рассматривается специальный блок - аппаратный модуль, фиксирующий определенные показатели жизнедеятельности организма. А в качестве детектора рассматривается специальный аппаратный блок, реализующий то или иное воздействие на организм. Принимая во внимание приведенные выше классификации медицинской техники эти схемы позволяют понять принцип использования компьютеров в медицинской практике.

Программные комплексы (классификация)

Современный мир характеризуется бурным развитием компьютерных технологий. Сейчас уже сложно представить какую-либо сферу деятельности человека без ПЭВМ, локальных или глобальных вычислительных сетей. Не исключением является и медицина. Потому главным направлением совершенствования медицинской техники для диагностики заболеваний органов пищеварения также является развитие компьютерных технологий.

Применение компьютерных технологий в современной медицине определяется острой необходимостью в повышении качества диагностической деятельности медицинских работников, при создании сети диагностических центров, оснащенных современной аппаратурой и компьютерами, широком их использовании участковыми (семейными) врачами. Разнообразие форм и большой объем информации, а также сложность анализа и принятия решений на ее основе обуславливают широкое привлечение ЭВМ в медицинскую практику. Это позволяет оптимально сочетать опыт врача с возможностями ведения медицинской документа, автоматизации сбора, обработки информации и создания банков данных, формализации знаний о заболеваниях, выработки оптимальных решений по диагностике и лечению больных и т. д.

Накопленный за долгое время опыт человечества в области диагностики заболеваний и возможных способов их лечения сконцентрирован и в то же время рассеян в тысячах медицинских книг, научных статей, справочников и различных руководств. Практический врач не имеет в достаточной степени ни времени, ни возможностей для того, чтобы не только учесть прогрессивно возрастающий поток информации, но даже уследить за ним. Кроме того, увеличение количества информации и углубление знаний по конкретным направлениям приводят к появлению узко специализированных врачей, способных оказать помощь больному в основном лишь по своей специальности. Если же поместить в ПЭВМ информацию, содержащую знания лучших специалистов, которые необходимы для постановки диагноза конкретного заболевания, то можно получить программу, эквивалентную консилиуму лучших специалистов в данной области.

Достоверная диагностика заболеваний ЖКТ представляет собой весьма непростую задачу. Общий объем диагностической информации велик, и врачу приходится сопоставлять большое количество симптомов, признаков заболеваний, показателей лабораторных исследований, результатов исследований с помощью специальных диагностических аппаратов и т. д.

За последние несколько лет парк компьютерных приборов функциональной диагностики возрос многократно, и мало кого смущает в прайс-листе приписка «стоимость без компьютера». И даже мало кто задается вопросом, какая дистанция между медицинскими и компьютерными приставками и компьютерными технологиями в медицине.

Так что же понимается под компьютерными технологиями, для чего они нужны?

Развитие диагностического оборудования подчинено тем же законам, что и любая техническая дисциплина: бурный рост сменяется этапом относительной стагнации. За последние несколько лет и без того совершенная техника стала еще чуть более совершенной, повысилась надежность, улучшились эксплуатационные характеристики, компьютер, условно говоря, заменил лупу, линейку и калькулятор. Но никаких принципиальных изменений не произошло. Чего же ждать — появления принципиально новых физических принципов обследования пациента или дорогостоящих агрегатов вроде трехмерного эхокардиографа?

Но есть еще один путь — попытаться переосмыслить сам подход к медицинской аппаратуре. Ведь организм — это целостная система. И врач, ставя клинический диагноз, должен основываться на сведениях о состоянии различных функциональных систем. Именно на такой интегральный подход должна быть нацелена современная диагностическая аппаратура.

Задача комплексной диагностики тесно связана с технологией сбора, хранения и анализа результатов исследования по различным методикам. Поэтому нельзя говорить о разрозненных программах. Проблему решает только интегрированный пакет программного обеспечения (ПО), включающий в себя как приложения по методикам исследований, так и инструмент, позволяющий врачу поставить диагноз, опираясь на данные различных исследований. Основой такого инструмента является мощная база данных, позволяющая хранить заключения и первичные (исходные) данные в цифровом виде. Причем система управления такой базой данных должна обеспечивать не только просмотр первичных данных и заключений для анализа динамики заболевания, но и их совместный анализ по различным методикам. Это уже качественно другой, недоступный до этого уровень, позволяющий говорить о применении в медицине компьютерных технологий.

Такое оборудование правильнее называть уже не приставками к компьютеру, а компьютерными системами функциональной диагностики (КСФД), которые должны обеспечивать:

ввод информации на каждого конкретного пациента в формализованную компьютерную историю болезни (КИБ), ее редактирование, распечатывание, а при необходимости и передачу по локальным или глобальным вычислительным сетям; представление врачу полного перечня возможных исследований и на его основе формирование индивидуального плана обследования пациента; проведение диагностических исследований в соответствии с принятым к действию индивидуальным планом обследования пациента; проведение обработки результатов обследования и подготовка материалов для врачебной постановки диагноза; распечатывание результатов исследования и диагноза; ведение текущей статистики на рабочем месте врача; КСФД автоматически ведет историю болезни пациента, а вызов методики на исследование производится простым выбором в раскрывающемся перечне.

Все программы, входящие в состав КСФД, имеют широчайшие возможности для обработки и анализа сигналов. В повседневной работе врач видит только минимально необходимую для формирования заключения информацию, но стоит нажать кнопку — программа предоставит ему возможности для исследовательской работы любого уровня сложности. Большинство программ выполняют автоматический анализ. Компьютер проводит все измерения и дает заключение.

Никакой аппарат не сможет заменить врача, его интуицию, его знания, не сможет взять на себя ответственность за жизнь человека. Другое дело — помочь этому врачу. Компьютерные системы позволяют врачу уйти от рутины сбора и обработки информации и сосредоточиться на диагностике.



Рисунок 1.6 Типовой портрет сферы применения компьютеров

Комплексный подход к диагностике, кроме соответствующего программного обеспечения, требует или несколько специализированных приборов (рис. 6.6), подключаемых к компьютеру, или одного, но поистине уникального. В нем должны располагаться инструментальные каналы измерений по всем методикам, модули обработки сигнала и передачи его в компьютер.

Такой подход позволяет решать еще одну, более «приземленную», но не менее важную задачу. На этапе покупки оборудования требуется решить, что именно нужнее всего на данный момент из требуемого перечня диагностической аппаратуры. Что касается диагностической системы, сначала покупаете ПЭВМ с тем набором диагностической аппаратуры и ПО, который необходим на данный момент. Затем можно будет докупить необходимое. Строить такую систему можно не сразу, а поэтапно. Причем на каждом этапе будет очевиден конкретный результат.

Возьмем два крайних варианта использования диагностической системы при оснащении лечебного учреждения. Если речь идет об учреждении с небольшим потоком больных, то на одно

рабочее место Вы поставите КСФД и укомплектуете ее всем набором диагностической аппаратуры и ПО. Рассмотрим гастроэнтерологическое отделение функциональной диагностики в миниатюре, причем оснащенное по последнему слову техники. Там же, где поток пациентов довольно большой, такой «комбайн» вряд ли удобен.

КСФД изначально ориентирована на работу в рамках компьютерной сети, поэтому ее можно разделить по разным компьютерам в разных кабинетах, скомпоновать методики в соответствии со сложившейся структурой отделения. Далее организуется компьютерная сеть с единой для всего отделения базой данных пациентов, и все преимущества системного подхода сохраняются. Более того, при наличии сети всего учреждения, данные о пациентах, накопленные на гастроэнтерологическом отделении функциональной диагностики, приемном покое, могут быть доступны другим специалистам. Более оперативного способа контролировать состояние пациента не придумать.

Одноплатные компьютеры в медицине

Современные задачи автоматизации требуют повышения гибкости в управлении процессами. С увеличением сложности решаемых задач требуется учет большего количества сценариев работы системы автоматизации и вариантов реагирования на нештатные ситуации. Повышение надежности невозможно без получения и обработки дополнительных параметров контролируемого объекта, что приводит к физическому разрастанию системы АСУ ТП.

В этих условиях система АСУ ТП больше не может обходиться только одним управляющим звеном и набором простых промышленных контроллеров, исполняющих роль приемопередатчиков информации и сигналов управления. Сегодня требуется, чтобы промежуточные звенья системы автоматизации могли самостоятельно принимать управляющие решения, снижая нагрузку на центральный узел управления. Распределенная система позволяет улучшить время реагирования на нештатные ситуации, так как не требует сетевого обмена данными с центральным узлом. Другими словами, можно утверждать, что распределенная иерархическая система АСУ ТП превосходит по своим возможностям любые системы, обладающие только центральным управлением. Создание распределенной системы автоматизации невозможно без создания интеллектуальных контроллеров, которые можно запрограммировать для реализации специфических алгоритмов работы промежуточных звеньев – промышленных логических контроллеров (ПЛК).

Сегодня ПЛК представлены на российском рынке многими известными брендами. Их стоимость гораздо выше простых промышленных контроллеров, что ставит под вопрос экономическую целесообразность массового использования подобных устройств в системах автоматизации. Существующие прототипы российских ПЛК пока тоже не отличаются низкой ценой, хотя в стоимости российской продукции нет ни брендовой составляющей, ни стоимости услуг доставки, ни многочисленных наценок перепродавцов.

Одноплатный компьютер (SBC, англ. single-board computer) — это, чаще всего, промышленный компьютер или встраиваемый компьютер. Чаще всего эти решения должны быть защищены или очень компактны, поэтому все компоненты должны располагаться на одной плате. Такая экономия с одной стороны делает все устройство более компактным, с другой стороны, расширение возможностей — смена процессора или памяти — затруднено, так как чаще всего эти компоненты напаяны на плату.

Промышленный одноплатный компьютер – это универсальная и производительная платформа для реализации любых задач АСУ ТП. По сути, любой ПЛК также является компьютером. Разница заключается в том, что одноплатный компьютер может не в полном объеме удовлетворять эксплуатационным требованиям, предъявляемым к ПЛК, поэтому использовать его как промышленный контроллер нельзя.

Отметим, что в большинстве случаев доработка одноплатного компьютера может быть сведена к подбору нужного корпуса, обеспечивающего необходимый уровень защиты от внешних воздействий и разработки дополнительных электронных модулей, для адаптации компьютера под определенные требования технических условий. Все доработки, как правило, не затрагивают схе-

мотехнику самого одноплатного компьютера и носят характер доработок «незначительных» как в техническом, так и в экономическом плане.

Еще одним достоинством использования одноплатных решений для разработки ПЛК может быть тот факт, что производители промышленных одноплатных компьютеров предоставляют уже готовые к работе операционные системы реального времени (Linux, Windows CE, QNX и др.). Это обстоятельство часто опускается из виду при старте собственных разработок промышленных контроллеров. А ведь именно портирование операционной системы на собственное схемотехническое решение – наиболее трудоемкий этап в процессе разработки. Именно из продуманности и законченности этого этапа возможно дальнейшее принятие решения о возможности адаптации программного обеспечения системы SCADA на созданный аппаратно-программный комплекс и его дальнейшее использование как программируемый логический контроллер.

Сейчас стоимость российских одноплатных компьютеров «Завода Электрооборудования» вместе с операционной системой составляет от 50 до 200 USD – в зависимости от модели. Помимо покупки компьютеров как перспективного базового компонента для разработки ПЛК, предприятие может предложить крупным покупателям лицензии на собственное перепроизводство одноплатных компьютеров, что позволит внести дополнительные идеи в схемотехнику и снизить стоимость в 1,5–2 раза при массовом производстве.

Модельный ряд компьютеров

Модельный ряд одноплатных компьютеров ЗАО «Завод Электрооборудования»¹ состоит из пяти компьютеров серии «Тион», обладающих привлекательными для разработчиков встраиваемых систем особенностями. Их конфигурации явились результатом обобщения опыта работы с конструкторами различных встраиваемых систем. Компьютеры представляют собой высокоинтегрированные вычислительно-управляющие системы на базе процессоров с ядром ARM9 - CirrusLogic EP9315 200MHz и Marvell PXA270 416/520MHz.

В серию «Тион» входят одноплатные компьютеры «Тион-Про», «Тион-Про v.2» и «Тион-270», а также процессорные модули «Тион» и «Тион 270». Заметим, что особенность процессорных модулей в том, что все интерфейсы компьютера выведены на единый разъем SODIMM-200. Компьютеры различаются типом процессора, объемами памяти и набором периферийных интерфейсов. Основные характеристики некоторых компьютеров представлены в табл. 1, а внешний вид некоторых плат показан на рис. 1.7

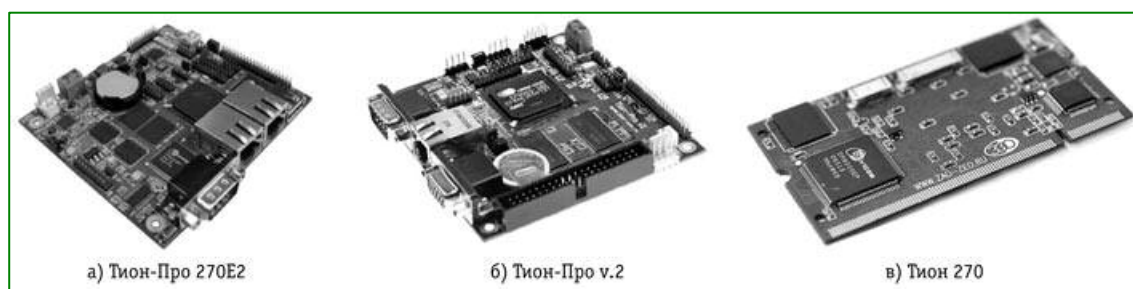


Рисунок. 1. 7 Одноплатные компьютеры «Тион-Про 270E2» (а), «Тион-Про v.2» (б) и «Тион 270» (в)

Технические параметры

¹ Россия, г. Москва ул., Отрадная 6

Табл. 1.1 Основные параметры некоторых одноплатных компьютеров семейства «Тион»

| | Тион-Про | Тион-Про v.2 | Тион-Про 270 |
|---|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| Процессор | EP9315 (Cirrus Logic) | EP9315 (Cirrus Logic) | PXA270 (Intel/Marvell) |
| Частота ядра ARM, МГц | 200 | 200 | 416/520 |
| Частота SDRAM, МГц | 100 | 100 | 104 |
| Кэш инструкций, Кбайт | 16 | 16 | 32 |
| Кэш данных, Кбайт | 16 | 16 | 32 |
| ОЗУ, Мбайт | 64 | 64 | 64 |
| ПЗУ (параллельное, Flash), Мбайт | 8 | 64 | 64 |
| ПЗУ (последовательное, Flash), Мбит | 39905 | 4 | - |
| RTC с батареей | - | + | + |
| IDE | + | + | - |
| VGA | - | + | + |
| TFT TTL | + | + | + |
| Разъем тачскрин | 1 | 2 | 2 |
| Шина I2C | + | + | + |
| Шина SPI | + | + | + |
| Разъем microSD | - | - | + |
| Сеть Ethernet 10/100 | + | + | + |
| Порт COM1 CMOS RS232 / full | +/- | +/- | +/+ |
| Порт COM2 CMOS / RS232 | +/+ | +/+ | +/- |
| Порт COM3 CMOS/RS232/RS485 | -/- | +/+ | +/-/+ |
| Интерфейс AC'97 | + | + | + |
| Audio (Phone, Line In) | - | - | + |
| USB host 1 /2 /3 | +/- | +/+ | +/- |
| Прерывания | - | 2 | - |
| PWM | - | 2 | 3 |
| ADC | - | - | 4 |
| Свободные GPIO | 14 | 22 | 18 |
| Разъем матричной клавиатуры | 14 | 16 | - |
| Кнопка сброса | - | + | - |
| Разъем JTAG | - | + | + |
| Разъем питания +5 В | 1 | 2 | 2 |
| Потребление при загруженном Linux, Вт | 1,78 | 1,1 | 1,75 |
| Цена для коммерческого диапазона 0° - +70°С, руб. (розница) | 4500 | 6200 | 7200 |
| Цена для промышленного диапазона -40° - +85°С, руб. (розница) | 5000 | 6700 | 7700 |

Одноплатные компьютеры имеют все интерфейсы, необходимые встраиваемым системам, большое количество интерфейсов для хранения данных (Memory Stick, PC card, Compact Flash и SD Card), встроенный LCD-контроллер, ведущие и ведомые USB-устройства, реализуют полную поддержку спецификации для работы со звуком AC'97. Имеется контроллер сети 100 Мбит Ethernet. В самой ближайшей перспективе появится компьютер с двумя Ethernet интерфейсами на борту.

Каждый компьютер имеет возможность установки разных операционных систем — Windows CE 5.0, Windows CE 6.0, Linux, RedBoot (eCos) в качестве загрузчика. Компьютеры поставляются с предустановленным загрузчиком eBoot или uBoot.

Таблица 1.2. Функциональные характеристики

| Характеристика | ПЛК | Тион-Про270 | Тион-Про v.2 |
|------------------------------|-------------------------------|--|---|
| Корпус | Да | Нет | Нет |
| Дисплей сенсорный | Опционально | Опционально | Опционально |
| Тип | TFT LCD | TFT LCD, OLED | TFT LCD, OLED |
| Разрешение | Не менее 800x600 | До 1024x768 | До 1024x768 |
| Подсветка | Есть | Светодиодная | Светодиодная |
| Диагональ* | 10", 7", 12", 15" | от 1" до 15" | от 1" до 15" |
| Клавиатура | | | |
| Тип клавиатуры | сенсорный экран (touchscreen) | Есть | Есть |
| | кнопочная | Есть | Есть |
| Ресурсы | | | |
| Ядро процессора | ARM, x86 | PXA270 ARM 520/416 МГц | EP9315 ARM 200 МГц |
| Операционная система | Linux Windows CE | Linux Windows CE 6.0 | Linux Windows CE 6.0 |
| Специализированное ПО | Есть | Нет | Нет |
| Память | | | |
| SDRAM | Не менее 64 МБ | 64/128 МБ Возможно увеличение памяти | 64 МБ Возможно увеличение памяти |
| NAND Flash | Не менее 64 МБ | 32 МБ | 64 МБ |
| Интерфейсы | | | |
| RS-232 (полноскоростный) | 1 шт. | 1 шт. полный | 1 шт. полный |
| Универсальный RS-232/485 | 2 шт. | 1xUART разъем PLS | 1xRS232 разъем PLS |
| CAN | 1 шт. | Дополнительный модуль | Дополнительный модуль |
| RS-485 | 1 шт. | Есть. Винтовые клеммы | Есть. Винтовые клеммы |
| Ethernet (RJ45) | 1 шт. | 10/100 RJ45 Разработана и готовится к производству модификация со вторым портом | 10/100 RJ45 Есть возможность добавления второго порта |
| USB-Host | 2 шт | 1 (2) | 3 |
| USB-Device | 1 шт | 1 | нет |
| Card Reader | 1 шт. | microSD | Подключение с помощью переходника |
| Порты ввода-вывода | | | |
| Тип | TTL | | |
| Количество входов | 8 шт. | Без гальванической развязки | Без гальванической развязки |
| Количество выходов | 8 шт. | Без гальванической развязки | Без гальванической развязки |
| Прочие характеристики | | | |
| Напряжение питания | 24 В (-15...+10%) пост. ток | 5 В | 5 В |
| RTC | | Есть | Есть |
| Зуммер | | | |
| Аудио выход | | Есть | |

Отличительной особенностью «Тион-Про v.2» и «Тион-Про 270» является использование формата платы PC/104, что позволяет устанавливать ее в ряд стандартных корпусов. Для запуска этих компьютеров достаточно подключить дисплей, мышь, клавиатуру, Ethernet или Wi-Fi при необходимости. Платы питаются напряжением 5 В. Для подключения TFT-экранов 3,5", 5,7", 8", 10,4" требуются специальные переходники (адаптеры), которые заказываются дополнительно.

Для того чтобы использовать процессорные модули «Тион» и «Тион 270» в своей разработке, достаточно спроектировать двухстороннюю «системную» плату с необходимым составом интерфейсов (технология 0,2 мм, реализуемая в России). «Системная» плата позволяет совместить возможности одноплатного компьютера и собственную схемотехнику пользователя.

Для расширения базовой функциональности одноплатных компьютеров предприятием разработаны дополнительные модули, подключаемые к компьютеру. К примеру, покупатели могут приобрести модули для подключения компьютера по интерфейсу CAN или подключения дополнительной CF/SD карты памяти. Сейчас в процессе разработки несколько модулей, которые могут быть интересны разработчикам систем автоматизации особенно – это плата 8xCOM с восьмью гальванически развязанными com-портами и модуль питания плат с входным напряжением 220 В (АС) и 8–40 В (DC).

Если посмотреть на одноплатные компьютеры шире, то их областями применения могут быть: терминалы сбора данных, медицинская техника, измерительные приборы, диагностическое оборудование, панели оператора, IP-телефония, элементы АСУ ТП, панельные компьютеры, портативные и носимые системы контроля и диагностики, оборудование автоматизации торговли (ККМ) и др.

Портрет современного ПЛК

Современный ПЛК – это сложное микропроцессорное устройство, предназначенное для управления технологическими процессами в промышленности и другими сложными технологическими объектами. В табл. 2 представлены наиболее часто встречающиеся требования к функциональности и техническим характеристикам ПЛК. Для сравнения в этой таблице приведены также характеристики одноплатных компьютеров ЗАО «Завод Электрооборудования».

Как видно из табл. 2, технические характеристики промышленных одноплатных компьютеров соответствуют классу промышленных контроллеров, за исключением отсутствия корпуса и штатно поставляемого специализированного программного обеспечения SCADA. Эти вопросы доработки компьютера могут быть полностью решены производителем оборудования АСУ ТП.

Как уже было отмечено, с экономической точки зрения серийное производство компьютеров по лицензии ЗАО «Завод Электрооборудования» позволит снизить их цену более чем в 2 раза. Таким образом, себестоимость промышленного контроллера на базе одноплатного компьютера не превысит 300USD, что, по нашему мнению, делает контроллеры привлекательными для рынка.

Еще один вывод из табл. 1.2, говорит о том, что одноплатные компьютеры могут использоваться в качестве контроллеров уже сейчас, если речь идет о непромышленных применениях. В этом случае список задач будет существенно расширен. Это могут быть охранные системы, где контроллер обеспечивает специфические алгоритмы защиты, «умный дом», где он позволит сконцентрировать управление бытовыми приборами в одном месте, системы аварийного освещения, системы управления климатом и т.д. Во всех этих случаях программное обеспечение разрабатывается индивидуально, так как не существует общепринятых договоренностей или утвержденных протоколов. Корпуса к таким контроллерам можно найти в розничной продаже.

Медицинские информационные системы (МИС)

В состав комплексной информационной системы стационарного лечебного учреждения входят:

1. Персональные компьютеры, планшеты, ноутбуки для оснащения медицинских постов, рабочих мест врачей, специалистов хирургического и диагностических отделений, административно-хозяйственных служб, а также для удаленного доступа к медицинской базе данных.
2. Планшетные компьютеры для оснащения рабочих мест врачей и специалистов диагностических отделений. Обеспечивают, как проводной, так и беспроводной (Wi Fi) доступ к медицинской базе данных.

3. Комплекс серверного оборудования для управления внутренними и внешними коммуникациями, а также для хранения медицинского архива
4. Сетевые коммутаторы и WiFi-роутеры для подключения всех устройств к информационной сети учреждения.
5. Межсетевой экран (технические и программные средства для защиты информации от несанкционированного доступа по сети Интернет).
6. Мониторы пациента для хирургического и лечебных отделений.
7. Комплекс телемедицинского оборудования для обеспечения он-лайн консультирования при проведении операций.
8. LCD-панель для представления данных о пациенте при проведении операции.
9. Мониторы пациента для хирургического и лечебных отделений.
10. Оборудование диагностического отделения – томографы, электрокардиографы, эхокардиографы, эхоэнцефалографы, мобильные диагностические комплексы и т.п.
11. Агрегаты бесперебойного питания для обеспечения непрерывного функционирования информационной системы.

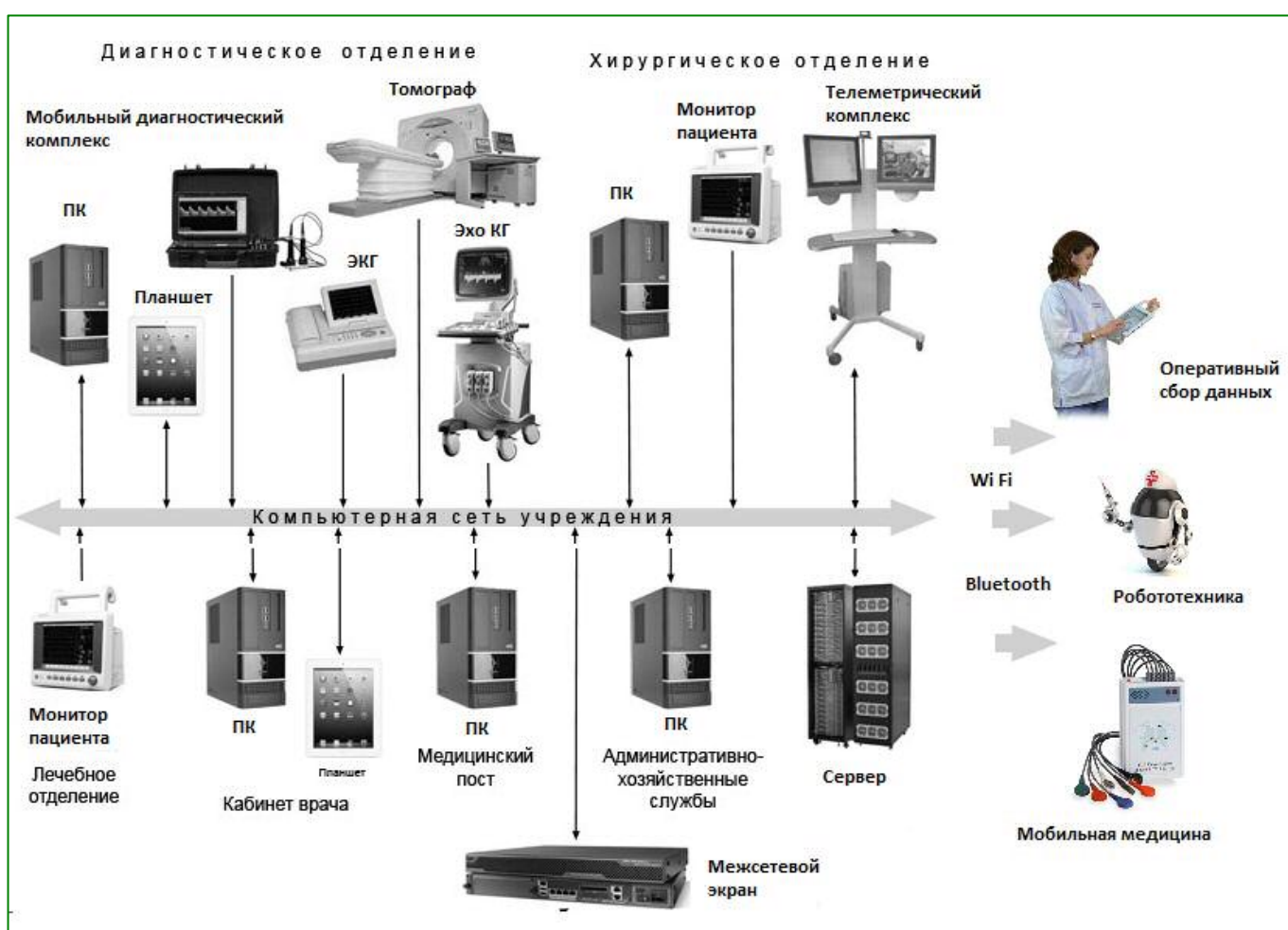


Рисунок 1.8 Схема организации МИС

Основные возможности информационной системы:

1. Ведение цифрового медицинского архива с включением результатов всех исследований в электронную карту пациента;
2. Проведение диагностических исследований при помощи как стационарного, так и мобильного оборудования;

3. Широкие возможности внешнего консультирования во время проведения операций при помощи видеоконференцсвязи;
4. Возможность удаленного доступа к цифровому медицинскому архиву, а также удаленного онлайн консультирования;
5. Интеграция медицинской, административной и финансовой информации в одной системе;
6. Централизованное управление и мониторинг ведения лечебного процесса;
7. Возможность оперативного обмена медицинской информацией с другими лечебными учреждениями и специалистами.

ЧАСТЬ 2

Компьютерные сети

На сегодняшний день в мире существует более 130 миллионов компьютеров, и более 80 % из них объединены в различные информационно-вычислительные сети, от малых локальных сетей в офисах, до глобальных сетей типа Internet.

Всемирная тенденция к объединению компьютеров в сети обусловлена рядом важных причин, таких как ускорение передачи информационных сообщений, возможность быстрого обмена информацией между пользователями, получение и передача сообщений (факсов, E - Mail писем и прочего) не отходя от рабочего места, возможность мгновенного получения любой информации из любой точки земного шара, а так же обмен информацией между компьютерами разных фирм производителей работающих под разным программным обеспечением.

Такие огромные потенциальные возможности, которые несет в себе вычислительная сеть и тот новый потенциальный подъем, который при этом испытывает информационный комплекс, а так же значительное ускорение производственного процесса не дают нам право не принимать это к разработке и не применять их на практике.

Поэтому необходимо разработать принципиальное решение вопроса по организации ЛВС (информационно-вычислительной сети) на базе уже существующего компьютерного парка и программного комплекса, отвечающего современным научно-техническим требованиям, с учетом возрастающих потребностей и возможностью дальнейшего постепенного развития сети в связи с появлением новых технических и программных решений.

Под ЛВС понимают совместное подключение нескольких отдельных компьютерных рабочих мест (рабочих станций) к единому каналу передачи данных. Благодаря вычислительным сетям мы получили возможность одновременного использования программ и баз данных несколькими пользователями.

Понятие локальная вычислительная сеть - ЛВС (англ. LAN - Local Area Network) относится к географически ограниченным (территориально или производственно) аппаратно-программным реализациям, в которых несколько компьютерных систем связаны друг с другом с помощью соответствующих средств коммуникаций. Благодаря такому соединению пользователь может взаимодействовать с другими рабочими станциями, подключенными к этой ЛВС.

В производственной практике ЛВС играют очень большую роль. Посредством ЛВС в систему объединяются персональные компьютеры, расположенные на многих удаленных рабочих местах, которые используют совместно оборудование, программные средства и информацию. Рабочие места сотрудников перестают быть изолированными и объединяются в единую систему. Рассмотрим преимущества, получаемые при сетевом объединении персональных компьютеров в виде внутривычислительной вычислительной сети.

Разделение ресурсов

Разделение ресурсов позволяет экономно использовать ресурсы,

например, управлять периферийными устройствами, такими как лазерные печатающие устройства, со всех присоединенных рабочих станций.

Разделение данных.

Разделение данных предоставляет возможность доступа и управления базами данных с периферийных рабочих мест, нуждающихся в информации.

Разделение программных средств

Разделение программных средств предоставляет возможность одновременного использования централизованных, ранее установленных программных средств.

Разделение ресурсов процессора.

При разделении ресурсов процессора возможно использование вычислительных мощностей для обработки данных другими системами, входящими в сеть. Предоставляемая возможность заключается в том, что на имеющиеся ресурсы не "набрасываются" моментально, а только лишь через специальный процессор, доступный каждой рабочей станции.

Многопользовательский режим

Многопользовательские свойства системы содействуют одновременному использованию централизованных прикладных программных средств, ранее установленных и управляемых, например, если пользователь системы работает с другим заданием, то текущая выполняемая работа отодвигается на задний план. Все ЛВС работают в одном стандарте, принятом для компьютерных сетей - в стандарте OSI - Open System Interconnection.

Взаимодействие открытых систем (OSI)

Для того чтобы взаимодействовать, люди используют общий язык. Если они не могут разговаривать друг с другом непосредственно, они применяют соответствующие вспомогательные средства для передачи сообщений.

Для того чтобы привести в движение процесс передачи данных, использовали машины с одинаковым кодированием данных и связанные одна с другой. Для единого представления данных в линиях связи, по которым передается информация, сформирована Международная организация по стандартизации (англ. ISO – International Standards Organization).

ISO предназначена для разработки модели международного коммуникационного протокола, в рамках которой можно разрабатывать международные стандарты.

Международная организация по стандартизации (ISO) разработала базовую модель взаимодействия открытых систем OSI. Эта модель является международным стандартом для передачи данных.

Модель содержит семь отдельных уровней:

- Уровень 1: физический - битовые протоколы передачи информации;
- Уровень 2: канальный - формирование кадров, управление доступом к среде;
- Уровень 3: сетевой - маршрутизация, управление потоками данных;
- Уровень 4: транспортный - обеспечение взаимодействия удаленных процессов;
- Уровень 5: сеансовый - поддержка диалога между удаленными процессами;
- Уровень 6: представительский - интерпретация передаваемых данных;
- Уровень 7: прикладной - пользовательское управление данными

Основная идея этой модели заключается в том, что каждому уровню отводится конкретная роль, в том числе и транспортной среде. Благодаря этому общая задача передачи данных расчленивается на отдельные легко обозримые задачи. Необходимые соглашения для связи одного уровня с выше- и нижерасположенными называют протоколом. Так как пользователи нуждаются в эф-

фактивном управлении, система вычислительной сети представляется как комплексное строение, которое координирует взаимодействие задач пользователей.

С учетом вышеизложенного можно вывести следующую уровневую модель с административными функциями, выполняющимися в пользовательском прикладном уровне.

Отдельные уровни базовой модели проходят в направлении вниз от источника данных (от уровня 7 к уровню 1) и в направлении вверх от приемника данных (от уровня 1 к уровню 7). Пользовательские данные передаются в нижерасположенный уровень вместе со специфическим для уровня заголовком до тех пор, пока не будет достигнут последний уровень.

На приемной стороне поступающие данные анализируются и, по мере надобности, передаются далее в вышерасположенный уровень, пока информация не будет передана в пользовательский прикладной уровень.

Уровень 1 Физический

На физическом уровне определяются электрические, механические, функциональные и процедурные параметры для физической связи в системах. Физическая связь и неразрывная с ней эксплуатационная готовность являются основной функцией 1-го уровня, Стандарты физического уровня включают рекомендации V.24 МККТТ (СЦИТ), EIA RS232 и X.21. Стандарт ISDN (Integrated Services Digital Network) в будущем сыграет определяющую роль для функций передачи данных. В качестве среды передачи данных используют трехжильный медный провод (экранированная витая пара), коаксиальный кабель, оптоволоконный проводник и радиорелейную линию.

Уровень 2 Канальный

Канальный уровень формирует из данных, передаваемых 1-м уровнем, так называемые "кадры" последовательности кадров. На этом уровне осуществляются управление доступом к передающей среде, используемой несколькими ЭВМ, синхронизация, обнаружение и исправление ошибок.

Уровень 3 Сетевой

Сетевой уровень устанавливает связь в вычислительной сети между двумя абонентами. Соединение происходит благодаря функциям маршрутизации, которые требуют наличия сетевого адреса в пакете. Сетевой уровень должен также обеспечивать обработку ошибок, мультиплексирование, управление потоками данных. Самый известный стандарт, относящийся к этому уровню - рекомендация X.25 МККТТ (для сетей общего пользования с коммутацией пакетов).

Уровень 4 Транспортный

Транспортный уровень поддерживает непрерывную передачу данных между двумя взаимодействующими друг с другом пользовательскими процессами. Качество транспортировки, безошибочность передачи, независимость вычислительных сетей, сервис транспортировки из конца в конец, минимизация затрат и адресация связи гарантируют непрерывную и безошибочную передачу данных.

Уровень 5 Сеансовый

Сеансовый уровень координирует прием, передачу и выдачу одного сеанса связи. Для координации необходимы контроль рабочих параметров, управление потоками данных промежуточных накопителей и диалоговый контроль, гарантирующий передачу, имеющихся в распоряжении данных. Кроме того, сеансовый уровень содержит дополнительно функции управления паролями, подсчета платы за пользование ресурсами сети, управления диалогом, синхронизации и отмены связи в сеансе передачи после сбоя вследствие ошибок в нижерасположенных уровнях.

Уровень 6 Представительский

Уровень представления данных предназначен для интерпретации данных; а также подготовки данных для пользовательского прикладного уровня.

На этом уровне происходит преобразование данных из кадров, используемых для передачи данных в экранный формат или формат для печатающих устройств оконечной системы.


Уровень 7 Прикладной

В прикладном уровне необходимо предоставить в распоряжение пользователей уже переработанную информацию. С этим может справиться системное и пользовательское прикладное программное обеспечение.

ЧАСТЬ 3

Аппаратные комплексы

Аппаратно-программный диагностический комплекс для регистрации и передачи ЭКГ по телефону ТЕЛЕ-АЛЬТОН

| Наименование | Назначение | Примечание |
|---|--|--|
| Аппаратно-программный диагностический комплекс для регистрации и передачи ЭКГ по телефону ТЕЛЕ-АЛЬТОН | <p>1. Приемная станция комплекса аппаратно-программный для индивидуальной регистрации, хранения и передачи ЭКГ по телефону "ТЕЛЕ-АЛЬТОН", Приемник ЭКГ по телефону (USB), программное обеспечение Системный блок, монитор, клавиатура и мышь, принтер, источник бесперебойного питания = 450 000=00 рублей</p> <p>2. Регистратор-передатчик ЭКГ (исп.1) Индивидуальный регистратор-передатчик ЭКГ - 9900=00 рублей</p> <p>3. Регистратор-передатчик ЭКГ ПЕРЕДАТЧИК ЭКГ/тел. Передатчик для кардиографов ЭКЗТ-12-03 - 17500=00 рублей</p> <p>4. Преобразователь-передатчик ЭКГ Передатчик для кардиографов ЭК12Т Альтон 03, 06, 106 - 18500=00 рублей</p> |  |

Достоинства

- Максимум удобств для пациента
- Минимальные габариты и масса
- Память для хранения ЭКГ
- Бесконтактное подключение к телефону
- Максимальный комфорт для персонала
- Легкий и высокоточный электрокардиограф с возможностью передачи ЭКГ по телефону
- Питание от сети или встроенного аккумулятора
- Бесконтактное подключение к телефону

Учет особенностей отечественных телефонных линий

- Возможность работы с различными типами регистраторов-передатчиков
- Развитые средства фильтрации ЭКГ
- Ведение картотеки принятых ЭКГ
- Основные направления использования комплекса

- Электрокардиограф с передатчиком ЭКГ
- передача ЭКГ из отдаленных лечебно-профилактических учреждений, от выездных бригад, бригад скорой и неотложной помощи в крупные консультативно-диагностические центры
- передача ЭКГ из отделений крупных больниц в службу функциональной диагностики для экспресс-анализа
-

Индивидуальный регистратор-передатчик ЭКГ

- электрокардиографическая верификация сердечного ритма
- проведение динамического наблюдения за пациентами с нарушениями ритма, проводимости, ишемией миокарда, в том числе и с целью контроля адекватности терапии и предварительной оценки функционирования имплантированных кардиостимуляторов

Комплекс может состоять из любого числа передатчиков ЭКГ и приемной станции. В его составе могут использоваться как индивидуальные регистраторы-передатчики ЭКГ, ориентированные на самостоятельное использование пациентами, так и электрокардиографы с возможностью передачи ЭКГ по телефону.



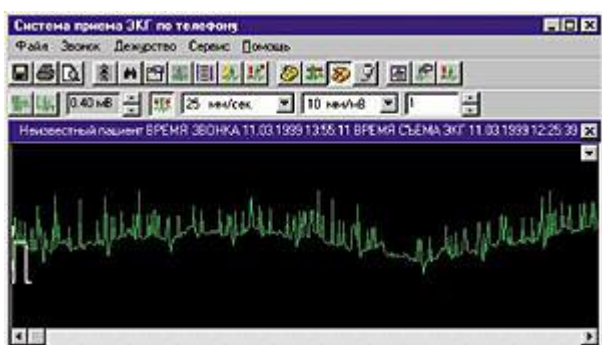
Передатчик ЭКГ для электрокардиографа позволяет за одну минуту передать по телефону 12 общепринятых отведений ЭКГ. Для передачи ЭКГ достаточно обычным способом записать ЭКГ на кардиографе, набрать телефонный номер приемной станции и послать ЭКГ, нажав кнопку передатчика.

Индивидуальный регистратор-передатчик ЭКГ позволяет самому пациенту последовательно зарегистрировать несколько биполярных отведений ЭКГ, которые автоматически сохраняются в памяти регистратора. Для начала записи ЭКГ достаточно коснуться электродов, расположенных на боковых поверхностях корпуса регистратора. Продолжительность непрерывного фрагмента при регистрации от 5 до 30 секунд. Для передачи сохраненных в памяти ЭКГ нужно лишь набрать телефонный номер приемной станции и нажать единственную кнопку.



В начале каждой передачи транслируется уникальный номер регистратора-передатчика, а также информация о дате и времени регистрации фрагмента ЭКГ. Это позволяет организовать автоматический режим работы приемной станции, в котором она способна отреагировать на сигнал вызова по телефону, воспроизвести абоненту заранее записанное приветствие, принять и сохранить ЭКГ в базе данных. Принимаемая ЭКГ и регистрационные данные пациента при этом будут отображаться на экране компьютера на протяжении всего приема.

Приемная станция автоматически записывает данные в картотеку принятых ЭКГ, которая может интегрироваться с другими электрокардиографическими программами производства компании "Альтоника". Для улучшения читаемости принятых ЭКГ в приемной станции реализованы 2 независимых цифровых электрокардиографических фильтра. Имеются встроенные средства амплитудных и временных измерений ЭКГ.



ЭКГ до фильтрации импульсных помех.



ЭКГ после фильтрации импульсных помех.

Программное обеспечение приемной станции позволяет легко найти и распечатать любую из принятых ЭКГ, имеются средства организации дежурств персонала и ведения журнала работы.

Созданный на современной элементной базе, комплекс способен полностью заменить разработанные ранее телеметрические ЭКГ системы, значительно превосходя их по компактности, надежности, качеству сигнала и уровню организации всего процесса приема-передачи информации. Записанные приемной станцией ЭКГ хранятся в электронной картотеке пациентов. При необходимости их можно многократно копировать и передавать в цифровом виде по компьютерным сетям, а также с помощью модемных или беспроводных средств обмена информацией на любое расстояние.

Технические параметры и характеристики

Приемная станция

- Режимы работы: автоматический, полуавтоматический, ручной
- Число одновременно поддерживаемых передатчиков: до 200 на одну телефонную линию
- Масштабы отображения ЭКГ на экране и при печати: 12,5, 25, 50 или 100 мм/с 2,5, 5, 10, 20 или 40 мм/мВ
- Антитреморный фильтр с частотой среза 35 Гц
- Фильтр импульсных помех (щелчков): порог срабатывания от 0,01 до 2,55 мВ
- Печать в автоматическом или ручном режимах
- Работает в операционных системах MS Windows 98 и выше


Передатчик ЭКГ для электрокардиографа Альтон-03

- Габариты: 59 x 79 x 28 мм
- Масса с элементами питания: 120 г
- Источник питания: 2 гальванических элемента типоразмера N
- Время работы от комплекта элементов: не менее 3 недель

Индивидуальный регистратор-передатчик ЭКГ

- Встроенные в корпус регистратора электроды ЭКГ
- Автоматическая регистрация биполярных отведений ЭКГ с момента прикосновения к электродам
- Объем памяти ЭКГ: 130 с (любое число фрагментов продолжительностью от 5 до 30 с)
- Самотестирование при включении
- Звуковая индикация контакта электродов с пациентом
- Светодиодная индикация разряда батарей
- Габариты: 59 x 79 x 28 мм
- Масса с элементами питания: 135 г
- Источник питания: 2 гальванических элемента типоразмера N
- Время работы от комплекта элементов: не менее 3 недель

Специализированный программно-аппаратный комплекс «Омега-С»

| Наименование | Назначение | Примечание |
|---|--|---|
| Специализированный программно-аппаратный комплекс «Омега-С» | Специализированный программно-аппаратный комплекс «Омега-С» предназначен для объективной оценки физического состояния спортсменов. Организм спортсменов во время тренировок и соревнований подвергается экстремальным нагрузкам и долгосрочные последствия таких нагрузок могут быть неочевидны. Используя технологию «Омега-С» спортивный врач может отследить качество восстановительных процессов, происходящих в организме, что позволяет обеспечить баланс между высокими нагрузками и сохранением здоровья, существенно повысить эффективность тренировок, прогнозировать достижение пика спортивной формы и поддерживать ее на протяжении всего соревновательного периода. Постоянно накапливаемая электронная база данных комплекса «Омега-С» дает возможность оперативно фиксировать отклонения в физическом состоянии, что снижает риск травматизма и заболеваний. |  |

Современный профессиональный спорт немислим без исключительных физических и эмоциональных нагрузок, которые представляют опасность для жизни и здоровья спортсмена. Интенсивные тренировки в сочетании с фарм подготовкой требуют постоянного оперативного контроля над изменениями в состоянии организма. Такой контроль невозможен без применения специальных диагностических приборов.

Используя такие приборы возможно:

- объективно оценивать физическое состояние спортсмена,
- своевременно корректировать тренировочный процесс,
- определять степень готовности спортсмена к соревнованиям
- определять допустимую интенсивность нагрузок
- определять необходимость медицинского вмешательства.

Использование диагностической аппаратуры в ходе тренировок и соревнований особенно важно потому, что тренеры и спортивные врачи получают возможность наблюдать за процессом изменения физического и эмоционального состояния спортсмена на основе объективных показателей. Это обстоятельство способствует повышению доверия спортсмена к тренеру, скорейшему достижению нужной спортивной формы и значительно повышает эффективность тренировочного процесса

Применение современных методов диагностики тренерами, спортивными врачами, сотрудниками тренировочных центров и стадионов, позволяет:
усовершенствовать процесс тренировок,

- подобрать наиболее эффективные нагрузки и упражнения,
- сформировать эффективный курс медикаментозной поддержки
- предотвратить травмы и заболевания.

Однако, многие диагностические комплексы отечественного и зарубежного производства, не могут применяться вне специализированных медицинских учреждений. Обследование спортсменов с помощью стационарных комплексов занимает длительное время и требует обязательного присутствия в медицинском учреждении, что не всегда возможно. Эти обстоятельства не позволяют обеспечивать постоянный и оперативный контроль над состоянием спортсмена.

Для того, чтобы преодолеть эти проблемы и предоставить спортсменам, тренерам и спортивным врачам возможность самостоятельно осуществлять медицинскую диагностику с минимальными затратами временных и организационных ресурсов, специалистами научно производственной фирмы «Динамика» был создан портативный комплекс медицинской диагностической аппаратуры ОМЕГА-С.

Комплекс ОМЕГА-С позволяет осуществлять диагностические процедуры на основе нейродинамического анализа вариабельности сердечного ритма человеческого организма. Установлено, что все процессы, протекающие в организме человека, находят свое отражение в изменениях ритма его сердца. Таким образом, на основании изучения динамики ритмов человеческого сердца, возможно осуществлять объективную оценку состояния организма. Характерной особенностью данного метода является его высокая чувствительность к самым разнообразным внутренним и внешним воздействиям, что позволяет оценивать результат системной реакции механизмов многоконтурной и многоуровневой регуляции процессов, происходящих в организме спортсмена.

В основу работы комплекса «ОМЕГА-С» положена новая информационная технология анализа кардио ритмологических процессов, протекающих в организме. Данная технология одобрена Министерством здравоохранения Российской Федерации, разрешена к применению в медицинских целях, и защищена патентами и авторскими свидетельствами Российской Федерации.

Применение комплекса «Омега-С» тренерами и спортивными врачами позволяет осуществлять следующие диагностические мероприятия:

В режиме экспресс- контроля определять:

- уровень адаптации спортсмена к физическим нагрузкам;
- степень тренированности сердца спортсмена;
- уровень энергетического обеспечения физических нагрузок;
- текущее психоэмоциональное состояние спортсмена;
- интегральный показатель «индекс спортивной формы».

В режиме динамического наблюдения:

- контролировать функциональное состояние спортсмена,
- оценивать уровень тренировочной и соревновательной нагрузки, а также
- определять эффективность различных методов восстановления и профилактики:
- в период проведения предсезонной подготовки;
- в соревновательный период;
- в период реабилитации после спортивных травм;
- при проведении поддерживающих и корректировать медикаментозных и физиотерапевтических мероприятий.

Комплектация

В состав диагностической системы «ОМЕГА-С» входят (в одноканальном варианте):

- модуль регистрации ЭКГ с USB-интерфейсом «Динамика»,
- кардиографические электроды
- программное обеспечение, устанавливаемое на компьютер любой конфигурации.

В состав диагностической системы «ОМЕГА-С» входят (в многоканальном варианте):

- микропроцессорное регистрирующее устройство «Динамика»,
- кардиографические электроды
- программное обеспечение, устанавливаемое на компьютер любой конфигурации.

НПФ «Динамика» обеспечивает своих клиентов полным комплектом методических материалов и инструкций, гарантирует постоянную консультационную поддержку, а также в случае необходимости проводит дополнительное обучение пользователей.

Для осуществления поддержки пользователей комплекса ОМЕГА-С научно-производственная фирма «Динамика» создала специализированный Интернет-портал, предоставляющий возможность ведения оригинальной базы данных о физическом состоянии спортсменов, получения дополнительных консультаций и обеспечения доступа к новым продуктам НПФ «Динамика».

Диагностический прибор «Лотос»

| Наименование | Назначение | Примечание |
|--------------------------------|---|---|
| Диагностический прибор «Лотос» | Диагностический прибор «Лотос» предназначен для наблюдения за пациентами, осуществляющими регулярный прием биологических добавок, использующими различные физиотерапевтические приборы, и практикующими лечебные методики нетрадиционной медицины. Обычные методы наблюдения не всегда позволяют установить позитивный (или негативный) эффект такого лечения, а самочувствие самого пациента может изменяться довольно медленно. Использование прибора «Лотос», позволяет своевременно выявить реакцию организма на применение биодобавок и проведение нетрадиционных медицинских процедур, на строгой научной основе оценить действительную эффективность лечения и в случае необходимости скорректировать его процесс. |  |

Своевременный прогноз физического и эмоционального состояния позволяет

- предотвратить развитие заболевания,
- скорректировать процесс лечения,
- обеспечить необходимое врачебное вмешательство.

В настоящее время в лечебной практике значительно возросли масштабы применения медицинских диагностических комплексов. Использование специализированных приборов действительно позволяет объективно оценивать состояние здоровья человека, быстро прогнозировать изменения этого состояния и корректировать процессы медицинского вмешательства. Интерес к диагностическим процедурам значительно вырос. Кроме того, многие курсы терапевтических и медицинских процедур требуют от пациента своевременного контроля над изменениями в состоянии организма.

Комплекс «ЛОТОС» позволяет за короткое время осуществлять диагностические процедуры на основе нейродинамического анализа variability сердечного ритма человеческого организма. Многолетними исследованиями установлено, что все процессы, протекающие в организме человека, находят свое отражение в изменениях ритма его сердца. Благодаря открытию, сделанному советскими учеными, на основании изучения динамики ритмов человеческого сердца стало возможной объективная оценка состояния человеческого организма и прогноз изменений этого состояния. Применение данного метода диагностики позволяет

- оценить влияние на организм тех или иных медицинских и терапевтических процедур,
- оптимизировать процесс лечения и значительно улучшить его качество
- подобрать наиболее эффективные лекарства в индивидуальном режиме.

Данная технология, получившая название «фрактальная нейродинамика», одобрена Министерством здравоохранения Российской Федерации и разрешена к применению в медицинских целях. Фактически комплекс «ЛОТОС» представляет собой миниатюрный «диагностический кабинет в шкатулке».

Принципиальной особенностью специализированного портативного медицинского диагностического комплекса ЛОТОС является легкость и простота его практического применения. Возможности комплекса «ЛОТОС» позволяют осуществлять быстрый и объективный контроль состояния пациента с помощью таких диагностических процедур, как:

- Регистрация электрокардиограммы
- Мониторинг показателей функционального состояния
- Оценка состояния сердечно - сосудистой системы
- Оценка состояния вегетативной системы
- Оценка энергетических ресурсов организма
- Оценка психоэмоционального состояния
- Оценка биологического возраста пациента

Воспользовавшись прибором «ЛОТОС» возможно в наглядной форме продемонстрировать реакцию организма на применение различных лекарственных препаратов и проведение терапевтических процедур. Реакция организма оценивается на основании анализа изменений таких показателей, как:

- Уровень адаптации сердечно сосудистой системы
- Показатель вегетативной регуляции организма
- Уровень энергетических ресурсов организма
- Уровень стресса, которому подвергается организм

Таким образом, используя портативного диагностического комплекса «ЛОТОС» возможно определять основные показатели здоровья, индивидуально подбирать биологические и пищевые добавки, индивидуально оценивать действие на организм лекарственных препаратов оценивать эффективность лечения и проведения любых других медицинских и профилактических процедур.

Комплекс «ЛОТОС» может применяться для повседневного контроля состояния здоровья при амбулаторном лечении, назначении и приеме биологически активных пищевых добавок, лечебном голодании, использовании домашних физиотерапевтических приборов иглоукалывании, мануальной терапии и гирудотерапии.

Наблюдение за состоянием здоровья при помощи комплекса «ЛОТОС» также чрезвычайно эффективно при проведении различных курсов по снижению избыточной массы тела.

Комплектация

В состав диагностической системы «ЛОТОС» входят:

- модуль регистрации ЭКГ с USB-интерфейсом «Динамика»,
- кардиографические электроды
- программное обеспечение, устанавливаемое на компьютер любой конфигурации.
- НПФ «Динамика» обеспечивает своих клиентов полным комплектом методических материалов и инструкций, и гарантирует постоянную консультационную поддержку.

Для осуществления поддержки пользователей комплекса ЛОТОС научно-производственная фирма «Динамика» создала специализированный Интернет-портал, предоставляющий возмож-


ность создания собственной базы данных о состоянии здоровья пользователя прибора, получения дополнительных консультаций и обеспечения доступа к новым продуктам НПФ «Динамика»

Возможность оперативного исследования состояния здоровья пациента позволяет эффективно подбирать нужные препараты, а пациенты получают возможность фактически наблюдать за процессом улучшения своего состояния. Это обстоятельство позитивно сказывается на морально-психологическом состоянии обследуемого, способствует повышению доверия к представителю фармкомпании, и значительно повышает степень удовлетворенности его действиями.

Электростимулятор 4-канальный МИОРИТМ 040

| Наименование | Назначение | Примечание |
|--------------|---|---|
| МИОРИТМ 040 | <p>Электростимулятор 4-канальный МИОРИТМ 040 портативный в чемодане используется для лечения органических и функциональных поражений нервно-мышечной системы, проведения лечебной терапии при заболеваниях и повышения работоспособности и человека-оператора в условиях профессиональной деятельности, связанной с вредными влияниями различных факторов — малоподвижностью, чрезмерной нагрузкой, для получения общего и специального тренировочного эффекта.</p> <p>Аппарат МИОРИТМ-040 применяется в больницах, поликлиниках, лечебно-профилактических учреждениях, а также в домашних условиях. Компактность, небольшие габариты, сетевое питание аппарата для электростимуляции позволяют пользоваться им в любых условиях.</p> <p>Электростимулятор представляет собой источник низкочастотного импульсного тока, модулированного по амплитуде и частоте. Применение частотной модуляции снижает явление адаптации.</p> <p>Благодаря выбору оптимальной формы импульса воздействия не нарушаются естественные физиологические процессы в организме.</p> <p>Повышенное число каналов дает возможность одновременно воздействовать на ряд сопряженных структур, что расширяет область применения и повышает эффективность лечения.</p> <p>Вспомогательный режим непрерывной генерации позволяет применять аппарат для обезболивания. Наличие светодиодной индикации в каждом канале облегчает эксплуатацию электростимулятора МИОРИТМ 040.</p> |  |

Электростимулятор ЭСП-1 Вектор-МС противоболевой

| Наименование | Назначение | Примечание |
|--|---|---|
| Электростимулятор ЭСП-1 Вектор-МС противоболевой | Электростимулятор ЭСП-1 Вектор используется для генерирования импульсов тока специальной формы при лечении органических и функциональных поражений нервной системы, проведении лечебной терапии при заболеваниях и травмах опорно-двигательного аппарата человека в условиях лечебных учреждений. |  |

Электростимулятор ЭСП-1 Вектор имеет два идентичных канала для обеспечения возможности одновременного лечения двух пациентов по индивидуальным программам, а также отдельные органы управления и индикации для каждого канала и автоматический контроль наличия тока в цепи: аппарат-пациент.

Электростимулятор ЭСП-1 Вектор обеспечивает ручной и автоматический режимы работы. В ручном режиме длительность процедуры стимуляции определяется оператором, как интервал времени между нажатием кнопок ПУСК и СТОП.

В автоматическом режиме длительность процедуры стимуляции определяется таймером. Время, задаваемое таймером в электростимуляторе ЭСП-1: 5 мин, 10 мин, 15 мин, 20 мин, 30 мин. Электростимулятор ЭСП-1 Вектор обеспечивает непрерывный и прерывистый режимы стимуляции.

В непрерывном режиме стимуляции аппарат обеспечивает:

- генерацию импульсов тока (импульсов стимуляции) с фиксированными частотами следования: 2 Гц, 12 Гц, 25 Гц, 50 Гц;
- режим сканирования частоты ИС в диапазоне 15Гц-75Гц;
- режим формирования ИС по случайному закону.

В прерывистом режиме стимуляции аппарат обеспечивает:


чередование генерации ИС и паузы. Время генерации ИС - 2 сек, пауза - 2 сек.

Технические характеристики электростимулятора ЭСП-1 Вектор

| | |
|--|---------------------------------------|
| Длительность импульсов стимуляции (ИС) по уровню 0.5 | |
| на частоте 2 Гц | (1,5±0,1) мс |
| на частотах 12 Гц, 25 Гц, 50 Гц | (0,5±0,1) мс |
| амплитуда импульсов стимуляции на нагрузке 4кОм | должна устанавливаться от 0 до 20мА |
| аппарат обеспечивает формирование деполяризующего импульса обратной полярности по отношению к импульсу стимуляции (ИС) | амплитудой 0,3 от амплитуды С |
| Органы индикации электростимулятора ЭСП-1 Вектор | |
| частоту импульсов стимуляции | амплитуду ИС (мА) |
| время стимуляции (мин) | режим работы (автоматический, ручной) |
| режим стимуляции (непрерывный, прерывистый) | |
| Конструктивно-технические характеристики | |

| | |
|---|---|
| ЖК панель с количеством знаков 2х16 | |
| Питание аппарата | от сети переменного тока частотой 50 Гц и напряжением (220 ±22) В |
| Непрерывная работа | в течение 8 часов |
| Габаритные размеры устройства | 210х320х120 мм |
| Масса аппарата | не более 3,5 кг |
| По электробезопасности аппарат относится к изделиям класса II типа ВF по ГОСТ Р 50267 | |

Аппарат Диадэнс-Космо

| Наименование | Назначение | Примечание |
|-----------------------|--|---|
| Аппарат Диадэнс-Космо | Диадэнс Космо - портативный косметологический аппарат, специально разработанный для эффективного омолаживающего воздействия на кожный покров лица. |  |

Аппарат Диадэнс Космо совмещает в себе два принципиально разных, но, тем не менее, вполне совместимых метода:

- первый метод - это использование динамической электростимуляции путем воздействия на рефлекторные и акупунктурные точки на кожной поверхности.
- второй метод - это использование увлажняющих, питательных и анти-возрастных масок, способствующих разглаживанию мимических и других морщин, устранению отвисаний кожи, восстановлению плотности и упругости кожи.


В комплект поставки аппарата Диадэнс Космо входят три вида питательных тканевых масок, которые можно применять как вместе с аппаратом, так и без него.

Маска первая — увлажняющая и очищающая. Она является универсальной и базовой для всех программ аппарата ДиадЭНС-Космо благодаря экстракту алоэ, входящему в ее состав. Подходит для все типов кожи.

Вторая маска — питательная с экстрактом океанической икры. Высокая питательность маски обеспечена экстрактом икры рыб в сочетании с морскими водорослями. «Морская аптека» стимулирует кровообращение в коже, улучшает метаболизм клеток и их очищение, нормализует гормональный фон кожи и деятельность сальных желез. Применяется как средство против старения кожи.

Маска третья — антивозрастная с экстрактом гнезда ласточки. Питательно-увлажняющий комплекс экстракта, ласточкиного гнезда и арбутина противостоит процессам старения кожи; борется с нежелательной пигментацией, выравнивая цвет лица; разглаживает имеющиеся и препятствует образованию новых морщин. Смягчает кожу и оказывает лифтинг-эффект.

Программно-аппаратный комплекс «ПРОГНОЗ-СИГВЕТ»

| Наименование | Назначение | Примечание |
|---|--|---|
| Программно-аппаратный комплекс «ПРОГНОЗ-СИГВЕТ» | Программно-аппаратный комплекс «ПРОГНОЗ-СИГВЕТ» позволяет определять свойства нервной системы (СНС) с использованием двигательных экспресс-методов, разработанных профессором Е.П.Илиным, и на этой основе прогнозировать выраженность природных психологических особенностей учащегося в сферах: интеллектуальная деятельность; индивидуальный стиль деятельности; устойчивость к неблагоприятным стресс-факторам и волевые особенности; психомоторика. |  |

ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГНОЗИРУЕМЫХ ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ**I. Особенности интеллектуальной деятельности**

1. Быстрота формирования зрительного образа.
2. Память произвольная (на знаковую информацию).
3. Память произвольная.
4. Концентрация внимания.
5. Переключаемость внимания.
6. Быстрота ассоциативных и мыслительных процессов.
7. Тип мышления (художественный, мыслительный)
8. Критичность (креативность) мышления.

II. Особенности индивидуального стиля учебной деятельности

9. Длительность настройки.
10. Темп начала деятельности.
11. Темпы обучаемости.
12. Доминирующий аспект деятельности (преобладает исполнительная или ориентировочная часть).
13. Приспособляемость к динамичным ситуациям.
14. Склонность к состязательности, к лидерству.

III. Устойчивость к неблагоприятным состояниям и волевые особенности

15. Эмоционально-психическая устойчивость.
16. Приспособляемость к неблагоприятным факторам внешней среды.
17. Быстрота принятия решений в значимых ситуациях (решительность).
18. Смелость в стрессовых ситуациях.
19. Усидчивость (устойчивость к статическим позам).
20. Терпеливость, упорство (работа на фоне утомления).
21. Устойчивость к состоянию монотонии.
22. Выносливость (работа до появления утомления).

IV. Особенности психомоторики

23. Двигательная память, техника движений.
24. Чувство равновесия, координация движений.
25. Скорость сложной (дифференцировочной) реакции.

26. Скорость напряжения мышц (спринтерские задатки).
27. Скорость расслабления мышц (стайерские задатки).
28. Скорость процессов восстановления после нагрузки.
29. Скорость простой двигательной реакции.

Двигательные экспресс-методы диагностики свойств нервной системы (СНС) человека, разработанные профессором Е.П.Ильиным и реализованные в аппаратно-программном комплексе «ПРОГНОЗ-СИГВЕТ», имеют ряд значительных преимуществ перед другими методами:


- 1) Относительно просты в использовании и не требуют большого времени на обследование (не более 10 минут на испытуемого).
- 2) На одном инструментарии определяются все требуемые характеристики, тогда как другие методы позволяют определять только какое-либо одно из свойств нервной системы.
- 3) Не требуют от обследуемых специальных знаний, умений, опыта, что предполагает широкий возрастной диапазон испытуемых (старше 6 лет).
- 4) Высокая надежность, повторяемость результатов обследования подтверждена многолетней практикой использования двигательных методик.

Перечисленные достоинства двигательных методов диагностики СНС делают их незаменимыми в практике работы психолога.


Аппаратно программный комплекс "Ра-Курс"

| Наименование | Назначение | Примечание |
|--|--|------------|
| Аппаратно программный комплекс "Ра-Курс" | Лежащие в основе метода "Ра-Курс" изобретения "Способ лечения алкоголизма и/или табакокурения" | |

"Домашний психоаналитик" - Аппаратно - программный комплекс (АПК)


| Наименование | Назначение | Примечание |
|--------------------------|--|---|
| "Домашний психоаналитик" | Предназначен для проведения индивидуальных психологических сеансов с людьми, которые самостоятельно решили изменить свою жизнь, устранить проблемы психического плана (комплексы, неврозы и заболевания, идущие от расстройства разума). |  |

Аппаратно-программный комплекс «БИОТЕСТ»


| Наименование | Назначение | Примечание |
|--|--|---|
| Аппаратно-программный комплекс «БИОТЕСТ» | С помощью АПК БИОТЕСТ любой человек может вполне профессионально и качественно провести диагностику всей своей семьи в домашних условиях. А также с помощью этого комплекса может проверить как продукты, биодобавки или лекарства влияют на организм, какие изменения они вызовут у человека. Можно определить, как один человек влияет на другого человека, который находится в непосредственной близости. Для проведения теста надо просто надеть датчик-прищепку на палец. |  |

Устройство БИОТЕСТ подключается к персональному компьютеру через USB порт. На ПК устанавливается программа BioTest, где сразу после измерения автоматически формируется заключение.

Ультразвуковой сканер MyLab 50

| Наименование | Назначение | Примечание |
|--------------------------------|---|---|
| Ультразвуковой сканер MyLab 50 | Ультразвуковой сканер MyLab 50 оборудован специально разработанным жидкокристаллическим монитором, идеально подходящим для видео характеристик системы, способным давать несравненное качество изображения, объединенным с особыми технологиями, внедренными в программное обеспечение. |  |

Дистанционно управляемая система для рентгенографии и флюороскопии DIXION CLISIS

| Наименование | Назначение | Примечание |
|--|---|--|
| Дистанционно управляемая система для рентгенографии и флюороскопии DIXION CLISIS | Модульная конструкция системы серии CLISIS максимально адаптирована для выполнения наиболее требовательных рентгенологических исследований. Возможности оснащения: функция изменяемого фокусного расстояния, устройство линейной томографии, устройство автоматической компрессии, съемная антидисперсионная решетка. |  |

С момента открытия рентгеновского излучения для рентгенографии применялся флуоресцентный экран², представлявший из себя в большинстве случаев лист картона с нанесенным на него специальным флуоресцирующим веществом. В современных условиях применение флуоресцентного экрана не обосновано в связи с его малой светимостью, что вынуждает проводить исследования в хорошо затемненном помещении и после длительной адаптации исследователя к темноте (10-15 минут) для различения малоинтенсивного изображения. Вместо классической рентгенографии применяется рентгентелевизионное просвечивание, при котором рентгеновские лучи попадают на УРИ (усилитель рентгеновского излучения), в состав последнего входит ЭОП³ (электронно-оптический преобразователь). Получаемое изображение выводится на экран монитора. Вывод изображения на экран монитора не требует световой адаптации исследователя, а так же затемненного помещения. В дополнение, возможна дополнительная обработка изображения и его регистрация на видеопленке или памяти аппарата.

² Экран создающий слабое свечение под действием гамма излучения, позволяет создать изображение облучаемого объекта

³ Электронно-оптический преобразователь (ЭОП) — это вакуумный фотоэлектронный прибор для преобразования невидимого глазом изображения объекта (в инфракрасном, ультрафиолетовом или рентгеновском спектре) в видимое либо для усиления яркости видимого изображения. В ЭОП оптическое или рентгеновское изображение преобразуется с помощью фотокатода в электронное, а электронное — в видимое, получаемое на катодоллюминесцентном экране.

Флюорография (синонимы: радиофотография, рентгенофотография, рентгенофлюорография) — рентгенологическое исследование, заключающееся в фотографировании видимого изображения на флуоресцентном экране, которое образуется в результате прохождения рентгеновских лучей через тело (человека) и неравномерного поглощения органами и тканями организма.

Рентгенография (англ. *projection radiography, plain film radiography, roentgenography*,) — исследование внутренней структуры объектов, которые проецируются при помощи рентгеновских лучей на специальную пленку или бумагу. Наиболее часто термин относится к медицинскому неинвазивному исследованию, основанному на получении суммарного проекционного изображения анатомических структур организма посредством прохождения через них рентгеновских лучей и регистрации степени ослабления рентгеновского излучения.

Также рентгенотелевизионное просвечивание позволяет существенно снизить дозу облучения исследователя за счет вынесения рабочего места за пределы комнаты с рентгеновским аппаратом.

Принцип формирования изображения аналогичен прибору ночного видения (ПНВ). Наблюдательный ПНВ состоит из следующих основных частей: объектива, приемника излучения, усилителя, устройства отображения изображения. Во многих современных ПНВ роль приемника излучения, усилителя средства отображения усиленного изображения выполняет электронно-оптический преобразователь (ЭОП). Оператор рассматривает изображение на экране ЭОП через окуляр. В качестве приемника может использоваться ПЗС-матрица⁴. В этом случае оператор наблюдает изображение на экране монитора.

ПЗС-матрица состоит из поликремния, отделенного от кремниевой подложки, у которой при подаче напряжения через поликремневые затворы изменяются электрические потенциалы вблизи электродов. Пример субпикселя ПЗС-матрицы с карманом n-типа на рис. ниже. Архитектура пикселей у производителей разная.

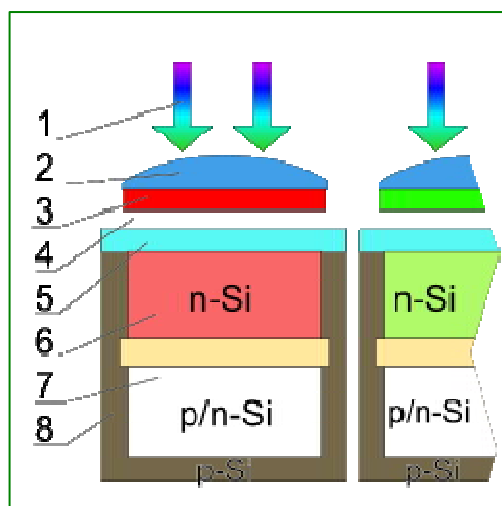


Рисунок 3.1 Схема субпикселей ПЗС-матрицы с карманом n-типа (на примере красного фотодетектора)

Обозначения на схеме субпикселя ПЗС:

1 — фотоны света, прошедшие через объектив аппарата;

⁴ ПЗС- матрица (сокр. от «прибор с зарядовой связью») или CCD- матрица (сокр. от англ. CCD, «Charge-Coupled Device») — специализированная аналоговая интегральная микросхема, состоящая из светочувствительных фотодиодов, выполненная на основе кремния.


- 2 — микролинза субпикселя;
- 3 — R — красный светофильтр субпикселя, фрагмент фильтра Байера;
- 4 — прозрачный электрод из поликристаллического кремния или сплава индия и оксида олова;
- 5 — оксид кремния;
- 6 — кремниевый канал n-типа: зона генерации носителей — зона внутреннего фотоэффекта;
- 7 — зона потенциальной ямы (карман n-типа), где собираются электроны из зоны генерации носителей заряда;
- 8 — кремниевая подложка p-типа.

До экспонирования обычно подачей определенной комбинации напряжений на электроды происходит сброс всех ранее образовавшихся зарядов и приведение всех элементов в идентичное состояние.

Далее комбинация напряжений на электродах создает потенциальную яму, в которой могут накапливаться электроны, образовавшиеся в данном пикселе матрицы в результате воздействия света при экспонировании. Чем интенсивнее световой поток во время экспозиции, тем больше накапливается электронов в потенциальной яме, соответственно тем выше итоговый заряд данного пикселя.

После экспонирования последовательные изменения напряжения на электродах формируют в каждом пикселе и рядом с ним распределение потенциалов, которое приводит к перетеканию заряда в заданном направлении, к выходным элементам матрицы.

Портативное оборудование очистки воды Модель: HPRO-101

| Наименование | Назначение | Примечание |
|--|--|---|
| Портативное оборудование очистки воды Модель: HPRO-101 | Оборудование производит безопасную питьевую воду приблизительно на 30 человек в день (один аппарат). |  |

Технические параметры

- TDS метр⁵
- оборудован адаптером переменного тока, доступным для работы этой системы в любой области, возможно применение переменного тока 100-220 В, вместо использования батареи
- Доступна непрерывная подзарядка при перемещении, при подключении в прикуриватель автомобильный разъем (12V).

| Источник воды (сырая вода) | Мощность очистки | Мембрана обратного осмоса | Рабочее давление | Размеры (мм) / Вес |
|----------------------------|------------------|---------------------------|------------------|---------------------|
| Речная или озерная вода | 20 литров/час | 150 GPD | 2 ~ 3 кг/ м | 560*350*230/ 15 кг. |

⁵ TDS метр (total dissolved solids) – это прибор для измерения общего количества, растворенных в воде соединений, на один миллион частиц воды. Принцип действия TDS метра заключается в прямой зависимости электропроводности раствора от количества и состава, растворенных в нём соединений

Этот тип оборудования приводится в действие от перезаряжающегося аккумулятора. Для удобства этот тип изготовлен как портативное мобильное оборудование. Имеется возможность подключать к бортовой сети автомобиля 12 в. Количество мембранных элементов 3 шт.. Страна производитель - Корея.

Мембранные установки обратного осмоса

Наиболее распространены процессы разделения, в которых в качестве движущей силы применяют разность давлений: обратный осмос, нанофильтрация, ультрафильтрация. Мембранное разделение это процесс продавливания воды через полупроницаемую мембрану под давлением. Мембраны отличаются друг от друга конструкционными материалами, размером пор, при этом, чем меньше размер пор, тем выше степень очистки и тем большее давление надо приложить.

Обратный осмос это процесс фильтрации водных растворов под давлением, превышающее осмотическое, через полупроницаемую мембрану. Процесс обратного осмоса, как правило, протекает под давлением 2,8-5 МПа.

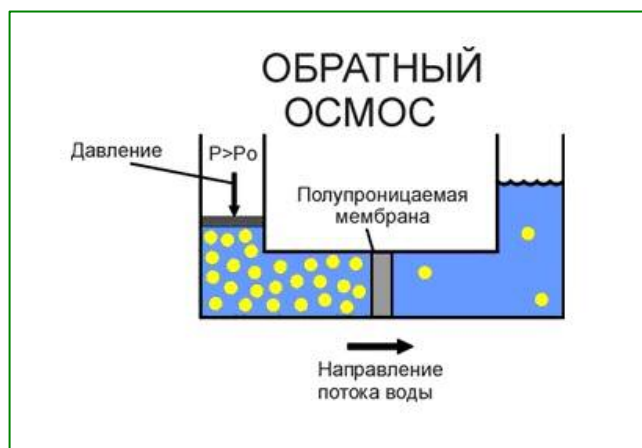


Рисунок 3.2 Процесс обратного осмоса

Промышленные установки обратного осмоса "ООС" от 0,25 до 100 м³/ч



- Водоподготовка на пищевом производстве (спиртовое, пивоварение, молочное, производство соков)
- Розлив бутилированной воды
- Производство косметических средств и другие отрасли производства
- Фармацевтические и биотехнологические производства
- Водоподготовка для теплоэнергетики (ХВО): для котельного оборудования, парогенераторов и паровых котлов
- Подготовка воды в химической промышленности: минеральные удобрения, производство реактивов, красок, тосолов, электролитов и дистиллированной воды

- Для хозяйственно-бытовых целей: в гостиницах, кафе, барах, ресторанах, столовых, офисных и жилых зданиях, коттеджах, санаториях для получения качественной питьевой воды.

ЧАСТЬ 4

Диагностические исследования

Диагноз — краткое заключение о сущности заболевания и состоянии пациента. Диагностика — раздел медицинской науки, изучающий методы исследования пациента для распознавания заболевания; состоит из трех разделов:

врачебной диагностической техники, изучающей методы исследования пациента; семиотики⁶ и методики диагноза, изучающей особенности мышления для правильного распознавания заболевания.

Общий план диагностического исследования. После ознакомления с жалобами пациента и анамнезом переходят к изучению состояния пациента основными методами клинического исследования (см. ниже). Исследуют морфологическое и функциональное состояние различных органов, обращая особое внимание на индивидуальные особенности пациента (телосложение, высшая нервная деятельность, общая реактивность организма).

Далее, исходя из обнаруженных симптомов и предполагаемого диагноза, врач назначает более подробные дополнительные исследования (лабораторные, рентгенологические и т. д.) для уточнения причины болезни, места и характера поражения. Даже в тех случаях, когда диагноз основной болезни устанавливается уже при первом взгляде (например, тиреотоксический зоб, некоторые формы врожденного порока сердца), методическое изучение пациента необходимо для понимания состояния организма в целом и выбора правильного лечения. Исследование должно завершиться диагнозом. Выбор терапевтических мероприятий обычно вытекает из диагноза. Диагноз, поставленный больному, может меняться в процессе развития болезни (ее прогрессирование, осложнения, улучшение и т. д.). Диагностическое заключение, охватывающее все время наблюдения и лечения, представляется в виде эпикриза - записей в «Личная карточка пациента - история болезни».

Клинические диагностические методы исследования разделяют на основные и дополнительные. Основные — расспрос, осмотр, ощупывание, выстукивание, выслушивание, измерения (Аускультация⁷, обследование пациента (визуально), Пальпация⁸, Перкуссия⁹) — обязательно применяются врачом у каждого пациента.

Дополнительные методы (лабораторные, инструментальные и др.) нередко производятся не лечащим врачом, а другими специалистами. Они не менее важны для диагностики, чем основные методы.

Методика диагностического исследования.

Необходимые условия успеха диагностики:

- 1) врач (или фельдшер) должен в совершенстве владеть техникой клинического исследования;

⁶ Семиотика — учение о признаках болезни (симптомах), их сочетаниях (синдромах) и механизмах их возникновения.

⁷ Аускультация — метод клинического обследования больного, заключающийся в выслушивании звуковых явлений, самопроизвольно возникающих в полости организма

⁸ Пальпация (ощупывание) — основной клинический метод исследования, дающий представление о свойствах исследуемых органов и тканей

⁹ Перкуссия — метод исследования, заключающийся в постукивании по поверхности тела с оценкой возникающих при этом звуков.

2) отчетливо знать симптомы;
3) уметь сравнивать соответствующие показатели нормы и патологии (например, тоны сердца у пациента и у здорового). Далее врач (или фельдшер) должен раньше всего подумать о наиболее частых заболеваниях, учесть наличие эпидемии (например, гриппа и др.), характер местности, время года, а также возраст пациента. Наблюдение должно быть точным, полным и плановым.

Очень существенно правило двойного или тройного обеспечения точности определения наблюдаемых симптомов: каждый симптом, признак или измерение проверяются повторно, различными методами. Только совпадение результатов обеспечивает достоверность симптома, а конкретизация его дает доброкачественный материал для диагностики.

Различают несколько периодов диагностического исследования:

- 1) изучение Жизни пациента (Анамнез);
- 2) исследование у каждого пациента всех органов и систем в определенном порядке;
- 3) детальное исследование органов, со стороны которых выявлены нарушения;
- 4) изучение индивидуальных реакций пациента, сопровождающих данное заболевание;
- 5) изучение истории данного заболевания в его связи с жизнью пациента, т. е. установление социально-биологического диагноза пациента.

При тяжелых заболеваниях (например, шок, «острый живот» и др.) и ограниченных возможностях правилом является исследование прежде всего жизненно важных органов, чтобы выявить степень угрозы для жизни. Тогда распознавание останавливается на предварительном диагнозе и врач (или исполняющий его функции фельдшер) сразу переходит к терапевтическим действиям, если есть срочные показания.

Организация диагностических исследований. Врач (или исполняющий его функции фельдшер), полностью отвечающий за диагноз, должен лично расспросить и исследовать пациента и организовать проведение дополнительных клинических исследований. Кроме того, нередко производятся консультации врачей различных специальностей, а иногда решение сложных вопросов диагностики выносится на консилиум.

При оформлении диагноза требуется: 1) выделение основного заболевания; при этом нужно указать нозологическую единицу¹⁰, степень компенсации или стадию болезни, характер патологического процесса и его течение, характер и степень функциональных нарушений, патогенез¹¹ и этиологию болезни¹²; 2) осложнения; 3) сопутствующие заболевания. Диагноз повторяют в эпикризе¹³, указав течение болезни, примененное лечение и его результаты, предписания для будущего.

Предварительный диагноз ставят в тех случаях, если достоверность основного патологического процесса еще сомнительна для врача (чаще из-за недостатка данных). Особенно важен ранний диагноз, позволяющий начать своевременное лечение. Одним из путей решения проблемы раннего диагноза является диспансерное обследование практически здоровых людей.

Типичные предварительные исследования организма

1. Общий анализ крови.

¹⁰ Нозология (греч. nosos болезнь + logos учение) — учение о биологических и медицинских основах болезней, включающее вопросы их этиологии, патогенеза, номенклатуры и классификации. Базисным понятием нозологии является нозологическая единица (нозологическая форма) — определенная болезнь, которую выделяют в качестве самостоятельной на основе установленных причин, механизмов развития и характерных клинико-анатомических проявлений, отражающих преимущественное поражение тех или иных органов и систем организма.

¹¹ Патогенез — совокупность последовательных процессов, определяющих механизмы возникновения и течения болезни

¹² Этиология — причины возникновения болезней.

¹³ История болезни — медицинский документ, составляемый на пациента

2. Общий анализ мочи.
3. Анализ кала на яйца глистов.
4. Исследованием крови на ВИЧ и реакцию Вассермана.
5. Измерение артериального давления и оценка пульса.
6. Рентгенография органов грудной клетки.
7. Запись электрокардиограммы.
8. Измерение температуры тела.

Конкретный набор программы диагностического поиска (исключая перечень обязательных исследований) зависит от наблюдаемых симптомов и результатов осмотра, на основе которых формируется рабочая гипотеза (или дифференциально-диагностический круг заболеваний). Все полученные результаты также следует интерпретировать с учетом клинической картины и общего состояния пациента.

Лабораторные исследования и тесты

В современной клинике проводятся несколько типовых анализов, которые можно разделить на группы, представленные в таблице

Таблица 4.1 Образцы, используемые для лабораторных исследований

| Тип анализа | Тип образца |
|---------------------------|---|
| Биохимический анализ | Обычно используются кровь и моча. Реже: фекалии; спинномозговая жидкость (СМЖ) — жидкость, которая окружает головной и спинной мозг; плевральная жидкость — жидкость, которая накапливается в плевральной полости при патологии; асцитическая жидкость — жидкость, которая накапливается в перитонеальной полости при патологии |
| Гематологический анализ | Кровь, реже костный мозг |
| Микробиологический анализ | Моча, кровь, фекалии, мокрота Различные выделения — из носа, горла, глаза, уха, влагалища, ран и т. п. Реже: СМЖ; плевральная жидкость; кожные соскобы; ногти; рвотные массы |
| Гистологический анализ | Только образцы тканей |
| Цитологический анализ | Клетки из соскобов с поверхности тканей (например, с шейки какого-либо органа) или из аспиратов патологических жидкостей (например, из кисты) Иногда моча или мокрота |
| Иммунологический анализ | Обычно кровь |

ЛАБОРАТОРИЯ КЛИНИЧЕСКОЙ ХИМИИ (БИОХИМИЧЕСКАЯ)

Клиническая химия (патохимия, клиническая биохимия) связана с диагностикой заболевания и мониторингом состояния больного при помощи определения некоторых химических веществ в крови и моче. Иногда бывает нужен химический анализ других жидкостей организма (например, спинномозговой, плевральной) или фекалий. Кровь — это жидкость организма сложного химического состава, содержащая множество неорганических ионов, белков, гормонов, ферментов, углеводов и липидов, а также два растворенных в ней газа — кислород и диоксид углерода

да. У здорового человека концентрации всех компонентов крови находятся в определенных пределах, которые отражают нормальное функционирование организма в целом и каждой его клетки в частности.

При заболеваниях нередко происходит нарушение баланса одного или нескольких химических компонентов крови, что и является главным принципом химического тестирования крови в процессе диагностики. Круг патологических состояний, при которых биохимическое исследование крови и мочи играет важную роль, очень широк и включает заболевания почек, печени, сердца, легких, эндокринной системы и других систем. Некоторые опухолевые клетки высвобождают в кровь специфические субстанции. Измерением в крови этих так называемых «опухолевых маркеров» ограничивается роль биохимических лабораторий в диагностике и мониторинге онкологических заболеваний. Лабораторными методами могут быть так же обнаружены алиментарные дефициты.

В дополнение к диагностической роли клиническая химия выполняет важную роль в мониторинге эффективности лечения. Может быть полезным и периодическое определение уровня некоторых лекарственных средств в крови больного, чтобы обеспечить максимальный эффект от лечения, минимизируя его токсические побочные эффекты.

Большинство анализов крови и мочи выполняется при помощи современных автоматизированных систем. Типичный биохимический анализатор может тестировать 200–400 проб в час, выполняя до 20 и более тестов на каждой пробе. Результаты большинства анализов больной получает в течение 24 ч. Все лаборатории должны выполнять определенный перечень тестов круглые сутки; результаты тестов неотложной диагностики должны быть готовы в течение 1 ч. Скорость проведения лабораторной диагностики должна соответствовать скорости развития патологического процесса и возможности фармакологической и иной коррекции.

В России вводится специальный нормативный документ Минздрава, регламентирующий сроки предоставления лабораторной информации — «Правила разработки требований к современности предоставления лабораторной информации». Пациентам отделений и палат интенсивной терапии часто бывает необходимо мониторить определенные показатели крови. В этих условиях ограниченный перечень анализов может делать медицинская сестра соответствующего отделения, использующая необходимое для анализа оборудование, установленное прямо в отделении.

ГЕМАТОЛОГИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ

Гематологический анализ используется для диагностики и мониторинга болезней, при которых изменяются количество, размер или структура клеток крови. К ним относятся красные кровяные клетки (эритроциты), белые кровяные клетки (лейкоциты) и тромбоциты. Современный гематологический анализатор позволяет выполнить 100 FBC-анализов в час¹⁴. Использование анализатора существенно уменьшает количество образцов, которые необходимо проанализировать под микроскопом, но микроскоп все равно остается основным инструментом гематолога для анализа проб костного мозга, а иногда и крови.

Помимо исследования клеток крови, гематолог также оценивает концентрацию некоторых белков, участвующих в процессе свертывания крови (комментарий редактора: В России выделяют субдисциплину: коагулология, а исследования системы гемостаза выполняются как в рамках обычных клинико-диагностических лабораторий, так и в различных специализированных лабораториях, чаще биохимических.)

Наиболее важные из заболеваний, диагностируемых гематологическими методами, — это злокачественные заболевания крови (лейкемия, болезнь Ходжкина, миелома), анемии и такие расстройства системы гемостаза, приводящие к развитию кровотечений или тромбозов. Повсеместно гематологические тесты (в частности, FBC) используются для оценки реакции организма на мно-

¹⁴ Полный подсчет клеток крови (В России такое исследование принято называть «клиническим анализом крови») (FBC — full blood count, — наиболее часто назначаемый лабораторный анализ, улавливающий различные нарушения, которые касаются количества и вида этих клеток. По сути дела это не один тест, а целый комплекс тестов, исполняемых на аппаратуре обладающей специальным программным продуктом анализа данных.

гие заболевания (не самой системы крови), определяя тяжесть течения и эффективность их лечения. Например, инфекционные болезни часто сопровождаются увеличением числа лейкоцитов. Анемия — частый спутник многих воспалительных заболеваний (ревматоидный артрит) и результат алиментарной недостаточности.

Многие пациенты из группы риска по сердечно-сосудистым заболеваниям принимают препараты, которые замедляют свертывание крови. Антикоагулянтная терапия должна обязательно сопровождаться мониторингом состояния крови, чтобы предотвратить такой ее опасный побочный эффект, как кровотечение.

Результаты большинства гематологических тестов бывают готовы в течение 12-24 ч, однако при необходимости некоторые из них можно выполнить в течение 1 ч в любое время дня и ночи.

ЛАБОРАТОРИЯ КЛИНИЧЕСКОЙ МИКРОБИОЛОГИИ

Методы клинической микробиологии используются для диагностики инфекционных заболеваний, вызываемых бактериями (в первую очередь), вирусами, грибами и паразитическими червями. Основная работа заключается в изоляции и идентификации бактерий из разных биологических субстратов, включая мочу, мокроту, фекалии, кровь и мазки из различных инфицированных участков организма. Бактерии иногда можно идентифицировать под микроскопом, но более точный анализ получают только после выращивания культуры (на специальных обогащенных средах). Одна из проблем микробиологического анализа — это то, что многие виды бактерий являются симбионтами человеческого организма. Микробиолог должен дифференцировать патогенные бактерии (вызывающие болезнь) от симбиотических и от тех, которые контаминируют образец во время его обработки.

Некоторые жидкости организма в норме стерильны. Это кровь, спинномозговая и внутрисуставная жидкости, а также пунктат из плевральной полости. Поэтому бактерии, выделенные из этого материала, всегда являются патогенными. После идентификации патогенного вида или штамма необходимо установить его чувствительность к антибиотикам. Эта информация поможет назначить наиболее эффективную терапию для эрадикации патогена.

Возможности микробиологического анализа крови ограничены, но он бывает совершенно необходим и незаменим в тех случаях, когда трудно изолировать культуру микроорганизма. При любой инфекции иммунная система продуцирует антитела против специфических антигенов, находящихся на поверхности инфекционного агента. Увеличивающееся количество специфических антител является показателем инфицирования больного. Обнаружение специфических поверхностных антигенов также свидетельствует о присутствии определенного возбудителя. Тестирование крови на вирусные антигены является важнейшим методом диагностики вирусных инфекций, например гепатита и СПИДа.

Для выполнения микробиологических исследований требуется от нескольких дней до нескольких недель — срок, необходимый для роста бактериальных культур. Предварительное микроскопическое исследование можно выполнить незамедлительно после получения образца.

Микробиологические лаборатории работают круглосуточно на тот случай, если требуется срочно получить культуру или сделать микроскопический анализ. Примерами таких ситуаций могут служить угрожающие жизни инфекции крови, например сепсис, или нервной системы, например менингит.

Кроме диагностической роли, больничные микробиологические лаборатории выполняют важную функцию *инфекционного контроля и предотвращения нозокомиальных инфекций, т. е. инфекционных заболеваний, поражающих больных в госпитальных условиях все более актуальная проблема.*

ЛАБОРАТОРИЯ ПЕРЕЛИВАНИЯ КРОВИ

Переливание крови подразумевает введение больному консервированной крови или гемоконпонентов. Диагностические функции этой лаборатории по сравнению с другими клиническими подразделениями ограничены. Во многом она выполняет те же задачи, что и фармация, так как ее основная цель — доставить больному фармакотерапевтический продукт. За исключением случаев

больших кровопотерь, когда пациент теряет более половины крови, трансфузии цельной крови применяются редко. Чаще всего возникает необходимость в эритроцитах для коррекции анемий и восполнения потерь крови во время операций или в результате травм. Гораздо реже требуются лейкоциты, тромбоциты и плазменные белки.

Национальный банк крови (NBS) (комментарий редактора: В России — «Служба крови») отвечает за сбор, хранение донорской крови и ее доставку в больничные лаборатории переливания крови. В лаборатории же каждая порция донорской крови должна быть протестирована на совместимость с кровью реципиента перед переливанием. Трансфузия непротестированной на совместимость крови чревата серьезными осложнениями, вплоть до фатального исхода. Преимущества переливания предварительно протестированной крови очевидны, так как в этом случае трансфузию можно выполнить в течение часа после проверки группы крови больного в лаборатории, которая делает такие анализы круглосуточно.

Переливание крови может играть и важную диагностическую роль для идентификации некоторых форм гемолитических анемий, при которых организм вырабатывает антитела против собственных эритроцитов. Наиболее показательным случаем данной патологии является гемолитическая болезнь новорожденных — потенциально смертельное состояние, при котором эритроциты развивающегося плода повреждаются антителами, выработанными в материнском организме. Все беременные женщины тестируются на наличие таких антител.

ПАТОЛОГОАНАТОМИЧЕСКАЯ (ГИСТОЛОГИЧЕСКАЯ) ЛАБОРАТОРИЯ

Гистопатология (морбидная анатомия, клеточная патология) — наиболее старая из всех пяти дисциплин. Ее используют для диагностики заболеваний при помощи микроскопического исследования образцов тканей (биоптатов) больного. Принцип такого подхода заключается в том, что при патологических процессах в организме (малигнизация, воспаление, инфекции и т. д.) происходят специфические изменения в тканях и клетках, выявляемые микроскопически. Существует множество способов получения образцов тканей от больного.

Так, кусочки тканей желудочно-кишечного тракта, легких, мочевыводящей системы обычно получают во время эндоскопического исследования. Эндоскоп — это специальный оптиковолоконный инструмент, используемый для непосредственной визуализации внутренних органов. Он имеет маленькие щипцы, с помощью которых можно отщипнуть небольшой кусочек ткани прямо во время проведения исследования. Образец ткани можно получить и во время операции — с помощью эксцизионной или инцизионной биопсии. Инцизионная биопсия подразумевает получение небольшого кусочка из пораженной ткани. При эксцизионной биопсии пораженный участок извлекается целиком.

Перед отсылкой материала в лабораторию он должен быть зафиксирован при помощи химического фиксатора (чаще всего формалина) для сохранения структуры. На эту процедуру уходит от нескольких часов до целого дня — в зависимости от размеров образца. В лаборатории образцы заливают в парафин для того, чтобы обеспечить определенную жесткость материала, и затем делают очень тонкие срезы (толщиной 3-5 мкм).

Полученные срезы фиксируют на предметных стеклах и окрашивают при помощи специальных красителей для исследования под микроскопом. Вся процедура от получения биологического материала до его микроскопического исследования может длиться от одного до трех-четырёх дней, что зависит от величины образца ткани. В тех случаях, когда диагноз нужно поставить как можно быстрее, для немедленного фиксирования образцов используют быстрое замораживание. Это позволяет практически сразу же после получения биологического материала сделать гистологические срезы. Срезы окрашивают и анализируют под микроскопом. Такая техника (анализ занимает от получаса до часа) используется для диагностики рака молочной железы во время операции, когда пациентка еще находится на операционном столе под наркозом. Если диагноз рака подтверждается лабораторно, хирург выполняет тотальное иссечение опухоли.

Микроскопическое исследование образцов пораженной ткани — наиболее широко используемый метод диагностики злокачественных опухолей и способ установления стадии заболевания. Его также применяют для дифференциальной диагностики незлокачественных заболеваний пече-

ни, почек, легких и органов желудочно-кишечного тракта. Он играет определенную роль в постановке диагноза поражений соединительной ткани и кожи. Недавно гистологический анализ стали использовать для определения отторжения ткани после трансплантации органов. ...Понятно, что все гистопатологические исследования инвазивны, и часто требуется хирургическое вмешательство для получения необходимого биологического материала. Как по финансовым затратам, так и в отношении безопасности больного гистологический анализ, в отличие от других диагностических методов, назначается обычно только при подозрении на серьезное заболевание. ...Посмертное гистопатологическое исследование проводится в гистологической лаборатории для установления точной причины смерти человека.

Цитопатология

Это раздел гистопатологии. Цитологическое исследование подразумевает в первую очередь анализ отдельных клеток, а не образца ткани в целом. Эти методики менее инвазивны, чем гистологическое исследование. Как правило, клетки соскабливают с поверхности таких анатомических образований, как шейка матки, легкие, слизистая двенадцатиперстной кишки или желудка. Клетки на исследование также можно забрать, используя аспирацию при помощи тонкой иглы или шприца, например из перитонеальной и плевральной полостей, из солидных опухолей (в частности, опухоли молочной железы).

Клетки распределяются по предметному стеклу, фиксируются, окрашиваются и затем анализируются под микроскопом. Цитологические исследования используются практически только для диагностики злокачественных опухолей и предзлокачественных состояний. Анализ цервикальных мазков как скрининговое исследование женщин на наличие рака шейки матки занимает ведущее место в структуре цитопатологических анализов.

ИММУНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ

Иммунологический анализ крови необходим для диагностики различных заболеваний и патологических состояний, в основе которых лежат иммунологические механизмы, прежде всего, аутоиммунных заболеваний, при которых иммунная система организма человека формирует иммунный ответ против самого себя. Основное следствие такого сбоя — выработка антител против нормальных клеток. Такие антитела называются аутоантителами.

Определение в крови органоспецифических аутоантител играет решающую роль в диагностике многих заболеваний с аутоиммунным компонентом, включая некоторые расстройства со стороны щитовидной железы, пернициозную анемию, ряд заболеваний почек и печени. Реже анализ построен на определении комплексов, сформированных аутоантителами и комплементарными им антигенами. Примером может служить диагностика системной красной волчанки (СКВ), поражающей многие органы, при помощи микроскопического исследования биоптатов кожи на предмет присутствия в них таких комплексов. Кроме того, иммунологические исследования используются при терапии иммуномодулирующими препаратами.

ЧАСТЬ 5

ЛАБОРАТОРНЫЕ ТЕСТЫ

Анализ мокроты

За сутки у здорового некурящего человека в бронхах образуется 100-150 мл слизи. Эта слизь перемещается клетками мерцательного эпителия вверх (в трахею и гортань), откуда она попадает в глотку и проглатывается. Перемещению слизи из гортани в глотку способствует легкое, почти незаметное покашливание.

Мокрота (sputum) — это патологическое отделяемое из дыхательных путей. В состав мокроты могут входить слизь, серозная жидкость, клетки крови и дыхательных путей, редко гельминты и их яйца.

Анализ мокроты помогает установить характер патологического процесса в органах дыхания, а в ряде случаев определить его этиологию.

Сбор мокроты

Сбор мокроты желательно осуществлять утром (так как она накапливается ночью) и до еды. Анализ мокроты будет достоверней, если пациент предварительно почистил зубы щеткой и прополоскал рот кипяченой водой, что позволяет уменьшить бактериальную обсемененность полости рта.

Анализ мокроты следует проводить подготовленному и обученному пациенту:

- мокрота лучше отходит и ее образуется больше, если накануне исследования пациент употреблял больше жидкости;
- сбор мокроты проходит эффективней, если пациент предварительно выполняет три глубоких вдоха с последующим энергичным откашливанием. Необходимо подчеркнуть, что важно получить именно мокроту, а не слюну.

Сбор мокроты выполняют в стерильный разовый герметичный флакон (контейнер) из ударостойкого материала с навинчивающимся колпачком или плотно закрывающейся крышкой. Флакон должен иметь емкость 20-50 мл и широкое отверстие (не менее 35 мм в диаметре), чтобы пациент мог легко сплевывать мокроту внутрь флакона. Для возможности оценки количества и качества собранной пробы флакон должен быть изготовлен из прозрачного материала.

Если сбор мокроты проходит в присутствии медицинского работника, то последнему необходимо одеть перчатки (взятие материала и его отправку следует осуществлять в перчатках). Учитывая, что при энергичном кашле мокрота в виде капель может разбрызгиваться, с профилактической целью следует одеть маску, а при необходимости закрыть глаза очками или сразу все лицо защитным щитком. Лучше вообще находиться за спиной пациента, выбирая свое положение таким образом, чтобы направление движения воздуха было от медработника к пациенту.

Для провокации кашля, а также если мокрота отделяется плохо пациенту проводят в течение 10-15 минут ингаляцию 30-60 мл подогретого до 42-45 градусов Цельсия раствора (в 1 л стерильной дистиллированной воды растворяют 150 г хлорида натрия и 10 г бикарбоната натрия). Вдыхаемый во время ингаляции солевой раствор вначале вызывает усиленное образование слюны, потом появляется кашель и отделяется мокрота. Поэтому прежде, чем осуществлять сбор мокроты, пациент должен сплюнуть слюну в специально приготовленную плевательницу с дезраствором. У большинства пациентов после подобной ингаляции еще в течение нескольких часов наблюдается остаточная гиперсекреция бронхиального содержимого.

Для исследования достаточно 3-5 мл мокроты, но анализ можно проводить и при меньших объемах. Анализ мокроты необходимо проводить не позднее, чем через 2 часа после сбора.

Если собранная мокрота подлежит транспортировке в другое учреждение, то до момента отправки в лабораторию герметично закрытые флаконы с материалом хранятся в холодильнике не более 2-3 суток. При более длительном хранении необходимо применить консервирующие средства. Во время транспортировки мокрота должна быть защищена от воздействия прямых солнечных лучей и тепла.

Микроскопия мокроты

Микроскопический анализ мокроты проводят как в нативных, так и в окрашенных препаратах. Препарат вначале просматривают при малом увеличении для первоначальной ориентировки и поиска крупных элементов (спирали Куршмана), а затем при большом увеличении для дифференцирования форменных элементов.

Спираль Куршмана

Спираль Куршмана (H. Curschmann, 1846-1910, немецкий врач) представляют собой беловато-прозрачные штопорообразно извитые трубчатые образования, сформировавшиеся из муцина в бронхиолах. Тяжи слизи состоят из центральной плотной осевой нити и спиралеобразно окуты-

вающей ее мантии, в которую бывают вкраплены лейкоциты (чаще эозинофилы) и кристаллы Шарко-Лейдена. Анализ мокроты, в котором обнаружены спирали Куршмана, характерен для спазма бронхов (чаще всего при бронхиальной астме, реже при пневмонии и раке легкого).

Кристаллы Шарко-Лейдена

Кристаллы Шарко-Лейдена (J.M.Charcot, 1825-1893, французский невропатолог; E.V.Leyden, 1832-1910, немецкий невропатолог) выглядят как гладкие бесцветные кристаллы в форме октаэдров. Кристаллы Шарко-Лейдена состоят из белка, освобождающего при распаде эозинофилов, поэтому они встречаются в мокроте, содержащей много эозинофилов (аллергические процессы, бронхиальная астма).

Форменные элементы крови

Небольшое количество лейкоцитов можно обнаружить в любой мокроте, при воспалительных (и особенно нагноительных) процессах их количество возрастает.

Нейтрофилы в мокроте. Обнаружение более 25 нейтрофилов в поле зрения свидетельствует об инфекции (пневмония, бронхит).

Эозинофилы в мокроте.

Единичные эозинофилы могут встречаться в любой мокроте; в большом количестве (до 50-90% всех лейкоцитов) они обнаруживаются при бронхиальной астме, эозинофильных инфильтратах, глистных инвазиях легких и т.п.

Эритроциты в мокроте.

Эритроциты появляются в мокроте при разрушении ткани легкого, пневмонии, застое в малом круге кровообращения, инфаркте легкого и т.д.

Эпителиальные клетки

Плоский эпителий попадает в мокроту из полости рта и не имеет диагностического значения. Наличие в мокроте более 25 клеток плоского эпителия указывает на то, что данный образец мокроты загрязнен отделяемым из ротовой полости.

Цилиндрический мерцательный эпителий в небольшом количестве присутствует в любой мокроте, в большом — при поражении дыхательных путей (бронхит, бронхиальная астма).

Альвеолярные макрофаги

Альвеолярные макрофаги локализуется в основном в межальвеолярных перегородках. Поэтому анализ мокроты, где присутствует хотя бы 1 макрофаг, указывает на то, что поражены нижние отделы дыхательной системы.

Эластические волокна

Эластические волокна имеют вид тонких двухконтурных волоконцев одинаковой на все протяжении толщины, дихотомически ветвящихся. Эластичные волокна исходят из легочной паренхимы. Выявление в мокроте эластичных волокон свидетельствует о разрушении легочной паренхимы (туберкулез, рак, абсцесс). Иногда их присутствие в мокроте используют для подтверждения диагноза абсцедирующей пневмонии.

Таблица 5.1 Компоненты мокроты

| Компоненты мокроты | Расшифровка анализа |
|---------------------------------------|---|
| Спиралы Куршмана | Бронхоспастический синдром, наиболее вероятен диагноз астмы. |
| Кристаллы Шарко-Лейдена | Аллергические процессы, бронхиальная астма. |
| Эозинофилы, до 50-90% всех лейкоцитов | Аллергические процессы, бронхиальная астма, эозинофильные инфильтраты, глистная инвазия легких. |
| Нейтрофилы, более 25 в поле зрения | Инфекционный процесс. Судить о локализации воспалительного процесса невозможно. |

| | |
|---|--|
| Плоский эпителий, более 25 клеток в поле зрения | Примесь отделяемого из полости рта. |
| Альвеолярные макрофаги | Образец мокроты исходит из нижних дыхательных путей. |
| Эластические волокна | Деструкция легочной ткани, абсцедирующая пневмония. |

Атипичные клетки

Мокрота может содержать клетки злокачественных опухолей, особенно если опухоль растет эндобронхиально или распадается. Определять клетки как опухолевые можно только в случае нахождения комплекса атипичных полиморфных клеток, особенно если они располагаются вместе с эластическими волокнами.

Паразиты и яйца гельминтов

Мокрота в норме не содержит паразитов и яйца гельминтов. Выявление паразитов позволяет установить природу легочной инвазии, а также диагностировать кишечную инвазию и ее стадию:

- Трофозоиты *E.histolytica* — легочный амебиаз.
- Личинки и взрослые особи *Ascaris lumbricoides* — пневмонит.
- Кисты и личинки *E.granulosus* — гидатидный эхинококкоз.
- Яйца *P.westermani* — парагонимоз.
- Личинки *Strongyloides stercoralis* — стронгилоидоз.
- Личинки *N.americanus* — анкилостомидоз.

Бактериоскопия и посев мокроты

Для бактериоскопического исследования предварительно готовят препарат. Вначале растирают комок мокроты между двумя предметными стеклами; затем высохший мазок фиксируют над пламенем горелки и окрашивают: для поисков микобактерий туберкулеза по Цилю-Нильсену, в других случаях — по Грамму.

Чувствительность бактериоскопического метода напрямую зависит от кратности обследования пациента. Например, согласно исследованиям, однократный анализ мокроты на микобактерии туберкулеза имеет чувствительность 80-83%, двукратный анализ мокроты (в течение двух дней) — на 90-93% больше и при исследовании трех проб мокроты (в течение трех дней) — 95-98%. Таким образом, при подозрении на туберкулез органов дыхания необходимо исследовать не менее трех проб мокроты.

Отрицательный результат микроскопического исследования не исключает диагноз той или иной инфекции, так как мокрота пациента может содержать меньше микробов, чем может выявить микроскопическое исследование.

Когда бактериоскопическое исследование не обнаруживает предполагаемого возбудителя, прибегают к посеву мокроты на питательные среды. Посев мокроты производят не позднее 2-х часов после сбора. Если подозревается туберкулез, то сбор мокроты осуществляют в течение 3-х последовательных дней.

Бактериологическое исследование позволяет идентифицировать вид микробов и определять их антибиотикочувствительность.

Обычно у здоровых лиц в мокроте при посеве выявляются альфа-гемолитический стрептококк, *Neisseria spp.*, дифтероиды. Обнаружение лишь нормальной микрофлоры еще не означает отсутствие инфекции. Результат посева следует интерпретировать с учетом клинической картины и общего состояния пациента.

Критерием этиологической значимости возбудителя будет выявления микроба в концентрации 10⁶ в 1 мл и выше. Но к выявлению микобактерий туберкулеза в любом количестве следует отнестись со всей серьезностью.

Общий анализ мочи

Общий анализ мочи включен в перечень обязательных исследований, которые следует проводить всем первично обратившимся больным независимо от предполагаемого диагноза. Расшифровка общего анализа мочи по идее должна являться рутинной процедурой для врача, но, к сожалению, часть коллег не в состоянии правильно объяснить те или иные показатели в общем анализе мочи.

Необходимо помнить, что отклонения в общем анализе мочи можно наблюдать не только при заболеваниях почек, но и при патологии других органов. Еще Гиппократ (430-377 гг. до н.э.) в своих «Афоризмах» отмечал: "Врач должен наблюдать, такая же ли моча у больного, как у здорового, и чем меньше сходство, тем более тяжела болезнь".

Нормы общего анализа мочи

Таблица 5.2 Общий анализ мочи

| Показатели | Результат |
|---|--|
| Количество доставленной мочи на анализ | Диагностического значения не имеет |
| Цвет мочи | Различные оттенки желтого цвета |
| Прозрачность мочи | Прозрачная |
| Запах мочи | Нерезкий, неспецифический |
| Реакция мочи или pH | Кислая, pH меньше 7 |
| Удельный вес (относительная плотность) мочи | 1,018 и более в утренней порции |
| Белок в моче | Отсутствует |
| Глюкоза в моче | Отсутствует |
| Кетоновые тела в моче | Отсутствуют |
| Билирубин в моче | Отсутствует |
| Уробилиноген в моче | 5-10 мг/л |
| Гемоглобин в моче | Отсутствует |
| Эритроциты в моче (микроскопия) | 0-3 в поле зрения для женщин 0-1 в поле зрения для мужчин |
| Лейкоциты в моче (микроскопия) | 0-6 в поле зрения для женщин 0-3 в поле зрения для мужчин |
| Эпителиальные клетки в моче (микроскопия) | 0-10 в поле зрения |
| Цилиндры в моче (микроскопия) | Отсутствуют |
| Соли в моче (микроскопия) | Отсутствуют |
| Бактерии в моче | Отсутствуют |

| | |
|-----------------|-------------|
| Грибы в моче | Отсутствуют |
| Паразиты в моче | Отсутствуют |

Сбор проб и подготовка к общему анализу мочи

Для общего анализа собирают всю порцию утренней мочи после тщательного туалета половых органов.

Посуда для сбора мочи на анализ должна быть чистой и сухой. В плохо вымытой посуде моча быстро мутнеет и приобретает щелочную реакцию.

Хранить мочу до проведения общего анализа можно не более 1,5 часов. Более позднее исследование мочи будет недостоверным, потому что изменяется ее клеточный состав.

Исследование физических свойств мочи

1. Количество мочи

Диурез — объем мочи, образуемый за определенный промежуток времени (суточный или минутный диурез).

Количество доставленной мочи на общий анализ (обычно 150–200 мл) не позволяет делать каких-либо умозаключений о нарушениях суточного диуреза. Количество доставленной мочи на общий анализ влияет только на возможность определения удельного веса мочи (относительной плотности).

Например, для определения удельного веса мочи при помощи урометра требуется не менее 100 мл мочи. При определении удельного веса при помощи тест-полосок можно обойтись и меньшим количеством мочи, но не менее 15 мл.

2. Цвет мочи

В норме моча имеет желтый цвет.

Насыщенность желтого цвета мочи зависит от концентрации растворенных в ней веществ. При полиурии разведение больше, поэтому моча имеет более светлую окраску, при уменьшении диуреза приобретает насыщенно-желтый оттенок.

Окраска меняется при приеме лекарственных препаратов (салицилаты и др.) или употреблении некоторых пищевых продуктов (свекла, черника).

Патологически измененная окраска мочи бывает при гематурии (вид мясных помоев), билирубинемии (цвет пива), при гемоглобинурии или миоглобинурии (черный цвет), при лейкоцитурии (молочно-белый цвет).

3. Прозрачность мочи

В норме свежесобранная моча совершенно прозрачна.

Мутность мочи обусловлена наличием в ней большого количество клеточных образований, солей, слизи, бактерий, жира.

Помутнение мочи также может указывать на микрогематурию, однако в большинстве случаев является признаком инфекции (то есть бактериурии). Обратите внимание: визуальный анализ мочи можно использовать в качестве предварительного теста на наличие инфекции мочевыводящих путей у пациентов без симптомов. В ходе проведенных исследований оказалось, что чувствительность визуальной экспертизы уриновых проб для диагностики бактериурии составляет 73%.

4. Запах мочи

В норме запах мочи нерезкий, неспецифический.

При разложении мочи бактериями на воздухе или внутри мочевого пузыря, например, в случае цистита, появляется аммиачный запах.

В результате гниения мочи, содержащей белок, кровь или гной, например, при раке мочевого пузыря, моча приобретает запах тухлого мяса.

При наличии в моче кетоновых тел моча имеет фруктовый запах, напоминающий запах гниющих яблок.

5. Реакция мочи

В норме реакция мочи кислая.

Колебания рН мочи обусловлены составом питания: мясная диета обуславливает кислую реакцию мочи, растительная — щелочную. При смешанном питании образуются главным образом кислые продукты обмена, поэтому считается, что в норме реакция мочи кислая.

Хранить мочу до проведения общего анализа надо в холодном помещении и не более 1,5 часов. При длительном стоянии в теплом помещении моча разлагается, выделяется аммиак и рН сдвигается в щелочную сторону. Щелочная реакция занижает показатели относительной плотности мочи. Кроме того, в щелочной моче быстро разрушаются лейкоциты.

Щелочная реакция мочи характерна для хронической инфекции мочевыводящих путей, а также отмечается при поносах, рвоте.

Кислотность мочи увеличивается при лихорадочных состояниях, сахарном диабете, туберкулезе почек или мочевого пузыря, почечной недостаточности.

6. Удельный вес мочи (относительная плотность мочи)

В норме утренняя порция мочи должна иметь удельный вес в диапазоне 1,018-1,024.

Относительная плотность мочи (плотность мочи сравнивается с плотностью воды) отражает функциональную способность почек к концентрированию и разведению и может использоваться как скрининг-тест при массовых осмотрах населения.

Цифры относительной плотности утренней мочи, равные или превышающие 1,018, свидетельствуют о нормальной концентрационной способности почек и исключают необходимость ее исследования с помощью специальных методов. Высокие или низкие цифры удельного веса (плотности) утренней мочи обязательно требуют выяснения причин, обусловивших эти изменения.

Расшифровка анализа

Высокий удельный вес мочи

Относительная плотность мочи зависит от молекулярной массы растворенных в ней частиц. Белок и глюкоза повышают удельный вес мочи. Например, сахарный диабет можно заподозрить только по одному общему анализу мочи при цифрах относительной плотности от 1,030 и выше на фоне полиурии.

Низкий удельный вес мочи

Процесс образования мочи регулируется концентрационным механизмом почек и антидиуретическим гормоном (АДГ), вырабатываемым гипофизом. В присутствии антидиуретического гормона всасывается больше воды и в результате образуется небольшое количество концентрированной мочи. Соответственно в отсутствии антидиуретического гормона всасывания воды не происходит и выделяются большие объемы разведенной мочи.

Выделяют три основные группы причин снижения удельного веса в общем анализе мочи:

- избыточное потребление воды
- нейрогенный несахарный диабет
- нефрогенный несахарный диабет

1. Избыточное потребление воды (полидипсия) вызывает снижение концентрации солей плазмы крови. Чтобы защититься, организм выделяет большие объемы разведенной мочи. Существует заболевание под названием непроизвольная полидипсия, которому подвержены, как правило, женщины с неустойчивой психикой. Ведущие признаки непроизвольной полидипсии — полиурия и полидипсия, низкая относительная плотность в общем анализе мочи.

2. Нейрогенный несахарный диабет — недостаточная секреция адекватного количества антидиуретического гормона. Механизм болезни заключается в неспособности почек удерживать воду посредством концентрации мочи. Если больного лишить воды, что диурез почти не уменьшается и при этом развивается обезвоживание. Относительная плотность мочи может снижаться ниже 1,005.

Основные причины нейрогенного несахарного диабета:

- Гипопитуитаризм — недостаточность функции гипофиза или гипоталамуса с уменьшением или прекращением продукции тропных гормонов передней доли гипофиза и антидиуретического гормона.
- Самая распространенная причина снижения удельного веса мочи — идиопатический нейрогенный несахарный диабет. Идиопатический нейрогенный несахарный диабет чаще всего обнаруживается у взрослых в молодом возрасте. Большинство основных нарушений, приводящих к нейрогенному несахарному диабету, можно определить по сопутствующим неврологическим или эндокринологическим симптомам (в числе которых цефалгия и нарушение полей зрения или гипопитуитаризм).
- Другая частая причина снижения удельного веса мочи — повреждение гипоталамо-гипофизарной области вследствие травмы головы, нейрохирургического вмешательства в области гипофиза или гипоталамуса. Либо повреждение в результате опухоли мозга, тромбозов, лейкоза, амилоидоза, саркоидоза, энцефалита после острой инфекции и др.
- Прием этилового спирта сопровождается обратимым подавлением секреции АДГ и кратковременной полиурией. Диурез возникает через 30-60 минут после приема 25 г алкоголя. Объем мочи зависит от количества спирта, принятого в однократной дозе. Непрерывное употребление не приводит к устойчивому мочеотделению, несмотря на существование постоянной концентрации спирта в крови.

3. Нефрогенный несахарный диабет — понижение концентрационной способности почек, несмотря на нормальное содержание антидиуретического гормона в крови.

Основные причины нефрогенного несахарного диабета:

- Наиболее многочисленную подгруппу среди больных с нефрогенным несахарным диабетом составляют лица с паренхиматозными заболеваниями почек (пиелонефриты, различные виды нефропатий, тубулоинтерстициальные нефриты, гломерулонефриты) и хронической почечной недостаточностью.
- Метаболические расстройства:
Синдром Конна — сочетание полиурии с артериальной гипертонией, мышечной слабостью и гипокалиемией. Относительная плотность мочи может находиться в диапазоне от 1003 до 1012).
- Гиперпаратиреоз — полиурия, мышечная слабость, гиперкальциемия и нефрокальциноз, остеопороз. Относительная плотность мочи снижается до 1002. Моча из-за значительного содержания солей кальция нередко имеет белый цвет.
- Редкие случаи врожденного нефрогенного несахарного диабета. Относительная плотность мочи может снижаться ниже 1,005.

Химическое исследование мочи

Белок в моче

В норме белок в общем анализе мочи отсутствует.

Хотя на самом деле есть физиологическое выделение белка из мочевого тракта, предстательной железы (у мужчин), но оно не превышает 150 мг/сут. Такая небольшая концентрация не выявляется в разовых порциях. Поэтому в норме в общем анализе мочи белок отсутствует.

Выделение белка с мочой называется протеинурией. Ранее употребляли термин альбуминурия, но потом выяснилось, что выделяется не только альбумин. Концентрация белка в разовой порции мочи, выраженная в граммах на 1 л, не дает представления об абсолютном количестве теряемого белка, поэтому потери белка надо смотреть в суточной моче (в норме не больше 150 мг/сут.)

Расшифровка анализа

Различают функциональную протеинурию и органическую протеинурию.

- Функциональная протеинурия

- Функциональная протеинурия является непостоянной и возникает либо при увеличении проницаемости мембран почечного фильтра, либо при замедлении тока крови в клубочках в ответ на сильные внешние раздражения (стресс, лихорадка, физические нагрузки). Отсюда названия функциональных перемежающихся протеинурий — маршевая, эмоциональная, холодовая, пальпаторная, ортостатическая.

Не следует рассматривать как патологическое явление протеинурию после различных вегетативных кризов, колик, инфаркта миокарда, приступа эпилепсии, инсульта или психического возбуждения лиц с неустойчивой вегетативной нервной системой. При употреблении с пищей большого количества белка (например, яичного) может возникнуть алиментарная протеинурия, которую также нельзя отнести к патологическим явлениями.

Но эти функциональные (доброкачественные) протеинурии не всегда безвредны. С тех пор как стали применять биопсию почек, выяснилось, что при бессимптомных функциональных протеинуриях можно обнаружить гистологические изменения почек, указывающие на наличие гломерулонефрита с минимальными изменениями. У части больных протеинурия спонтанно прекращается, в других случаях, позднее развивается гломерулонефрит.

Органическая протеинурия

Органическая протеинурия является стойкой, всегда патологической и чаще всего указывает на заболевание почек. В зависимости от места возникновения различают:

- преренальную протеинурию
- ренальную протеинурию
- постренальную протеинурию

1. Преренальная протеинурия связана с ускоренным распадом белка тканей, выраженным гемолизом.

2. Ренальная протеинурия обусловлена патологией почек, которая может быть разделена на клубочковую и канальцевую.

Преренальная почечная недостаточность - явление всегда вторичное, связанное с уменьшением кровотока через почки. Известно, что почки получают крови больше, чем любой другой орган, - 25% объема сердечного выброса. Поэтому на уменьшение общей циркуляции крови (кровопотеря, большие потери жидкости через желудочно-кишечный тракт) или выраженные расстройства гемодинамики (шок, застойная сердечная недостаточность) прежде всего реагируют почки. Эта реакция заключается в спазме приносящих клубочковых артериол, что приводит к снижению клубочковой фильтрации. Кроме того, в результате снижения кровотока активируется ренин-ангиотензин-альдостероновая система, что также сопровождается уменьшением диуреза. Снижение почечной фильтрации может достигать такой степени, что выделительная функция почек резко нарушится. Возникает преренальная почечная недостаточность. В большинстве случаев этот вид почечной недостаточности имеет функциональный характер и после устранения этиологического фактора (гиперволемия, гипотензия) бесследно проходит. Однако резкое снижение кровотока через почку в течение многих часов завершается некрозом почечных канальцев, т. е. развитием ренальной почечной недостаточности.

Постренальная почечная недостаточность возникает при нарушении проходимости мочевыводящих путей. Препятствие может быть на любом уровне от лоханочно-мочеточникового соустья до наружного отверстия мочеиспускательного канала. Этим препятствием чаще всего являются конкременты, сгустки крови или слизи, опухоль или метастазы опухоли. Кроме того, эта форма почечной недостаточности развивается при повреждении мочеточников (травма, перевязка во время операции), разрыве мочевого пузыря.

При постренальной почечной недостаточности требуется хирургическое вмешательство. Необходимо отметить, что длительно существующая постренальная почечная недостаточность из-за постоянного высокого давления в мочеточниках и лоханках может привести к повреждению канальцев и в конечном итоге - к ренальной почечной недостаточности.

Ренальную почечную недостаточность (острый некроз почечных канальцев) вызывают факторы, непосредственно поражающие почечную паренхиму (острый пиелонефрит, тромбоз почечных артерий или вен, нефротоксические антибиотики, отравление уксусной кислотой, ртутью, этиленгликолем). Прогноз этого вида почечной недостаточности крайне неблагоприятный. В 50% случаев она заканчивается смертельным исходом.

При гломерулонефрите или любом повреждении клубочков основным компонентом белка мочи является альбумин, в результате часто развивается нефротический синдром (гипоальбуминемия, отеки, гиперлипидемия, диспротеинемия). Если первичного поражения почек нет, то речь может идти о сахарном диабете (гломерулосклероз Киммелстила), застойных явлениях сердечного происхождения, коллагенозах с поражением почек.

При тубулоинтерстициальном нефрите — идиопатическом или вторичном (инфекции, лекарства) — преобладает экскреция не альбумина, а других белков. Большинство индикаторных полосок позволяют выявлять только альбумин, а, значит, не пригодны для диагностики этого типа протеинурии.

3. Постренальная протеинурия связана с патологией мочевыводящих путей и чаще всего обусловлена воспалительной экссудацией. Белок попадает в мочу из мочевыводящих и половых путей. Такая протеинурия не превышает 1 г/л.

Глюкоза в моче

В норме глюкоза в общем анализе мочи отсутствует.

Хотя на самом деле в моче содержатся следы сахара (до 0,2 г/л-0,3 г/л), но они не обнаруживаются обычными качественными пробами. Поэтому считается, что в норме в общем анализе мочи не должно быть глюкозы.

Концентрация глюкозы в разовой порции мочи, выраженная в ммоль на 1 л, не дает представления об абсолютном количестве выделяемой глюкозы за сутки. Поэтому для правильной оценки степени выраженности глюкозурии (особенно у больных с сахарным диабетом) необходимо рассчитывать суточную потерю глюкозы с мочой.

В основу качественных проб положены восстановительные (редукция) свойства глюкозы. Между тем, следует знать, что не каждое вещество, которое дает положительную редукционную пробу является сахаром. Если в посуде, куда собирают мочу, находились сахаристые вещества (банка из-под компота), то в моче может быть обнаружена сахароза. Симулянты могут добавлять в мочу сахарную пудру. При избыточном потреблении фруктов может наблюдаться фруктозурия, пентозурия; в конце беременности или после прекращения кормления грудью отмечается лактозурия; после употребления молока, у людей, страдающих ферментопатией, наблюдается галактозурия. Эти состояния ошибочно могут оцениваться лабораторией как появление сахара в моче.

Для исключения подобных недоразумений важно использовать определенные методы (например, фотометрические) или определенные тест-системы. Например, диагностические полоски hepta PHAN¹⁵ выявляют только присутствие глюкозы в моче, с другими сахарами реагент не взаимодействует.

Расшифровка анализа

Появление глюкозы в моче зависит либо от ее концентрации в крови либо от процессов фильтрации и реабсорбции глюкозы в нефроне:

Повышение сахара в крови выше 9,9 ммоль/л вызывает появление глюкозурии (преодоление так называемого «почечного порога»).

При нормальном уровне сахара в крови глюкозурия появляется в случае нарушения процессов реабсорбции — почечная (ренальная) глюкозурия. Ренальная глюкозурия может быть пер-

¹⁵ Тест-полоски ГептаФан (Heptaphan) №50 для определения белка, кислотности (рН), глюкозы, кетонов, уробилиногена, билирубина и крови в моче.

вичной (врожденной) или вторичной (возникает при хронических гломерулонефритах, нефротическом синдроме) Наблюдается редко.

Кроме того, различают физиологическую и патологическую почечную глюкозурию:

Физиологическая глюкозурия может наблюдаться при поступление с пищей большого количества углеводов, когда организм временно теряет способность усваивать сахар (алиментарная), после эмоционального напряжения и стресса (эмоциональная), приема некоторых лекарств (кофеина, кортикостероидов).

Патологические глюкозурии делятся на панкреатогенные (важнейшая из панкреатогенных — диабетическая глюкозурия) и непанкреатогенные (наблюдаются при раздражении ЦНС, тиреотоксикозе, синдроме Иценко-Кушинга, акромегалии, феохромоцитоме, патологии почек, печени).

Разнообразие причин глюкозурии усложняет дифференциацию. Однако на практике следует исходить из следующего. До тех пор, пока соответствующие исследования не исключат возможность сахарного диабета, любой случай появления сахара в моче следует рассматривать как проявление этой болезни.

Тактический алгоритм

Если в общем анализе мочи обнаружен сахар, то следующим этапом оценивается содержание сахара в крови. Если выявлена гипергликемия, то практически может быть поставлен диагноз сахарного диабета.

Если же содержание сахара в крови нормальное, то следует провести оральный тест толерантности к глюкозе.

1. При получении нормальных результатов теста толерантности к глюкозе следует установить природу вещества, вызвавшего редукацию (глюкоза или нет?). Если обнаруженное вещество является глюкозой, то имеет место почечная глюкозурия (врожденная или вторичная).

Кетоновые тела в моче

В норме кетоновые тела в общем анализе мочи отсутствуют.

Хотя на самом деле за сутки с мочой выделяется 20-50 мг кетоновых тел (ацетон, ацетоуксусная кислота, бета-оксимасляная кислота), но они в разовых порциях не обнаруживаются. Поэтому считается, что в норме в общем анализе мочи не должно быть кетоновых тел.

Расшифровка анализа

При обнаружении кетоновых тел в моче возможны два варианта:

- В общем анализе мочи наряду с кетоновыми телами обнаруживается сахар — с уверенностью можно ставить диагноз диабетического ацидоза, прекомы или комы в зависимости от соответствующих симптомов.
- В общем анализе мочи обнаруживается только ацетон, а сахара нет — причиной кетонурии является не диабет. Причиной кетонурии при данном варианте может быть: ацидоз, связанный с голоданием (вследствие уменьшения сжигания сахара и мобилизации жира); диета, богатая жирами (кетогенная диета); ацидоз, связанный с желудочно-кишечными расстройствами (рвота, диарея), с тяжелыми токсикозами и отравлениями, с лихорадочными состояниями.

Желчные пигменты в моче

Из желчных пигментов в моче могут появляться билирубин и уробилиноген. В норме билирубин в общем анализе мочи отсутствует; содержание уробилиногена составляет 5-10 мг/л.

Билирубин

На самом деле моча здоровых людей содержит минимальное количество билирубина, которое не может быть обнаружено обычными качественными пробами, используемыми в практической медицине. Поэтому считается, что в норме в общем анализе мочи не должно быть билирубина.

Расшифровка анализа

С мочой выделяется только прямой билирубин, концентрация которого в норме в крови незначительная (от 0 до 6 мкмоль/л), т.к. непрямой билирубин не проходит через почечный фильтр. Поэтому билирубинурию наблюдают главным образом при поражениях печени (печеночные желтухи) и нарушениях оттока желчи (подпеченочные желтухи), когда в крови повышается прямой (связанный) билирубин. Для гемолитической желтухи (надпеченочная желтуха) билирубинемия нехарактерна.

Уробилиноген

Уробилиноген это бесцветный продукт восстановления билирубина¹⁶, формирующийся под действием кишечных бактерий. Некоторое количество уробилиногена снова реабсорбируется в кровотоки и выводятся наружу через почки, что представляет собой нормальным «энтерогепатический цикл уробилиногена». Уробилиноген преобразуется в жёлтый пигмент уробилин, содержащийся в моче.

Повышенное содержание билирубина, образующегося при гемолизе¹⁷, вызывает повышенное образование уробилиногена в кишечнике. При заболеваниях печени (например при гепатите), уробилиногеновый цикл в печени ингибируется, что тоже увеличивает уровень уробилиногена.

Снижение уровня уробилиногена в моче может происходить у заболевших желтухой или при лечении антибиотиками широкого спектра, которые уничтожают бактериальную флору кишечника. Также это может быть вызвано приёмом лекарств, подкисляющих мочу, таких как хлорид аммония или аскорбиновая кислота.

Повышенный уровень может быть симптомом гемолитической анемии (чрезмерное разрушение красных кровяных телец) или различных проблем с печенью.

Расшифровка анализа

Сама по себе положительная реакция на уробилиноген мало пригодна для целей дифференциальной диагностики желтух, т.к. может наблюдаться при самых различных поражениях печени (гепатит, цирроз) и при заболеваниях соседних с печенью органов (при приступе желчной или почечной колики, холецистите, при энтеритах, запорах и т.д.).

Уробилиноген образуется из прямого билирубина, выделившегося с желчью, в тонком кишечнике. Поэтому полное отсутствие уробилиногена служит достоверным признаком прекращения поступления желчи в кишечник, что подтверждает диагноз подпеченочной желтухи при желчно-каменной болезни.

Микроскопия осадка мочи

Осадок мочи делят на организованный (элементы органического происхождения — эритроциты, лейкоциты, эпителиальные клетки и цилиндры) и неорганизованный (элементы неорганического происхождения — кристаллические и аморфные соли).

Гемоглобин в моче

В норме гемоглобин в общем анализе мочи отсутствует.

Гемоглобинурия обусловлена внутрисосудистым гемолизом. Клинически гемоглобинурия проявляется выделением мочи черного цвета, дизурией, нередко болями в пояснице. В отличие от гематурии при гемоглобинурии эритроциты в осадке мочи отсутствуют, а в сыворотке крови повышен уровень непрямого билирубина.

¹⁶ Билирубин (от лат. bilis — жёлчь и лат. ruber — красный) — один из жёлчных пигментов. Чистый билирубин представляет собой коричневые ромбические кристаллы.

¹⁷ Гемолиз - разрушение эритроцитов крови с выделением в окружающую среду гемоглобина. В норме гемолиз завершает жизненный цикл эритроцитов (около 125 суток) и происходит в организме человека и животных непрерывно.

Эритроциты в моче (гематурия, кровь в моче)

За сутки с мочой выделяется 2 млн. эритроцитов, что при исследовании осадка мочи составляет в норме 0-3 эритроцита в поле зрения для женщин, и 0-1 эритроцит в поле зрения для мужчин. Все, что выше — это гематурия.

Выделяют макрогематурию (когда изменен цвет мочи) и микрогематурию (когда цвет мочи не изменен, а эритроциты обнаруживаются только при микроскопии).

Расшифровка анализа

В мочевом осадке эритроциты могут быть неизменные (содержащие гемоглобин) и измененные (лишенные гемоглобина, выщелоченные). Свежие неизменные эритроциты характерны для поражения мочевыводящих путей (цистит, уретрит, прохождение камня).

Появление в моче выщелоченных эритроцитов имеет большое диагностическое значение, т.к. они чаще всего имеют почечное происхождение и встречаются при гломерулонефритах, туберкулезе и других заболеваниях почек.

Тройной тест

Для определения источника гематурии применяют тройной тест (трехстаканная проба или проба трех сосудов): пациент собирает мочу последовательно в три сосуда. При кровотечении из уретры гематурия бывает наибольшей в первой порции (неизменные эритроциты), из мочевого пузыря — в последней порции (неизменные эритроциты), при других источниках кровотечения эритроциты распределяются равномерно по всех трех порциях (выщелоченные эритроциты).

Лейкоциты в моче

Лейкоциты в моче здорового человека содержатся в небольшом количестве. Норма для мужчин 0–3, для женщин и детей 0–6 лейкоцитов в поле зрения.

Расшифровка анализа

1. Инфекционная лейкоцитурия

Увеличение числа лейкоцитов в моче (лейкоцитурия, пиурия) в сочетании с бактериурией и обязательно при наличии каких-либо симптомов (например, учащенное болезненное мочеиспускание, или повышение температуры тела, или болевые ощущения в поясничной области) свидетельствует о воспалении инфекционной природы в почках или мочевыводящих путях.

Для установления источника лейкоцитурии применяется тройной тест (трехстаканная проба или проба трех сосудов): преобладание лейкоцитов в первой порции указывает на уретрит или простатит, в третьей — на цистит, равномерное распределение лейкоцитов во всех порциях с большой вероятностью может свидетельствовать о поражении почек. Формально статистический анализ на трех пробах.

Лечебная тактика. Препарат выбора для лечения — фторхинолоны (например, ципрофлоксацин по 500 мг 2 раза в день). Острый цистит у взрослых небеременных женщин — курс лечения 3 дня; острый уретрит у мужчин — 7 суток, острый пиелонефрит — длительность терапии не менее 14 дней.

2. Стерильная лейкоцитурия

Это наличие лейкоцитов в общем анализе мочи при отсутствии бактериурии и дизурии. Например, при обострении хронического гломерулонефрита в осадке мочи нередко обнаруживаются до 30-40 в поле зрения лейкоцитов. Другие причины стерильной лейкоцитурии: загрязнение при сборе мочи, состояние после лечения антибиотиками, опухоли мочевого пузыря, туберкулез почек, интерстициальный анальгетический нефрит.

Лечебная тактика. Антимикробная терапия не проводится.

3. Уретральный синдром

Это учащенное, болезненное мочеиспускание и наличие лейкоцитов в общем анализе мочи в отсутствие бактериурии. Встречается преимущественно у женщин. В 30-40% случаев у женщин с подобными симптомами не удается выявить бактериурию. Причины отрицательного результата в том, что истинными возбудителями данного состояния, как правило, являются анаэробные бактерии, уреоплазма, хламидии, гонококк, вирусы. А все они требуют посева на специальные среды. Лечебная тактика. Если возбудитель не выявлен предлагается доксициклин по 100 мг 2 раза в день в течение 7 дней или азитромицин 1 г однократно.

Эпителиальные клетки в моче

В мочевом осадке практически всегда встречаются клетки эпителия. В норме в общем анализе мочи не больше 10 эпителиальных клеток в поле зрения.

Расшифровка анализа

Эпителиальные клетки имеют различное происхождение.

Клетки плоского эпителия попадают в мочу из влагалища, уретры и особого диагностического значения не имеют.

Клетки переходного эпителия выстилают слизистую оболочку мочевого пузыря, мочеточников, лоханок, крупных протоков предстательной железы. Появление в моче большого количества клеток этого эпителия может наблюдаться при воспалении этих органов, при мочекаменной болезни и новообразованиях мочевыводящих путей.

Клетки почечного эпителия выявляются при поражениях паренхимы почек, интоксикациях, лихорадочных, инфекционных заболеваниях, расстройствах кровообращения.

Белки в форме цилиндра (Цилиндры в моче)

В норме в общем анализе мочи цилиндры отсутствуют.

Цилиндр — это белок, свернувшийся в просвете почечных канальцев и включающий в состав своего матрикса любое содержимое просвета канальцев. Цилиндры принимают форму самих канальцев (слепок цилиндрической формы).

Хотя в моче здорового человека за сутки могут быть обнаружены единичные цилиндры в поле зрения микроскопа. Такое небольшое количество не выявляется в разовых порциях. Поэтому в норме в общем анализе мочи цилиндры отсутствуют.

Расшифровка анализа

Цилиндрурия является симптомом поражения почек, поэтому она всегда сопровождается присутствием белка и почечного эпителия в моче. Вид цилиндров особого диагностического значения не имеет.

Неорганизованный осадок

Неорганизованный осадок мочи состоит из солей, выпавших в осадок в виде кристаллов и аморфных масс. Характер солей зависит от pH мочи и других свойств. Например, при кислой реакции мочи обнаруживаются мочевиная кислота, ураты, оксалаты. При щелочной реакции мочи — кальций, фосфаты.

Расшифровка анализа

Особого диагностического значения неорганизованный осадок не имеет. Косвенно можно судить о склонности к мочекаменной болезни.

Количественные методы исследования осадка мочи

Количественные методы определения осадка мочи позволяют с большей точностью определить характер мочевого осадка, что позволяет выявить скрытые формы заболевания. В клинической практике распространение получила проба Нечипоренко — определение форменных элемен-

тов (лейкоцитов, эритроцитов, цилиндров) в 1 мл мочи, взятом в середине акта мочеиспускания из утренней порции.

Нормальные значения: лейкоцитов до 2000 в 1 мл, эритроцитов до 1000 в 1 мл, цилиндры отсутствуют или обнаруживаются в количестве не более 20 в 1 мл.

Перед началом анализа обязательно определяют рН мочи. При наличии щелочной реакции проба может быть недостоверной (происходит частичный распад клеточных элементов). Преимущество метода Нечипоренко перед другими тестами (Аддиса-Каковского, Амбюрге) состоит в том, что берется малое количество свежесобранной мочи, время не регламентировано.

Бактериурия

В норме бактерии в общем анализе мочи отсутствуют.

У здорового человека моча в почках и мочевом пузыре стерильна. При мочеиспускании в нее попадают микробы из нижнего отдела уретры, но их количество не больше 10 000 в 1 мл. Поэтому считается, что бактерии в норме в общем анализе мочи отсутствуют.

Под бактериурией понимается выявление более, чем одной бактерии в поле зрения при микроскопии (качественный метод), что предполагает рост колоний в культуре, превышающий 100 000 бактерий в 1 мл (количественный метод). Понятно, что посев мочи — это золотой стандарт диагностики инфекций мочевыводящей системы. Чувствительность различных индикаторных полосок (нитритный тест) составляет примерно около 70% всех случаев бактериурии, поэтому отрицательный результат при использовании этих полосок не исключает бактериурии.

Расшифровка анализа

Появление в общем анализе мочи бактерий и лейкоцитов на фоне каких-либо симптомов (например, дизурия или лихорадка) свидетельствует о клинически проявляющейся мочевой инфекции. Данное состояние является показанием для проведения антибактериальной терапии.

Бессимптомная бактериурия

Наличие в моче бактерий (даже в сочетании с лейкоцитами) при отсутствии жалоб расценивается как бессимптомная бактериурия (подробнее см. файл [Инфекция мочевыводящих путей](#)).

Подобное состояние часто встречается при органических изменениях мочевых путей; у женщин, ведущих беспорядочную половую жизнь; у пожилых. Бессимптомная бактериурия повышает риск инфекции мочевых путей, особенно при беременности (инфекция развивается в 40% случаев).

Тактический алгоритм при бессимптомной бактериурии

Новорожденные, дошкольники — исключить пузырно-мочеточниковый рефлюкс, провести антимикробное лечение.

Школьникам и пожилым пациентам (старше 60 лет) в отсутствие органических изменений мочевых путей лечение не проводят.

Небеременные женщины — однократный прием антимикробного препарата. Обследование проводят только при хронической инфекции.

Мужчины моложе 60 лет — исключить хронический простатит, половые инфекции, обследовать и провести антимикробное лечение.

Пациентам с постоянным мочевым катетером антибактериальное лечение бессимптомной бактериурии не проводят.

Обязательные показания к лечению: беременность; органические изменения мочевых путей; перед инструментальными исследованиями и операциями на мочевых путях или половых органах; сохраняющаяся бактериурия после хирургических вмешательств на мочевых путях или половых органах или после удаления мочевого катетера; повторная катетеризация мочевого пузыря.

Эмпирическая терапия не рекомендуется, желательно определить возбудитель и его чувствительность. Сроки лечения: 7 дней; после катетеризации мочевого пузыря — однократный прием.

Грибы рода Candida

Грибы рода *Candida* — нередкие обитатели влагалища, которые могут попадать в мочевой пузырь. Их выявление не обязательно служит показанием к противогрибковой терапии. Основную роль в лечении играет устранение предрасполагающих факторов (иммунодефицит, сахарный диабет, мочевой катетер). При наличии клинических проявлений назначают флуконазол 100 мг внутрь 1 раз в день на 3 суток.

ЧАСТЬ 6

Скорость оседания эритроцитов

Несмотря на появление новейшей диагностической аппаратуры, скорость оседания эритроцитов (СОЭ) остается распространенным диагностическим тестом, который приходится интерпретировать почти каждому врачу как амбулаторного, так и госпитального звена.

Определение

СОЭ отражает степень осаждения эритроцитов в пробе крови за определенный период времени. В результате кровь с примесью антикоагулянтов разделяется на два слоя: внизу находятся эритроциты, верху — плазма и лейкоциты.

СОЭ — неспецифичный, но чувствительный показатель и поэтому может отреагировать еще на доклинической стадии (при отсутствии симптомов заболевания). Повышение СОЭ наблюдается при многих инфекционных, онкологических и ревматологических заболеваниях.

Исторические данные

Хотя феномен оседания эритроцитов был известен уже давно, измерять скорость оседания эритроцитов с диагностической целью стали только в начале XX века, после того, как в 1918 году шведский патолог Р. Фареус (Robin Fahraeus) обнаружил, что СОЭ изменяется у беременных и при многих заболеваниях.

По другим данным, клиническое значение СОЭ впервые показал Э. Бернацкий (Edmund Biernacki) в 1897 году, который дал ему название «реакция оседания эритроцитов» (РОЭ).

В 1926 г. Westergren и в 1935 г. Wintrobe разработали методы определения СОЭ, которые до сих пор используются в клинической практике.

Методики определения СОЭ

Существуют несколько методов определения СОЭ. Причем, норма СОЭ в этих методах различная и не взаимозаменяема.

Метод Вестергрена: 2 мл венозной крови вместе с 0,5 мл цитрата натрия набирают в цилиндрическую трубку, заполняя ее до уровня 200 мм, и помещают вертикально в штатив. Через 1 час измеряют расстояние от верхней границы столбика плазмы до верхней границы столбика эритроцитов. Это расстояние, выраженное в мм/ч и является показателем СОЭ. Метод измерения СОЭ по Вестергрену одобрен Международным комитетом стандартизации гематологических исследований (ICSH) и является эталонным [6].

Метод Винтроба: кровь не разводят, а после добавления антикоагулянта, помещают в трубку длиной 100 мм. Длина трубки и является недостатком этого метода, т.к. при СОЭ более 60 мм/ч результат становится недостоверным из-за закупоривания трубки осевшими эритроцитами. Кроме того, трубка Wintrobe имеет малое сечение, что иногда нарушает воспроизводимость результатов.

В нашей стране используется метод Панченкова Т.П. Специальную стеклянную пипетку (капилляр Панченкова) шириной 1 мм и длиной в 100 мм заполняют наполовину (50 мм) 5% раствором цитрата натрия, который затем выдувают в пробирку. После укола пальца тот же капилляр полностью наполняют кровью (100 мм) и выдувают в пробирку с антикоагулянтом. Набор крови повторяют. Таким образом, в пробирке кровь перемешивается с реактивом в соотношении 4:1.

Полученную смесь набирают в капилляр до метки 0 (100 делений), который ставится вертикально в штатив. Через час отмечают число миллиметров отстоявшегося столбика плазмы.

Результаты, получаемые при определении СОЭ по Вестергрену и Панченкову, совпадают, если речь идет о нормальных значениях. Однако, в случае ускорения СОЭ метод Вестергрена выдает более высокие значения.

Таблица 6.1 Примеры соответствия результатов СОЭ

| Метод Вестергрена, величина СОЭ в мм/ч | Метод Панченкова, величина СОЭ в мм/ч |
|---|--|
| 15 | 14 |
| 16 | 15 |
| 20 | 18 |
| 22 | 20 |
| 30 | 26 |
| 36 | 30 |
| 40 | 33 |
| 49 | 40 |

В современных лабораториях используются автоматические счетчики СОЭ, которые самостоятельно забирают пробу крови и разводят ее антикоагулянтом в нужной пропорции. Кроме того, технологические особенности прибора позволяют в автоматическом режиме производить поправки на температуру окружающего воздуха.

Для правильной интерпретации результатов СОЭ необходимо знать факторы, которые влияют на скорость оседания эритроцитов, и понимать, как изменяются эти факторы при тех или иных патологических процессах.

Механизм повышения СОЭ

Оседание эритроцитов в вертикально расположенном капилляре происходит под влиянием силы земного притяжения за счет того, что относительная плотность эритроцита больше плотности плазмы.

В норме наружная поверхность каждого эритроцита имеет отрицательный заряд, обусловленный сиаловыми кислотами, входящими в состав клеточных мембран. Одинаковый заряд вызывает силы отталкивания между клетками («электростатическая распорка»). В результате эритроциты находятся во взвешенном состоянии, оседают медленно, что и определяет нормальную СОЭ.

При патологических процессах на поверхности эритроцита скапливается большое количество молекул белка (фибриногена, гамма-глобулина, парапротеина и др.), которые не только ослабляют электростатический заряд, но и способствуют склеиванию (агрегации) эритроцитов между собой в виде монетных столбиков. Относительная плотность каждого агрегата в расчете на единицу его объема увеличивается, агрегаты начинают быстрее опускаться вниз и скорость оседания эритроцитов увеличивается.

СОЭ иногда еще называют пробой на коллоидную устойчивость крови, поскольку именно растворенные в ней белки оказывают наибольшее влияние на данный показатель. Причем, альбумины, составляющие в норме до 60% от общего количества белка крови, препятствуют оседанию эритроцитов, а увеличение глобулинов и фибриногена, наоборот, ускоряет СОЭ.

Таким образом, повышенная СОЭ отражает стандартную ситуацию в белковом составе крови (за редким исключением): увеличение фибриногена, увеличение альфа- и гамма-глобулинов, появление СРБ, снижение альбумина.

На практике используют формулу, по которой, зная только концентрацию в крови фибриногена, альбумина и глобулинов, можно рассчитать скорость оседания эритроцитов:

$$\text{СОЭ, мм/ч} = (140,4 \times \text{фибриноген, г\%}) + \\ + (62,22 \times \text{глобулины, г\%}) - (60,9 \times \text{альбумин, г\%}) - 24,5$$

Отмечено, что не все белки вносят одинаковый вклад в величину СОЭ. Например, гамма-глобулины (за исключением ограниченного круга заболеваний) существенного влияния на величину СОЭ не оказывают. Вклад гамма-глобулинов начинает ощущаться тогда, когда их процент при нормальном общем количестве белка крови составляет величину 23-25% и больше.

Поэтому практически всегда величину СОЭ определяют либо повышение фибриногена (гиперфибриногенемическая СОЭ), либо снижение альбумина (гипоальбуминемическая СОЭ), либо комбинация из умеренных отклонений этих белков.

Возможен как синергетический эффект от воздействия факторов, влияющих на СОЭ, так и взаимная их нейтрализация.

Например, при нефротическом синдроме происходят потери альбумина с мочой (гипоальбуминемия) и в то же время умеренно повышается фибриноген, глобулины, холестерин. В результате такого сочетания уровень СОЭ при нефротическом синдроме может достигать больших величин.

С другой стороны, например при хронических гепатитах влияние на СОЭ белков плазмы (снижение альбуминов и повышение глобулинов) компенсируется гипофибриногенемией и повышением желчных кислот. В результате такого сочетания СОЭ может оставаться в пределах нормы. Поскольку количественные и качественные изменения белков плазмы могут возникать при различных заболеваниях (воспалительные процессы, опухоли и пр.) ясно, что повышение СОЭ не является специфическим признаком, а лишь указывает на наличие в организме какого-то патологического процесса. При этом нормальное значение СОЭ не означает отсутствие заболевания.

Следует заметить, что исследования, направленные на выяснение механизма формирования СОЭ и факторов, влияющих на этот показатель, продолжаются и в наши дни. Например, в работах Зинченко А.А. и Шаталова В.М. [20, 21, 30] обсуждается модель, согласно которой изменение СОЭ зависит от концентрации растворенных в плазме крови газов и связано с адсорбцией микропузырьков воздуха на мембране эритроцитов. По мнению авторов, изменение СОЭ может отражать дефекты газообмена в организме человека и животных, а также действие факторов, влияющих на содержание газов в плазме крови таких, как компрессия/декомпрессия, ультразвук, низкоинтенсивные электромагнитные поля миллиметрового диапазона и др.

Норма СОЭ

Большинство людей полагают, что СОЭ помогает отличить больных от здоровых. Однако, нормальные величины СОЭ (как и большинство других анализов) определены статистически в ходе обследования популяции здоровых лиц. При такой методике за «норму» принимают 95% полученных результатов. То есть получается, что у 5% здоровых лиц изначально имеется ненормальная СОЭ, несмотря на отсутствие болезни.

Норма СОЭ зависит от возраста и пола: у женщин нормальный уровень СОЭ выше, чем у мужчин, а у пожилых — выше, чем у молодых. Кроме того, существует еще индивидуальная вариабельность нормы СОЭ.

Таблица Нормальные величины СОЭ

• 6-12 мм/ч для детей старше 1 года и взрослых мужчин

• 8-15 мм/ч для взрослых женщин

• 15-20 мм/ч для лиц старше 60 лет независимо от пола

Классификация степени повышения СОЭ

Таблица 6.2. Степени повышения СОЭ

| Степень | Величина СОЭ | Параметры |
|---------|----------------|---|
| 1. | Диапазон нормы | Нормальная протеинограмма, нормальная агрегация эритроцитов, отсутствие микроциркуляторных нарушений |
| 2. | 15-30 мм/ч | Повышению фибриногена до 4,0-5,0 г/л либо повышению гамма-глобулинов до 22%, в подавляющем большинстве случаев при этом наблюдается умеренная или выраженная агрегация эритроцитов, умеренные, обратимые микроциркуляторные нарушения |
| 3. | 30-60 мм/ч | Либо преимущественное повышение фибриногена выше 6 г/л, либо повышение гамма-глобулинов выше 25%, резко выраженная агрегация эритроцитов, резко выраженные микроциркуляторные нарушения, возможность развития ДВС-синдрома |
| 4. | 60 мм/ч и выше | Все вышеперечисленные отклонения в крайней степени выраженности |

Факторы, влияющие на СОЭ

Для правильной оценки изменения СОЭ необходимо знать факторы, которые влияют на этот анализ.

При беременности СОЭ повышается, начиная с 10-11 недели беременности, и удерживается на повышенном уровне до 4 недель после родов (Wintrobe). При нормальной протекающей беременности СОЭ может повышаться до 30-40 мм/ч.

Ложновысокая СОЭ наблюдается при анемии, повышении уровня холестерина в плазме, на фоне приема пероральных контрацептивов.

Ложнонизкая СОЭ наблюдается при нарушении размеров и формы эритроцитов, повышении концентрации желчных солей в плазме крови, приеме нестероидных анальгетиков. При полицитемии оседанию эритроцитов препятствует повышение вязкости крови и СОЭ столь мала, что ее невозможно определить или она равна 1-2 мм/ч.

Таблица 6.3. Факторы, влияющие на СОЭ

| Ускорение СОЭ | Замедление СОЭ |
|--|---|
| Анемия | Полицитемия |
| Беременность | Изменение размеров (наследственный микросфероцитоз) и формы эритроцитов (серповидно-клеточная анемия) |
| Прием пероральных контрацептивов | Прием нестероидных анальгетиков |
| Повышенное содержание липидов в крови (холестерин) | Повышенное содержание желчных кислот в крови |
| Алкалоз | Ацидоз |

| | |
|---|--|
| Температура внешней среды, в которой находился капилляр для исследования СОЭ, превышает 27 градусов | Температура внешней среды, в которой находился капилляр для исследования СОЭ, ниже 22 градусов |
| | Застойная сердечная недостаточность |

Таким образом, нарушать результаты пробы СОЭ и затруднять ее интерпретацию могут не только методические ошибки, но и многие физиологические факторы. А в присутствии факторов, ингибирующих агрегацию, даже в условиях болезни СОЭ будет нормальной.

Причины повышения СОЭ

Популярности анализа крови на СОЭ способствовали техническая простота и дешевизна этого теста, а также всеобщая убежденность в его достоверности. Однако, интерпретация результатов СОЭ сопряжена с определенными трудностями. Например, если у пациента СОЭ в норме, можно ли считать, что у него нет активного заболевания? А если есть только повышение СОЭ, но нет никаких других признаков заболевания, значит ли это, что человек болен?

Обычно и врачи, и пациенты успокаиваются, видя нормальный результат пробы, а повышение СОЭ воспринимают как повод для дальнейшего обследования.

К сожалению, нормальный результат СОЭ не всегда означает отсутствие заболевания. По данным литературы, у значительного числа больных с потенциально излечимыми злокачественными заболеваниями наблюдается СОЭ менее 20 мм/час.

С другой стороны, иногда даже при сильной повышенной СОЭ (100 мм/час или более) не удается обнаружить признаков заболевания.

В таблице 6.4 представлены результаты ряда исследований, критерием включения в которые было экстремальное повышение СОЭ от 100 мм/ч и выше. Сумма процентов не равна 100, потому что у некоторых больных было сразу несколько заболеваний.

Таблица 6.4 Группы заболеваний со значительным повышением СОЭ

| | Абсолютное число | Процент |
|--|------------------|---------|
| Число наблюдений | 1666 | 100% |
| Инфекция | 651 | 39% |
| Злокачественные заболевания | 390 | 23% |
| Системные заболевания соединительной ткани | 280 | 17% |
| Заболевания почек | 54 | 3% |
| Прочие | 292 | 18% |
| Причины не обнаружены | 39 | 2% |

Таким образом, повышение СОЭ в большинстве случаев обусловлено одним или несколькими заболеваниями из четырех наиболее распространенных групп:

- Инфекции. Повышение СОЭ чаще всего сопровождается инфекционными процессами.
- Злокачественные заболевания. Среди онкопатологии повышение СОЭ чаще встречается при солитарных опухолях, чем при онкогематологических заболеваниях.
- Ревматологические заболевания.

Патология почек.

Перечень заболеваний, сопровождающихся повышением СОЭ, представлен в таблице.

Таблица 6.5. Причины повышения СОЭ

| | |
|--|--|
| 1. Инфекции | |
| 1.1. Большинство бактериальных инфекций (преимущественно острые) | Инфекции верхних и нижних дыхательных путей Инфекции мочевыводящих путей Туберкулез легких и внелегочной |
| 1.2. Вирусные инфекции | Вирусные гепатиты |
| 1.3. Системные грибковые инфекции | |
| 2. Злокачественные заболевания | |
| 2.1. Онкогематологические заболевания | Лейкоз, лимфома Макроглобулинемия Вальденстрема Плазмочитома, миеломная болезнь |
| 2.2. Злокачественные опухоли | Легкого, бронхов, носоглотки Молочной железы, яичников, матки Почек, предстательной железы Поджелудочной железы, толстой кишки Другой локализации |
| 3. Ревматологические заболевания | Височный артериит Ревматизм Ревматическая полимиалгия Ревматоидный артрит Системная красная волчанка Другие заболевания |
| 4. Заболевания почек | Гломерулонефрит Нефротический синдром Пиелонефрит Другие заболевания |
| 5. Другие состояния | Анемия Воспалительная патология органов малого таза (аднексит, простатит и др.) Воспалительная патология толстого кишечника, желчного пузыря, поджелудочной железы Зубные гранулемы Лор-патология: синуситы, тонзиллиты, отиты Саркоидоз Состояния после хирургических вмешательств Флебиты при варикозе вен нижних конечностей |

Для изменения белков плазмы необходимо определенное время, и для СОЭ нужен «разбег» (в среднем в 24-48 часов). Поэтому в первые дни инфекционного процесса СОЭ запаздывает по сравнению с лейкоцитозом и лихорадкой.

А поскольку изменения белков крови вследствие различных воспалительных процессов сохраняются в течение длительного времени, то после окончания заболевания часто наблюдается повышенное СОЭ (иногда в течение нескольких месяцев). Об этом феномене следует помнить. Повышение СОЭ в этих случаях просто отражает период выздоровления.

Диагностический алгоритм при повышенной СОЭ

Один из диагностических алгоритмов для больного с повышенной СОЭ представлен ниже

1. Имеются ли данные, затрудняющие интерпретацию анализа СОЭ? (см. выше табл. 2)

Да. — интерпретировать с осторожностью.

Нет. — см. пункт 2.

2. Есть ли у больного какие-нибудь симптомы?

Нет. — Наблюдать через определенные промежутки времени.

Да. — см. пункт 3.

3. Можно ли предположить причину повышения СОЭ на основании данных анамнеза и клинического исследования?

Нет — изучить таблицу 4 (перечень возможных заболеваний) с целью поиска гипотез.

Да — проведение диагностических исследований.

4. Диагноз поставлен?

Да — начать терапию.

Нет — изучить таблицу 4 (перечень возможных заболеваний) с целью поиска гипотез.

Диагностические исследования

Объем дополнительных лабораторно-инструментальных исследований зависит от первоначальной диагностической гипотезы. Если жалобы, данные анамнеза и клинические симптомы указывают на какую-либо определенную причину повышения СОЭ, то дополнительные лабораторные исследования должны проводиться в том же направлении.

В большинстве случаев прибегать к сложным или инвазивным методам диагностики нецелесообразно (особенно у бессимптомных пациентов). Так, например, Zacharski и Kyle [18], исследуя в клинике Мейо больных, у которых СОЭ достигала 100 мм/ч и более смогли поставить диагноз у 95% больных только при помощи сбора анамнеза, физикального осмотра, общих анализов крови и мочи, рентгенографии грудной клетки.

В первоначальную программу обследования целесообразно включать следующие пункты:

- Общие анализы крови и мочи
- Креатинин и СКФ
- Электролиты плазмы
- Бактериологическое исследование мокроты и мочи
- Электрокардиография
- Рентгенография грудной клетки
- УЗИ органов брюшной полости
- Консультация стоматолога, лор-врача, инфекциониста, гинеколога, уролога
- С помощью такой тактики, учитывая данных анамнеза и физикального осмотра, можно поставить диагноз у 54% больных, а у других 46% больных определить показания для использования более сложных методов исследования .

Повышение СОЭ у субъективно здоровых лиц

Если при наличии повышенной СОЭ нет никаких клинических симптомов, то следует ли подвергать потенциально здорового человека обследованию?

Некоторые врачи и больные надеются, что дополнительные более сложные методы обследования позволят обнаружить скрыто протекающее заболевание. Но, как показывают данные литературы, анализ на СОЭ не пригоден для выявления скрыто протекающих заболеваний у субъективно здоровых лиц и не соответствует критериям, предъявляемым скрининг-тестам.

Таким образом, если обычные рутинные методы исследования не дали результат, то самым оптимальным выходом вместо дополнительного подробного обследования будет наблюдение в динамике с периодическими осмотрами через 6 месяцев в первый год и далее стандартный диспансерный осмотр 1 раз в год.

Как правило, срока в 6 месяцев достаточно, чтобы серьезная патология как-то проявила себя и появились те или иные симптомы.

Настойчивое продолжение обследования бессимптомных больных сопряжено с определенным риском. Чем старательнее врач и больной ищут заболевание, тем более вероятно, что они его найдут, независимо от того, существует ли оно на самом деле.

Если врачи или пациент делают выбор в пользу обследования, то они должны осознавать диагностические ограничения результатов анализа СОЭ и проводить минимум дополнительных методов обследования. Примерная диагностическая программа приведена выше. Список лабораторных анализов в предлагаемом выше алгоритме лишь приблизительно определяет направление дальнейшего поиска.

Почти каждый практикующий врач может припомнить лиц, у которых повышение СОЭ наблюдается в течение многих лет без клинических признаков какого-либо заболевания, либо было обусловлено наличием гиперхолестеринемии или анемии.

Итак, у бессимптомных пациентов с повышенной СОЭ целесообразно избегать подробного обследования до тех пор, пока не появятся какие-либо жалобы.

Замедленная СОЭ

Замедленной СОЭ принято считать величину 1-4 мм/ч. Большинство врачей не обращает на такие величины никакого внимания. Между тем замедленная СОЭ несет в себе не менее важную информацию, чем повышенная. Даже снижение и нормализация СОЭ у больного не всегда свидетельствует об исчезновении патологического процесса, который ранее обусловил ее повышение.

Логично считать, что все ранее перечисленные факторы, которые участвуют в повышении СОЭ, приобретают обратную направленность и ведут к замедлению СОЭ. Другими словами, протеинограмма при замедленной СОЭ должна быть прямо противоположна таковой при ускоренной СОЭ: фибриноген на нижней границе нормы или слегка снижен, абсолютная или относительная гипогаммаглобулинемия, нормальное или относительно повышенное содержание альбуминов.

В клинической практике наиболее часто встречается следующие группы пациентов, имеющих замедленную СОЭ.

1. Реконвалесценты после перенесенной вирусной инфекции (чаще после гриппа). Это преходящее явление.
2. Лица, имеющие астено-невротический синдром (быстрая утомляемость, частые головные боли и пр.) и хроническую очаговую инфекцию (особенно в половой сфере). Чаще всего это женщины и дети. У большинства из них замедленная СОЭ обнаруживается случайно, носит хронический характер и часто сочетается с умеренной лейкопенией.
3. Пациенты, длительно получавшие системную терапию глюкокортикоидами. Замедленная СОЭ в данном случае отражает угнетение передней доли гипофиза. В настоящее время замедленная СОЭ у таких пациентов встречается редко, т.к. выраженные признаки синдрома Кушинга, опережающие по времени замедление СОЭ, обращают на себя внимание и соответствующая коррекция терапии не позволяет достичь выраженного угнетения передней доли гипофиза.

ЧАСТЬ 7

Инструментальные исследования

Термометрия

Измерение температуры тела должно проводиться у каждого впервые обратившегося больного независимо от предполагаемого диагноза.

Измерение температуры тела необходимо, чтобы установить возможное отклонение ее от нормы, определить размах ее суточных колебаний и оценить динамику температуры тела на протяжении более или менее долгого срока.

Приборы для измерения температуры тела

Для предварительной оценки вполне допустимо определять температуру тела наощупь. При определенном навыке это позволяет даже угадывать приблизительно насколько повышена температура тела. Способом оценки наощупь пользуются при сравнении температуры кожи над областью очага воспаления, например, сустава, по сравнению с соседним местом или аналогичным суставом на противоположной стороне тела.

Но только измерение температуры тела при помощи специального прибора — градусника (термометра) — дает точные и сравнимые величины.

Слово «Термометр» имеет греческое происхождение [греч. thermē жар, тепло + metreō мерю, измеряю].

Слово «Градусник» происходит от латинского слова gradus — шаг, ступень, степень. Различают градусы Фаренгейта (°F), Реомюра (°R), Цельсия (°C), температурную шкалу Кельвина (K).

Немного истории

Первое устройство для измерения температуры было создано итальянским ученым Галилео Галилеем (G.Galilei, 1564-1642). Его прибор использовал физическое явление изменения объема газа при нагревании и охлаждении. Недостатком первого термометра было отсутствие точной шкалы, которая позволяла бы выразить значения в численной форме.

Температурная шкала Фаренгейта

Немецкий физик Габриель Фаренгейт (G.Fahrenheit, 1686-1736), разработавший спиртовой термометр (1709) и ртутный термометр (1714), предложил первую температурную шкалу, названную его именем. В качестве нижней опорной точки (0°F) он использовал температуру замерзания солевого раствора, самую низкую воспроизводимую температуру в то время, а в качестве верхней точки использовалась температура тела человека (96°F). Сам изобретатель определял вторую эталонную точку как «температуру под мышкой здорового англичанина» (поскольку Фаренгейт трудился в Великобритании). С тех пор в странах английской культуры измерение температуры тела осуществляется при помощи градусников с температурной шкалой Фаренгейта.

Температурная шкала Реомюра

В 1730 году французский естествоиспытатель Рене Реомюр (R.Reaumur, 1683-1757) предложил свою температурную шкалу. В 1737 его признали иностранным почетным членом Петербургской Академии Наук и в России для измерения температуры тела стали использовать градусники со шкалой Реомюра. Согласно этой температурной шкале, один градус равнялся 1/80 разности температур кипения воды и таяния льда при атмосферном давлении. Спустя несколько десятков лет эта температурная шкала практически вышла из употребления.

Температурная шкала Цельсия

Всем нам знакомая десятичная температурная шкала была предложена в 1742 г. шведским физиком Андерс Цельсием (A.Celsius, 1701-1744). Опорные точки соответствовали температурной шкале Реомюра, но 1 градус равнялся 1/100 разности температур кипения воды и таяния льда.

Температурная шкала Кельвина

И, наконец, в начале 19-го века английский ученый Уильям Томсон, получивший в 1866 году за научные заслуги титул барона Кельвина (Kelvin, 1824-1907), предложил температурную шкалу, которая стала впоследствии основой для международного стандарта современной термометрии. Одновременно Кельвин обосновал понятие абсолютного нуля температуры, при котором прекращается любое тепловое движение. Именно от этого абсолютного нуля и отсчитываются температуры по шкале Кельвина.

Перевести температуру из одной температурной шкалы в другую можно, если знать, что 0°C соответствует 32°F и 273,15 K, а 100°C равнозначны 212°F и 373,15 K.

Существует множество различных приборов для измерения температуры: жидкостные, манометрические, термоэлектрические термометры, термометры сопротивления и др.

1. Ртутный термометр

Ртутный термометр представляет собой тонкую, запаянную с обеих сторон капиллярную трубку, из которой выкачан воздух. На нижнем конце этой трубки находится резервуар, заполненный ртутью. На планочке, к которой прикреплена трубка, нанесена шкала с делениями от 34 до 42 градусов Цельсия. Каждый градус подразделен на 10 меньших делений по 0,10С

Термометр медицинский максимальный отличается от обычного ртутного термометра тем, что просвет на месте перехода капиллярной трубки в резервуар для ртути сужен и искривлен, что затрудняет движение ртути в этом колене. Поэтому при нагревании ртуть медленнее достигает своего максимального уровня, но зато после прекращения нагревания ртутный столбик сам по себе не опускается, а продолжает показывать максимальную цифру на температурной шкале, до которой он дошел. Поэтому такой термометр и называют максимальным. Чтобы столбик ртути опустился обратно в резервуар, ртутный термометр надо встряхнуть.

Ртутный термометр остается наиболее распространенным прибором для измерения температуры тела.

Достоинства ртутного термометра:

- Ртутный термометр по своим показателям наиболее близок к газовому термометру, который признан эталонным термометром. Поэтому считается, что ртутный термометр точнее остальных термометров измеряет температуру тела.
- Доступен по цене практически любому покупателю (обычно цена ртутного термометра не превышает 25-50 рублей).
- Допускает дезинфекцию с полным погружением в дез.раствор, поэтому подходят для медицинских учреждений.

Недостатки ртутного термометра:

Долгое время измерения — не менее 10 минут.

Главный недостаток, который легко перечеркивает все достоинства, — содержит опасную для здоровья ртуть (около 2 граммов) и при этом легко разбивается.

Именно по этой причине ртутный термометр для измерения температуры тела в некоторых странах запрещен. Запрет касается также комнатных термометров, барометров и приборов для измерения артериального давления. Данная мера позволяет существенно сократить количество токсичной ртути, попадающей с мусором в окружающую среду.

Чем опасен разбившийся градусник?

Ртуть — это жидкость с серебристо-металлическим блеском, которая начинает испаряться при температуре +18°С и выше. Если разбился градусник, то ртуть при ударе разбивается на мелкие капли и рассеивается по помещению, легко проникая в трещины полов, в щели под плитусами, застревая в ворсе ковров. Постепенно испаряясь, она отравляет воздух в помещении. Длительное поступление малых количеств ртути приводит к хронической ртутной интоксикации, которая может проявляться дерматитом, стоматитом, саливацией, металлическим вкусом во рту, поносом, анемией, головными болями, тремором конечностей, поражением почек.

В диагностике ртутных отравлений особое значение имеют лабораторные данные. Выделение с мочой более 0,3 мг/л ртути указывает на возможность ртутной интоксикации.

Мероприятия, направленные на дезактивацию ртути (демеркуризацию) в случае когда разбился ртутный термометр.

Если разбился ртутный градусник, то нельзя вытирать разлившуюся ртуть тряпкой (это приведёт лишь к дальнейшему раздроблению ртути), нельзя использовать для уборки пылесос. Для сбора ртутных шариков можно использовать резиновую грушу, лейкопластырь (или липкую ленту - скотч).

Уборка капель ртути осуществляется от периферии загрязнённого участка к его центру. Крупные капли собираются резиновой грушей, мелкие — при помощи лейкопластыря. Всё собран-

ное и то, чем собирали (резиновая груша, лейкопластырь, разбитый градусник), помещается в эмалированную или стеклянную посуду, наполненную раствором демеркутизатора, и плотно закрывается крышкой. Собранную ртуть можно сдать в местный санэпиднадзор (их же можно пригласить для проведения анализа воздуха на наличие паров ртути).

Место аварии, где разбился градусник, обрабатывается раствором демеркутизатора. Демеркутизаторы — это химические вещества, применение которых снижает скорость испарения ртути и облегчает механическое удаление ртути. К демеркутизаторам относят:

- мыльно-содовый раствор (4% раствор мыла в 5-процентном водном растворе соды);
- 0,2% водный раствор перманганата калия, подкисленного соляной кислотой (5 мл кислоты, удельный вес 1,19, на 1 л раствора перманганата калия);
- 20% раствор хлорной извести;
- 5-10% раствор соляной кислоты и др.

В медицинских учреждениях должна быть сформирована укладка для проведения демеркутизации с необходимым запасом средств химической демеркутизации.

Состав укладки для демеркутизации

| Назначение | Наименование и количество |
|--|--|
| Для разведения раствора демеркутизатора и дезактивации собранной ртути | ёмкость 1 л (стеклянная или эмалированная) с плотнозакрывающимися крышками — 2 шт. |
| Навеска для приготовления раствора демеркутизатора | 40 грамм стружки хозяйственного мыла — 5 шт. 50 г кальцинированной соды — 5 шт. |
| Для сбора ртути | лейкопластырь — 1 упаковка |
| Спец. одежда | халат марлевая маска резиновые перчатки |

Правила использования ртутного термометра

Перед каждым измерением надо осмотреть ртутный термометр, чтобы убедиться, что ртутный столбик находится ниже 350С. Если он выше, то его надо стряхнуть.

Стряхивание производят следующим образом: захватив верхнюю часть термометра в кулак так, чтобы головка упиралась в ладонь, резервуар с ртутью смотрел вниз, а середина термометра оказалась между большим и указательными пальцами надо несколько раз отрывистым движением в локтевом суставе с силой опустить руку вниз, делая при это внезапную остановку.

После использования ртутный термометр подвергается дезинфекции. Никогда ртутный термометр не моют горячей водой.

2. Электронный термометр

Электронный термометр предназначен для аксиллярного, орального или ректального измерения температуры. Он прост и удобен в употреблении. Воспринимающим устройством у электронного термометра является термопара.

В России можно приобрести электронные термометры японских фирм Omron, Citizen, AnD и компаний Microlife (Швейцария), SAAT (Израиль). Цена находится в зависимости от набора характеристик (см. ниже) и фирмы-производителя и, как правило, превышает 100 рублей.

Электронный термометр может обладать следующими характеристиками:

- автотестирование при включении на работоспособность;
- быстрота измерения (от 10 секунд до 5 минут максимум);

- подача звукового сигнала по окончании измерения: например, одни модели подают сигнал, если в течение 15 секунд дальнейший подъем температуры не превышает 0,1 градуса; другие — если в течение 8 секунд температура не изменяется более, чем на 0,01 градуса;
- отражение хорошо видимого результата измерения на дисплее;
- возможность измерения по шкале Цельсия или Фаренгейта;
- ударопрочный и водонепроницаемый корпус;
- жесткий или гибкий пластиковый наконечник;
- память, содержащая результаты предыдущих измерений;
- автовыключение (обычно через 10 минут).

При выборе электронного термометра следует помнить, что существуют одноразовые модели, в которых аккумулятор не подлежит замене. Такой электронный термометр рассчитан в среднем на 2000 измерений. То есть, даже при ежедневной эксплуатации его хватит для того, чтобы измерять температуру 2 раза в день в течение 2-3 лет.

Модели, у которых корпус не полностью защищен от проникновения влаги, не подходят для использования в лечебно-профилактических учреждениях.

Электронный термометр-соска для детей похож на обычную соску. Термометр снабжен датчиком и жидкокристаллическим экраном, на котором через несколько секунд после начала замера отражается температура ребенка. Покрытие соски абсолютно безопасное для здоровья малыша. Если ребенок плачет или дышит через рот, то показания электронного термометра будут занижены из-за притока воздуха в ротовую полость. Кстати, именно из-за не соблюдения правил измерения температуры и родился миф о плохой точности электронных термометров.

Правила использования электронного термометра

Измерение температуры тела в подмышечной впадине не относится к надежному способу измерения, поскольку, в отличие от ротовой полости и прямой кишки, сложнее изолировать электронный термометр от контакта с окружающей средой. Поэтому, если вы привыкли, что нормальные показатели температуры тела начинаются с цифры 36, следует применять оральное или ректальное измерение, либо продолжать держать электронный термометр в подмышечной впадине, не обращая внимания на звуковой сигнал, до 5 минут общего времени. В этом случае показания электронного термометра будут повышаться до достижений ее максимального значения в месте соприкосновения электронного термометра с телом.

3. Инфракрасный термометр

Инфракрасные термометры бывают ушные, лобные и бесконтактные.

Инфракрасный термометр измеряет температуру практически мгновенно (от 2 до 7 секунд). Поскольку далеко не каждого малыша можно заставить держать термометр под мышкой на протяжении нескольких минут, инфракрасный термометр идеально подходит для измерения температуры у детей.

Ушной инфракрасный термометр пользуется малым спросом, поскольку обладает определенными недостатками: ушной инфракрасный термометр показывает точную температуру только при отсутствии у пациента воспаления среднего уха. Кроме того, если при замере температуры ребенок будет кричать, то термометр также покажет повышенную температуру тела.

При каждом измерении необходимо использовать одноразовый чехол, который защищает мембрану ушного измерительного наконечника. То есть надо дополнительно еще тратить деньги на сменный комплект "колпачков" и это при условии, что стоимость ушного инфракрасного термометра составляет около 1000 рублей.

Были зафиксированы крайне редкие случаи повреждения барабанной перепонки. Бесконтактный лобный инфракрасный термометр позволяет измерить температуру, не касаясь тела пациента. Основное достоинство бесконтактного метода измерения — полная гигиеничность. Если

контактные термометры необходимо дезинфицировать перед каждым замером температуры у разных людей, то бесконтактный термометр не нуждается ни в какой обработке.

Обычно измерение температуры тела проводится 2 раза в день (в 7-9 часов утра и в 17-19 часов вечера). Как правило, систематическое измерение температуры тела 2 раза в день дает возможность получить представление об ее суточных колебаниях, поэтому измерять температуру через более короткие промежутки (6-4-2 часа) нет необходимости.

Температуру тела можно измерять разными способами:

- в подмышечной впадине,
- в паховой складке,
- в ротовой полости,
- в ушном канале,
- в прямой кишке,
- во влагалище.

Результаты могут различаться: температура в ротовой полости обычно на 0,5 градуса ниже ректальной (измеренной в прямой кишке) и на 0,5 градуса выше температуры тела, измеренной под мышкой. Температура тела в ушном канале, равна или несколько выше ректальной. Температура тела, измеренная в паховой складке, близка температуре в полости рта.

Измерение температуры тела в подмышечной впадине

Подмышечная ямка чаще всего используется в России для измерения температуры тела, так как это практически удобно. Но при этом следует знать, что измерение температуры тела в подмышечной ямке является ненадежным, потому что при нем получаются наименее точные результаты, чем при измерении в других полостях.

Более того, температура может быть неодинаковой в левой и правой подмышечных впадинах (чаще слева на 0,1-0,30 С выше). Если при сравнительном измерении температуры разница больше 0,50 С, то это указывает на воспалительный процесс на той стороне, где наблюдаются более высокие цифры, или же на неточность измерения.

Перед установкой термометра в подмышечную впадину, необходимо протереть кожу салфеткой (особенно у потливых). Этим предупреждается охлаждение градусника во время измерения температуры вследствие испарения пота.

Устанавливать термометр надо так, чтобы весь ртутный резервуар со всех сторон соприкасался с телом в самой глубокой точке подмышечной впадины, никуда не смещаясь на протяжении всего времени измерения температуры тела.

Необходимо следить затем, чтобы воздух не попадал в подмышечную ямку, а термометр плотно прилегал к коже. Для этого надо прижать плечо и локоть к телу, чтобы подмышечная ямка была закрыта. При измерении температуры тела у маленьких детей и больных, находящихся в бессознательном состоянии необходимо дополнительно придерживать руку, пока не завершится измерение.

Время измерения температуры тела в подмышечной впадине: 5 минут (при использовании ртутного термометра — не менее 10 минут).

Нормальная температура тела при измерении в подмышечной ямке: 36,3-36,90 С.

Измерение температуры тела в паховой складке

Это не лучший способ измерения температуры тела, но его допустимо использовать у грудных детей. Ребенка укладывают на спину и сгибают его ногу в тазобедренном суставе, приводя бедро к туловищу. Удерживают бедро в таком положении в течение всего времени измерения температуры тела (в течение 5-10 минут в зависимости от типа используемого термометра).

Измерение температуры в полости рта

Данный способ измерения температуры тела распространен в англоязычных странах и является довольно надежным. Но он противопоказан: детям до 4-5 лет, детям с повышенной возбу-

димостью и психическим больным, при наличии у пациентов заболеваний полости рта и/или расстройства носового дыхания.

Следует знать, что температура в полости рта может изменяться при недавнем курении или приеме холодных/горячих жидкостей, а увеличение частоты дыхания на каждые 10 дыхательных движений выше нормы может снижать температуру в ротовой полости на 0,50 С.

Перед измерением температуры тела у пожилых снимают съемные зубные протезы.

Наконечник термометра помещают под язык справа или слева от его уздечки.

Просят больного держать рот плотно закрытым, чтобы не поступал холодный воздух.

Время измерения температуры тела в полости рта ртутным термометром: 3 минуты.

Нормальная температура тела при измерении в полости рта: 36,8-37,30 С.

Если пациент случайно откусил кончик ртутного термометра при измерении температуры тела, то беспокоиться не нужно — ртуть в том количестве, в котором она содержится в термометре, при проглатывании не вызывает отравления, а мелкие осколки стекла выходят с калом. Но этого следует избегать и пользоваться безвредными аппаратными средствами измерения температуры

Измерение температуры тела в ушном канале

Довольно редкий способ, тем не менее он распространен в Германии при измерении температуры тела у детей, а также при использовании специального ушного инфракрасного термометра. Мочка уха оттягивается вверх и назад, чтобы выпрямить ушной канал; после чего кончик термометра осторожно вводится в ухо приблизительно на глубину 1 см.

Измерение температуры тела в прямой кишке

Прямая кишка представляет собой замкнутую анальным сфинктером полость с устойчивой температурой, поэтому при измерении температуры тела в прямой кишке получаются наиболее точные результаты. Кроме того, температура в прямой кишке ближе всего к температуре внутренних органов.

Этот способ измерения температуры широко применяют при термоневрозах, а также у детей до 4-5 лет, истощенных и ослабленных больных (у которых градусник в подмышечной области не плотно охватывается мягкими тканями). Противопоказания: задержка стула (ампула прямой кишки иногда бывает заполнена каловыми массами), понос, заболевания прямой кишки (проктит, геморрой и др.)

Перед введением в прямую кишку кончик термометра надо смазать вазелином или маслом. Взрослый пациент занимает положение на боку, маленького ребенка укладывают на живот.

Градусник плавно вводится в прямую кишку на глубину 2-3 см (взрослому больному можно предоставить это сделать самому).

После введения пациент должен лежать, термометр удерживается пальцами (как сигарета), лежащей на ягодицах кисти. Ягодицы должны плотно прилегать одна к другой, чтобы исключить влияние холодного воздуха.

Нельзя резко вводить термометр, жестко фиксировать его в прямой кишке, двигаться во время измерения температуры тела.

Время измерения температуры тела в прямой кишке ртутным термометром: 1-2 минуты.

Нормальная температура тела при измерении в прямой кишке: 37,3-37,70 С.

После измерения температуры тела градусник обязательно помещают в дезраствор. Термометр, использованный для измерения температуры в прямой кишке, хранят отдельно от других термометров.

Измерение температуры тела во влагалище

Этот способ измерения температуры тела используется главным образом для определения времени овуляции. Измерение температуры тела проводят утром, не вставая с постели.

Термометр вводят глубоко во влагалище.

Время измерения температуры тела во влагалище ртутным термометром: 5 минут.

Нормальная температура тела при измерении во влагалище (зависит от фазы менструального цикла): 36,7-37,50 С.

После измерения температуры тела градусник обязательно помещают в дезраствор. Термометр, использованный для измерения температуры во влагалище, хранят отдельно от других термометров.

Оценка результатов термометрии

Температура (от лат. *temperatura* — соразмерность, нормальное состояние) — это физическая величина, характеризующая состояние термодинамического равновесия системы. Если система не находится в равновесии, то между ее частями, имеющими различную температуру, происходит теплообмен. Более высокой температурой обладают те вещества, у которых средняя кинетическая энергия молекул выше. То есть температура количественно характеризует меру средней кинетической энергии теплового движения молекул какого-либо вещества.

Из определения температуры следует, что ее нельзя измерить непосредственно и судить о ней можно только по изменению физических свойств (объема, электрического сопротивления, интенсивности излучения и т.д.) специальных приборов — термометров. Проводя измерения, следует помнить, что любой термометр всегда измеряет свою собственную температуру. Когда между термометром и изучаемым телом наступает термодинамическое равновесие, термометр показывает не только свою температуру, но и температуру изучаемого тела.

Нормальная температура разных органов и тканей

Температура тела человека — это баланс между образованием тепла в организме (как продукта всех обменных процессов в организме) и отдачей тепла через поверхность тела, особенно кожу (до 90-95%), а также через легкие, фекалии и мочу.

Теплообразование происходит во всех органах и тканях, но не одинаково интенсивно. Функционально активные ткани и органы (например, мышцы, печень, почки) производят больше тепла, чем менее активные (соединительная ткань, кости). Потеря тепла органами и тканями зависит в большой степени от их месторасположения. Поверхностно расположенные кожа и скелетные мышцы отдают больше тепла и охлаждаются сильнее, чем внутренние органы.

Отсюда понятно, что температура разных органов различна. Так, печень, расположенная внутри тела и дающая большую теплопродукцию, имеет более высокую температуру (38 градусов) по сравнению с кожей, температура которой значительно ниже (особенно на покрытых одеждой участках) и зависит от окружающей среды.

Более того, различные участки кожи имеют неодинаковую температуру. Обычно кожа головы, туловища и верхних конечностей на 5-7 градусов теплее, чем кожа стоп, температура которых колеблется в пределах 24-35 градусов. Температура может быть неодинаковой в левой и правой подмышечных впадинах, чаще слева на 0,1-0,30 С выше.

- Нормальная температура тела в подмышечной ямке: 36,3-36,90 С.
- Нормальная температура тела в полости рта: 36,8-37,30 С.
- Нормальная температура тела в прямой кишке: 37,3-37,70 С.

Физиологические колебания температуры тела

Температура тела — это не постоянная величина. Значение температуры зависит от: Времени суток. Минимальная температура бывает утром (3-6 часов), максимальная — во второй половине дня (14-16 и 18-22 часа). У работающих в ночное время могут быть обратные отношения. Разница между утренней и вечерней температурой у здоровых людей не превышает 10 С. Двигательной активности. Покой и сон способствуют снижению температуры. Сразу после еды также наблюдается небольшое повышение температуры тела. Значительное физическое напряжение может вызвать повышение температуры на 1 градус.

Как уже было сказано, наиболее интенсивное теплообразование в организме происходит в мышцах. Небольшая двигательная активность ведет к увеличению теплообразования на 50-80%, а тяжелая мышечная работа — на 400-500%. В условиях холода теплообразование в мышцах увеличивается, даже если человек находится в неподвижном состоянии. Это обусловлено тем, пониженная окружающая температура, действуя на рецепторы, воспринимающие холодное раздражение, рефлекторно возбуждает беспорядочные произвольные сокращения мышц, проявляющиеся в виде дрожи (озноба).

При этом обменные процессы организма значительно усиливаются, увеличивается потребление кислорода и углеводов мышечной тканью, что и влечет за собой повышение теплообразования. Даже произвольная имитация дрожи увеличивает теплообразование на 200%.

Фазы менструального цикла. У женщин с нормальным температурным циклом кривая утренней влагалищной температуры имеет характерную двухфазную форму. Первая фаза (фолликулярная) характеризуется низкой температурой (до 36,7 градусов), длится около 14 дней и связана с действием эстрогенов. Вторая фаза (овуляция) проявляется более высокой температурой (до 37,5 градусов), длится около 12-14 дней и обусловлена действием прогестерона. Затем перед менструацией температура падает и начинается очередная фолликулярная фаза. Отсутствие понижения температуры может указывать на оплодотворение. Характерно, что утренняя температура, измеряемая в подмышечной области, в полости рта или прямой кишке, дает аналогичные кривые.

Отклонения от нормы

- Гипотермия
- Гипертермия
- Лихорадка

Гипотермия — это состояние, при котором температура тела под влиянием внешних факторов опускается ниже 35 градусов. Быстрее всего гипотермия возникает при погружении в холодную воду. При гипотермии наблюдается состояние, подобное наркозу: исчезновение чувствительности, ослабление рефлекторных реакций, понижение возбудимости нервных центров и интенсивности обмена вещества, замедление дыхания и частоты сердечных сокращений, снижение сердечного выброса и артериального давления.

Кратковременные и не чрезмерно интенсивные воздействия холодом не вызывают изменений теплового баланса организма и не приводят к гипотермии. Но они способствуют развитию простудных заболеваний и обострению хронических воспалительных процессов. В этой связи важную роль приобретает закаливание организма. Закаливание достигается повторными воздействиями низкой температуры возрастающей интенсивности. У ослабленных людей закаливание следует начинать с водных процедур нейтральной температуры (32 градуса) и понижать температуру на 1 градус через каждые 2-3 дня. К сожалению, закалывающий эффект исчезает после прекращения тренировок, поэтому выполнение режима закаливания должно быть непрерывным. Эффект закаливания проявляется не только при водных процедурах, но и при воздействии холодного воздуха. При этом закаливание происходит быстрее, если воздействие сочетается с активной мышечной деятельностью (например, физические упражнения на свежем воздухе).

Гипертермия — это состояние, при котором температура тела поднимается выше 37 градусов (при измерении в подмышечной ямке). Она возникает при продолжительном воздействии высокой температуры окружающей среды, особенно при влажном воздухе (например, тепловой удар). От гипертермии следует отличать лихорадку — повышение температуры, когда внешние условия не изменены, а нарушен процесс терморегуляции организма.

Лихорадка — это защитно-приспособительная реакция организма, возникающая в ответ на действие раздражителей (чаще инфекционных) и выражающаяся в перестройке терморегуляции на поддержание более высокого, чем в норме, уровня теплосодержания и температуры тела. Температура при инфекционной лихорадке обычно не превышает 41,0 С, в отличие от гипертермии, при которой она бывает выше 41,0 С

Регистрация температуры

Показания термометра заносятся на температурный лист, где точками обозначается утренняя и вечерняя температура. На основании отметок, сделанных в течение нескольких дней, получают температурную кривую, которая имеет характерный вид при некоторых патологических состояниях.

Температурный лист может содержать и другие сведения: частоту сердечных сокращений, уровень артериального давления, частоту дыхания, при поносах — число дефекаций, периодически (один раз в 5-10 дней) вес тела, число эритроцитов, лейкоцитов, уровень гемоглобина, СОЭ и т.д.

ЧАСТЬ 8

Холтеровское мониторирование ЭКГ

Холтеровское мониторирование — это непрерывная запись ЭКГ при помощи портативных устройств в течение 24 часов и более в ходе обычной для пациента активности.

Холтеровское мониторирование не ограничивает свободу поведения пациента и позволяет сопоставить изменения на ЭКГ с клиническими симптомами или отсутствием таковых. Кроме того, длительный период записи в несколько часов/суток имеет значительные преимущества перед записью электрокардиограммы, регистрирующей сигналы только на протяжении нескольких минут.

Например, у больных с ИБС на обычной ЭКГ покоя желудочковая экстрасистолия обнаруживается приблизительно в 5% случаев, а при 24-часовой записи — у более чем 90% обследованных.

Данный метод впервые предложил американский биофизик Норман Холтер (Norman Holter, 1914-1983), разработавший в конце 50-х годов ЭКГ-регистратор с 10-часовой записью одного отведения на магнитную ленту.

Уже в 1963 году Bruce Del Mar создал первую коммерческую систему холтеровского мониторирования, а в 1969 году Henkel продемонстрировал связь между желудочковыми аритмиями, выявленными в результате холтеровского мониторирования, и внезапной сердечной смертностью. Несмотря на разнообразие промышленных моделей холтеровских мониторов, все они похожи по принципу устройства и содержат два главных блока: записывающее устройство (монитор, рекордер, регистратор) и дешифратор.

Первоначально использовались одноканальные регистраторы, на смену которым в конце 80-х годов прошлого века пришли двухканальные холтеровские системы. Но для выявления ишемических изменений (в отличие от диагностики аритмий) двух отведений не достаточно. Поэтому в настоящее время используются системы из трёх отведений, коммутирующиеся 7 электродами, а также системы из 12 отведений.

Если устройства первого поколения производили запись на магнитную ленту, которую потом расшифровывал оператор, то современные приборы осуществляют цифровую запись и самостоятельно проводят анализ ЭКГ в реальном масштабе времени. То есть в конце холтеровского мониторирования оператор получает уже обработанную ЭКГ: все зубцы и комплексы, интервалы и сегменты опознаны, классифицированы и сделано предварительное автоматическое заключение. После этого оператор переключает программу в диалоговый режим, чтобы исправить ошибки автоматического анализа ЭКГ, а также для уточнения и расширения информации.

Системы прикроватного мониторинга имеют важное значение в палатах интенсивной терапии и реанимационных отделениях. Они применяются для контроля над биологическими параметрами пациента и реакции на критические состояния, и объединяют в себе множество данных, поступающих с различного медицинского оборудования.

Системы прикроватного мониторинга могут быть концептуально представлены в виде 4-х уровней.

- Первый - сигнальный уровень, собирает данные с оборудования и производит простейшую предварительную обработку данных.
- Второй - корректирующий уровень, удаляет из потока данных артефакты (сбои аппаратуры, линий передачи и т.п.).
- Третий - уровень преобразования, анализирует и классифицирует поступающие данные на физиологические параметры (нормальные, пониженные или завышенные).
- Четвертый - уровень заключения, получает вероятностные диагностические выводы, основываясь на имеющихся физиологических или патофизиологических моделях. В дополнение к четырем уровням, системы прикроватного мониторинга снабжаются средствами обмена данными с госпитальными информационными системами.

Сигнальный уровень включает физиологические сигналы (электрокардиограмму, электроэнцефалограмму, артериальное давление и т.д.) и информацию с терапевтических устройств, аппаратов ввода лекарств. Современные мониторные системы обладают также способностями предварительной обработки указанных сигналов. В системах прикроватного мониторинга может объединяться и функционировать до 20 типов оборудования, которое в свою очередь может выдавать более 100 типов информационных сообщений. Для разрешения данных проблем в области интенсивной терапии и реанимации был разработан стандарт IEEE P1073 на управление коммуникациями данных.

При увеличении количества обрабатываемой информации существует риск получения некорректного сигнала, снятого при ошибке оборудования, при высоком уровне помех, и т.д. Данное искажение информации способно сильно затруднить работу и принятие необходимых действий в критических ситуациях. Частые сбои способны полностью вывести из строя систему тревог прикроватного мониторинга. Для решения данных проблем необходима коррекция поступающей информации и, так называемая, интеллектуальная схема тревог. Корректирующие системы могут основываться на самых различных методах, от базирующихся на правилах алгоритмов до нейронных сетей и искусственного интеллекта.

Следующий информационный уровень включает преобразование числовых значений в символическое представление, и использование их для диагностики. Системы прикроватного мониторинга могут включать на данном уровне, как эмпирические, так и основанные на физиологических моделях методы. Эмпирические методы разрабатываются для выполнения специфических задач, и имеют общую архитектуру: модуль преобразования данных, модуль определения состояния пациента и модуль терапевтического назначения. Основанные на физиологических моделях системы пока еще мало применяются в связи с трудностями разработки и реализации.

Требования, предъявляемые к современным системам прикроватного мониторинга далеко неоднозначны. Интеллектуальные мониторные системы должны включать контекстный съем, обработку, анализ и отображение информации. С одной стороны это определение состояния и истории в одном интерпретирующем и мониторном контексте. Этот контекст может использоваться для определения граничных значений физиологических параметров, трендов, нормальной взаимосвязи между значениями. С другой стороны, должны обеспечиваться непрерывная запись на носитель, а также различные способы представления информации. Таким образом, необходимо хорошее соотношение между качеством отображением информации и автоматизированной обработкой физиологических данных.

В зависимости от целей исследования можно выделить 3 категории регистрируемых электрокардиограмм (ЭКГ): ЭКГ покоя, ЭКГ нагрузки и ЭКГ–мониторинг аритмий. В системах прикроватного мониторинга регистрируется ЭКГ аритмий. Цель автоматизированного анализа электрокардиографических сигналов в системах прикроватного мониторинга - постановка диагноза и составление прогноза для пациента.

Первые попытки автоматизации ЭКГ–анализа в данных системах были предприняты в 70-х годах. Наиболее важные преимущества автоматической обработки данных состоят в следующем: 1) обработка данных осуществляется по одинаковой схеме; 2) результаты представляются в стандартном виде; 3) можно использовать стандартную терминологию. Обычно ЭКГ–анализ выполняется в четыре этапа:

- ввод ЭКГ;
- фильтрация ЭКГ;
- распознавание характерных элементов ЭКГ и измерение соответствующих параметров;
- интерпретация и классификация ЭКГ.

На ЭКГ сердечный цикл обычно представляется в виде трех комплексов. Р–комплекс соответствует деполяризации предсердий, QRS– деполяризации желудочков, Т– их реполяризации. Каждый комплекс состоит из нескольких разнонаправленных пиков (зубцов). Число пиков в каждом комплексе неодинаково в разных отведениях и у разных пациентов. Р– и Т–комплексы обычно содержат один или два зубца, а QRS–комплекс – от одного до семи. Наиболее трудоемкой задачей является распознавание характерных элементов ЭКГ и измерение параметров. Характерные элементы ЭКГ, которые необходимо распознать – это комплексы, сегменты (расстояние между зубцами) и интервалы. К параметрам ЭКГ, подлежащим измерению, относятся высота зубцов и длительность комплексов, а также величина сегментов и интервалов. Таким образом, необходимо выполнять два типа измерений: временные и амплитудные.

Наиболее типичный метод распознавания элементов ЭКГ состоит из трех этапов: Распознавание пиков, т.е. выявление истинных пиков ЭКГ (не артефактов). Выявление пиков осуществляется в два этапа. На первом выявляются все пики – как истинные, так и связанные с шумами (ложные). На втором этапе выявляются ложные пики и исключаются из числа всех пиков, выявленных на предыдущей стадии. Разграничение пиков, т.е. нахождение границ между истинными пиками. Один из методов разграничения пиков основан на критерии максимальной кривизны. Согласно этому критерию, пограничные точки пика – это точки максимальной кривизны. Кривизна в какой-либо точке кривой у находится по следующей формуле:

$$K = |y''| / \{1 + (y')^2\}^{3/2}$$

Распознавание характерных элементов ЭКГ. Наиболее трудоемкой задачей является выявление комплексов. Другие элементы ЭКГ (сегменты между зубцами, интервалы сердечного цикла) определить после этого не составляет труда. Как правило, наиболее “рельефный” элемент ЭКГ – комплекс QRS; его распознают в первую очередь.

Процедура распознавания QRS–комплекса состоит из двух этапов. На первом пики объединяются с образованием комплексов, под которыми понимаются набор последовательных пиков, не разделенных сегментами. На втором этапе выявляются QRS–комплексы. Совокупность пиков считается QRS–комплексом, если ее энергия превышает некоторую пороговую величину. Затем производится классификацию QRS–комплексов. На каждой данной ЭКГ QRS–комплексы классифицируются по степени сложности их конфигурации.

Это существенно для компьютерного анализа аритмий. QRS–классификация осуществляется на основе метода “выявление признаков/классификация”. Р– и Т–комплексы выявляются только в кардиоциклах, содержащих хорошо выраженные QRS–комплексы. Поиск Р– и Т–комплексов осуществляется в области до (после) репрезентативного QRS–комплекса. Один или два последовательных пика в этой области считаются Р– (или Т–) комплексом, если для них выполняются пороговые условия по ширине и амплитуде.

Результаты выявления элементов ЭКГ и измерения их параметров используются для интерпретации с целью постановки правильного диагноза. В настоящее время известны две основные категории алгоритмов, применяемых в различных системах автоматической диагностики. К первой категории относятся алгоритмы, моделирующие логику врача-диагноста. Естественно, в них используются признаки заболеваний, диагностическая значимость которых установлена всем предшествующим опытом медицины. Применительно к задачам электрокардиографии это связано, в частности, с обязательным использованием параметром медицинского описания электрокардиограммы.

Алгоритмы второй категории, как правило, основаны на методах многомерного статистического анализа и теории вероятностей. При этом отказываются не только от медицинской логики,

но и от принятых в медицине обозначений элементов электрокардиограммы и способов измерения.

Обе названные категории алгоритмов имеют свои достоинства и недостатки. Безусловное достоинство медицинских алгоритмов - в возможности их быстрой реализации. Это определяется тем, что они концентрируют опыт диагностики, накопленный в медицине, и не требуют предварительных обучающих выборок. Предел диагностических возможностей таких алгоритмов ограничивается современным уровнем развития медицины, а качество конкретных алгоритмов - компетентностью лиц, их составляющих. Главным недостатком медицинских алгоритмов является то, что они ограничиваются лишь формализацией диагностической логики врача. Основное преимущество компьютера перед человеком, неизмеримо большие вычислительные возможности, используется при этом лишь в самой малой мере. Поэтому при применении медицинских алгоритмов остается неиспользованной важная информация, например, о взаимных фазовых соотношениях электрокардиографических отведений, которую человек из электрокардиограммы извлечь не может.

Достоинством немедицинских диагностических алгоритмов является то, что они могут использовать любые параметры описания электрокардиограммы. Благодаря этому им оказываются доступны резервы информации, которые в клинической практике остаются неиспользованными. Недостатком этих алгоритмов является неудобство их обучения. Это представляет существенные трудности, так как связано с подбором хорошо исследованных больных с заболеваниями, различать которые должен научиться автомат. Тем не менее, алгоритмы второй категории считаются более перспективными, так доступная им новая информация даст возможность сделать диагностику более эффективной.

В последнее время ведутся активные работы, как в России, так и за рубежом, по разработке более точных и быстрых алгоритмов классификации электрокардиограмм. Большая часть работ направлена на использование нейронных сетей. В них с помощью обучения нейронной сети соответствующими выборками (иногда с предварительной обработкой), добиваются устойчивого распознавания типов ЭКГ и выявления нарушений. Широко используется спектральный анализ электрокардиограмм с последующим табличным преобразованием для нахождения QRS-комплексов. Также другие работы используют частотно-временной анализ для выявления QRS-комплексов, а также дополнительной информации об относительном смещении QRS-комплексов в отведениях.

В ряде работ используется модель Маркова¹⁸ для сегментации электрокардиограмм. Иногда делаются попытки построения алгоритмов, реализующих искусственный интеллект, для задач распознавания ЭКГ аритмий.

Таким образом, в заключении можно отметить, что проблема разработки алгоритмов распознавания элементов классификации электрокардиограмм по-прежнему актуальна, особенно, в системах прикроватного мониторинга в связи необходимостью постановки точного и быстрого диагноза.

Поскольку алгоритмы автоматического распознавания ЭКГ не обладают высокой специфичностью и нередко выдают ложноположительные результаты, правильная интерпретация зависит от компетенции врача-эксперта.

Показания к холтеровскому мониторингованию

Исходя из диагностических возможностей холтеровского мониторингования, можно определить следующие показания к данному исследованию.

Основные

- Выявление нарушений сердечного ритма и кровоснабжения миокарда при наличии жалоб (приступы сердцебиений и перебоев в работе сердца, эпизоды внезапной одышки, ночные боли в грудной клетке и пр.) Холтеровское мониторингование в данном случае уместно, когда симптомы

¹⁸ Модель Маркова — последовательность случайных событий с конечным или счётным числом исходов, характеризующаяся тем свойством, что, говоря нестрого, при фиксированном настоящем будущее независимо от прошлого.

появляются довольно часто и есть реальный шанс зарегистрировать их в течение суточной записи ЭКГ.

- Сопоставление синкопальных состояний неясного генеза или эпизодов головокружения неясной причины с изменениями на ЭКГ.
- Контроль и оценка работы имплантированного электрокардиостимулятора.
- Выявление безболевого ишемии миокарда и бессимптомных аритмий у пациентов с риском кардиальных осложнений (постинфарктный кардиосклероз, гипертрофическая кардиомиопатия, хроническая сердечная недостаточность).
- Объективная оценка эффективности антиаритмической и антиишемической терапии.

Дополнительные

- Выявление нежелательного действия на сердечно-сосудистую систему ряда медикаментов.
- Обследование лиц, работа которых требует повышенной ответственности (например, лётчики, машинисты и др.)
- Оценка вариабельности сердечного ритма, анализ длительности интервалов Q-T, поздних потенциалов желудочков и пр.

Подготовка пациента

Холтеровское мониторирование осуществляется путём наложения электродов, которые располагаются на грудной клетке пациента. Для лучшего контакта над участком наложения электродов сбривается волосяной покров, специальной наждачной резинкой скарифицируется эпидермис и обезжиривается кожа.

Для повышения электропроводности используется специальный гель, электроды фиксируются клейкими кольцами и полосками лейкопластыря. Применяют, как правило, одноразовые электроды.

Записывающее устройство снабжают аккумуляторными батареями и помещают в специальный футляр.

Во время холтеровского мониторирования пациент ведёт **дневник**, в котором отмечает основные события (например, подъём по лестнице, половой акт, мочеиспускание, сон и т.д.), а также неприятные и болевые ощущения в грудной клетке, сердцебиения, головокружение и пр.

В современных холтеровских мониторах существует возможность поставить отметку на фрагменте записи ЭКГ в момент начала того или иного события путём нажатия на сигнальную кнопку. Данный приём позволяет сопоставить жалобы, записанные в дневник, и наличие или отсутствие нарушений на ЭКГ.

Пациенту рекомендуют свободную одежду, лучше из хлопка, чем из синтетики или шерсти. Советуют держаться подальше от магнитов, металлоискателей, линий высоковольтной электропередачи и электрооборудования. При использовании некоторых мониторов смачивание электродов недопустимо, а значит, придётся избегать купания.

Факторы, влияющие на результат исследования

1. Прикрепление электрода на активном мышечном участке или неплотное прикрепление электрода к коже (в результате движений пациента на ЭКГ будут появляться артефакты).
2. Некорректное ведение дневника пациентом, ограничение своей повседневной активности.
3. Естественная спонтанная вариабельность частоты и тяжести аритмии.
4. Псевдоишемические изменения сегмента ST, обусловленные курением, обильной едой, гипервентиляцией, поструральной реакцией, исходными изменениями электрокардиограммы.
5. Основные области применения

1. Нарушения ритма и проводимости сердца

1. Холтеровское мониторирование ЭКГ дало массу новых и неожиданных сведений о характере нарушений сердечного ритма у больных и здоровых лиц. В результате понятие «норма» подверглось существенным изменениям. Оказалось, что аритмии и блокады достаточно

широко распространены среди взрослого населения без заболеваний сердечно-сосудистой системы.

2. Появление в вечерние (и особенно в ночные) часы брадикардии, миграции водителя ритма по предсердиям, синоатриальной или атриовентрикулярной блокад 1 степени сегодня рассматривается как вариант нормы. А хотя бы единичная наджелудочковая экстрасистола фиксируется в течении суток практически у каждого здорового человека.
3. Монотопная желудочковая экстрасистолия встречается у 15-70% обследованных (в большинстве случаев она не превышает 100 экстрасистол за сутки), политопные желудочковые экстрасистолы отмечаются у 1-25%. А у 25-35% высокотренированных профессиональных спортсменов регистрируются политопные желудочковые экстрасистолы и пробежки желудочковой тахикардии.

На основании данных холтеровского мониторирования разными авторами были предложены разные показатели патологической частоты желудочковых экстрасистол:

- Более 10 желудочковых экстрасистол в час (Kotler, 1973; Kleiger, 1974; Van Dumme, 1976; Orth-Gomer, 1986).
- Более 20 желудочковых экстрасистол в час (Moss, 1976).
- Более 50 желудочковых экстрасистол в час (Ruberman, 1979).
- Для описания желудочковой экстрасистолии используются различные классификации. Наиболее известной является классификация В. Lown и М. Wolf (1971) в модификации М. Ryan (1975) и W. McKenna (1981):

| Класс (градация) | Признак желудочковой экстрасистолии |
|------------------|--|
| 0 | Отсутствие желудочковых экстрасистол |
| I | Редкие монотопные экстрасистолы (менее 30 в час) |
| II | Частые монотопные экстрасистолы (более 30 в час) |
| III | Политопные желудочковые экстрасистолы |
| IVa | Монотопные парные экстрасистолы |
| IVb | Политопные парные экстрасистолы |
| V | Пробежки желудочковой тахикардии |

С возрастанием класса желудочковой экстрасистолии предполагается увеличение риска развития фатальных желудочковых аритмий и внезапной смерти.

Холтеровское мониторирование даёт возможность объективного контроля антиаритмической терапии или выявления проаритмогенного действия лекарств.

Внезапная смерть, происшедшая во время холтеровского мониторирования, также даёт ценные сведения о структуре фатальных аритмий. Так, по данным А. Bayes de Luna at all. (1989), которые провели анализ подобных сообщений, причиной остановки кровообращения в 84% случаев были желудочковые тахиаритмии, в 16% — брадиаритмии. При это, в 12,7% случаев причиной внезапной смерти была желудочковая тахикардия Torsade de pointes («пируэт»).

Основные области применения

2. Ишемия миокарда

Холтеровское мониторирование не только выявляет ишемию миокарда, но и устанавливает её связь с жалобами больного, физической нагрузкой и прочими событиями в этот момент.

Непрерывная суточная регистрация ЭКГ позволяет «поймать» вариантную стенокардию (стенокардия Принцметала), возникающую, как правило, в ранние утренние часы, что практически невозможно сделать при помощи других тестов.

При анализе холтеровской записи используют стандартный критерий ишемического события (правило 1-1-1, Shang S.J., Pepine C.J., 1977; Cohn P.E., Kannel W.B., 1987):

Характерная депрессия сегмента ST на 1 мм и более¹⁹.

Продолжительность не менее 1 минуты.

Разделяющий интервал от соседнего эпизода не менее 1 минуты.

Благодаря холтеровскому мониторингованию сформировано понятие о безболевого ишемии миокарда, впервые описанное Stern и Tzivoni в 1974 году.

У 2,5% взрослых мужчин безболевого ишемия миокарда является единственным проявлением ишемической болезни сердца (ИБС), а в сочетании со стенокардией напряжения она встречается у 50% пациентов.

Безболевого ишемия не отличается по патогенезу от стенокардии (болевого ишемии). У большинства пациентов, страдающих стенокардией, ишемические изменения ЭКГ появляются раньше болевых ощущений. А затем, по мере увеличения степени смещения сегмента ST, присоединяется боль. Если величина смещения сегмента ST не достигает определённой величины (индивидуальной для каждого пациента), например, пациент прекратил нагрузку, то боль не возникнет. Таким образом, отсутствие боли при одинаковых изменениях на ЭКГ объясняется повышением порога болевой чувствительности у конкретного человека.

Наибольшую известность получила клиническая классификация безболевого ишемии миокарда, предложенная P.F. Cohn (1986):

Таблица 8.1 Клиническая классификация ишемии

| Тип | Описание |
|-----|---|
| 1 | Лица без стенокардии, но по данным холтеровского мониторингования есть эпизоды безболевого ишемии. |
| 2 | Стенокардия была ранее, но исчезла после перенесённого инфаркта миокарда. В настоящее время холтеровского мониторингование выявляет эпизоды безболевого ишемии. |
| 3 | Лица со стенокардией и с эпизодами безболевого ишемии по данным холтеровского мониторингования. |

Чаще всего встречаются 2 и 3 клинические типы безболевого ишемии миокарда.

Актуальность выявления безболевого ишемии объясняется её прогностической ролью в отношении острых коронарных событий и внезапной сердечной смерти, особенно у лиц, перенёвших инфаркт миокарда. Но, обратите внимание, лицам с подтверждённым диагнозом ИБС для выявления безболевого ишемии лучше проводить не холтеровское мониторингование ЭКГ, а нагрузочные пробы.

И хотя плохой или хороший прогноз при прочих равных определяется степенью поражения коронарных артерий, а не выраженностью болевых ощущений, тем не менее, по данным регистра Coronary Artery Surgery Study (CASS) инфаркт миокарда в течение 7 лет развивался у 20% больных с безболевого ишемией, выявленной при нагрузочном тестировании, в то время как в группе с

¹⁹ При этом обязательна корреляция с болевым эпизодом. При отсутствии стенокардии об ишемическом генезе динамики сегмента ST можно говорить при его отклонении от изолинии на 2 мм и более.

болевой ишемией (стенокардия) инфаркт миокарда развивался у 18% пациентов. Частота внезапной смерти составляла 9% и 7% соответственно.

Но всё же отдельная прогностическая значимость безболевого ишемии однозначно не подтверждена. Важнейшее значение для прогноза имеет так называемое «общее ишемическое бремя», а именно увеличение суммарной продолжительности ишемии более 1 часа в сутки (Gottlieb S.O. at all., 1986; Nademanee K. at all, 1987) независимо от того болевая это или безболевого ишемия миокарда.

Следует помнить, что оценка ишемических событий может быть невозможна или затруднена при наличии выраженных исходных изменений ЭКГ (полные блокады ножек пучка Гиса, имплантированный электрокардиостимулятор, зона рубцовых изменений миокарда, перегрузка при гипертрофиях, синдром WPW и т.д.) или в результате позиционных изменений и вегетативных влияний.

Для оценки антиишемической терапии в клинической практике можно использовать критерии, разработанные Nademanee K. (1988):

- Снижение на 72% числа ишемических эпизодов за сутки.
- Снижение на 95% общей длительности ишемии за сутки.

Перспективные направления

Комбинированное мониторирование ЭКГ и АД позволяет выявлять взаимосвязи между уровнем артериального давления, нарушениями ритма и ишемией миокарда. Применение подобных полифункциональных мониторов будет полезно в следующих случаях:

Детекция ишемии миокарда, связанной с медикаментозной гипотензией.

Выявление побочных эффектов электрокардиостимулятора (например, падение АД во время навязанных сокращений)

Другая комбинация (одновременное холтеровское мониторирование и суточная рН-метрия) предлагается для определения патогенеза синоатриальной дисфункции.

ЧАСТЬ 9

Электроэнцефалография

Электроэнцефалография — метод регистрации и анализа электроэнцефалограммы (ЭЭГ), т.е. суммарной биоэлектрической активности, отводимой как со скальпа, так и из глубоких структур мозга. Последнее у человека возможно лишь в клинических условиях.

В 1929 г. австрийский психиатр Х. Бергер обнаружил, что с поверхности черепа можно регистрировать "мозговые волны". Он установил, что электрические характеристики этих сигналов зависят от состояния испытуемого. Наиболее заметными были синхронные волны относительно большой амплитуды с характерной частотой около 10 циклов в секунду. Бергер назвал их альфа-волнами и противопоставил их высокочастотным "бета-волнам", которые проявляются тогда, когда человек переходит в более активное состояние. Открытие Бергера привело к созданию электроэнцефалографического метода изучения мозга, состоящего в регистрации, анализе и интерпретации биотоков мозга животных и человека.

Одна из самых поразительных особенностей ЭЭГ — ее спонтанный, автономный характер. Регулярная электрическая активность мозга может быть зафиксирована уже у плода (т.е. до рождения организма) и прекращается только с наступлением смерти. Даже при глубокой коме и наркозе наблюдается особая характерная картина мозговых волн.

Сегодня ЭЭГ является наиболее перспективным, но пока еще наименее расшифрованным источником данных для психофизиолога.

Условия регистрации и способы анализа ЭЭГ. В стационарный комплекс для регистрации ЭЭГ и ряда других физиологических показателей входит звукоизолирующая экранированная камера, оборудованное место для испытуемого, многоканальные усилители, регистрирующая аппа-

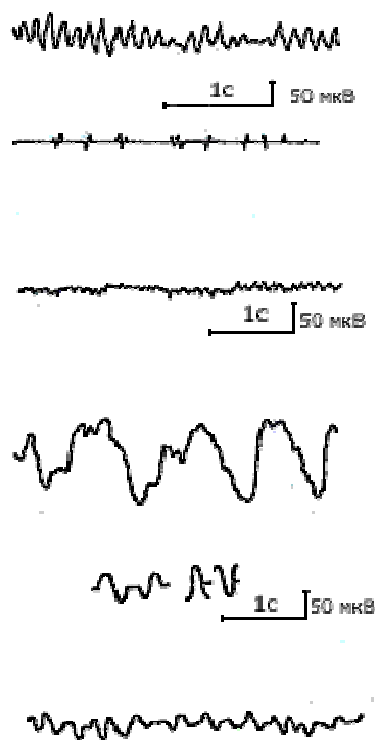
ратура (чернилопишущий энцефалограф, многоканальный магнитофон). Обычно используется от 8 до 16 каналов регистрации ЭЭГ от различных участков поверхности черепа одновременно. Анализ ЭЭГ осуществляется как визуально, так и с помощью ЭВМ. В последнем случае необходимо специальное программное обеспечение.

По частоте в ЭЭГ различают следующие типы ритмических составляющих:

- дельта-ритм (0,5-4 Гц);
- тэта-ритм (5-7 Гц);
- альфа-ритм (8-13 Гц) — основной ритм ЭЭГ, преобладающий в состоянии покоя;
- мю-ритм — по частотно-амплитудным характеристикам сходен с альфа-ритмом, но преобладает в передних отделах коры больших полушарий;
- бета-ритм (15-35 Гц);
- гамма-ритм (выше 35 Гц).

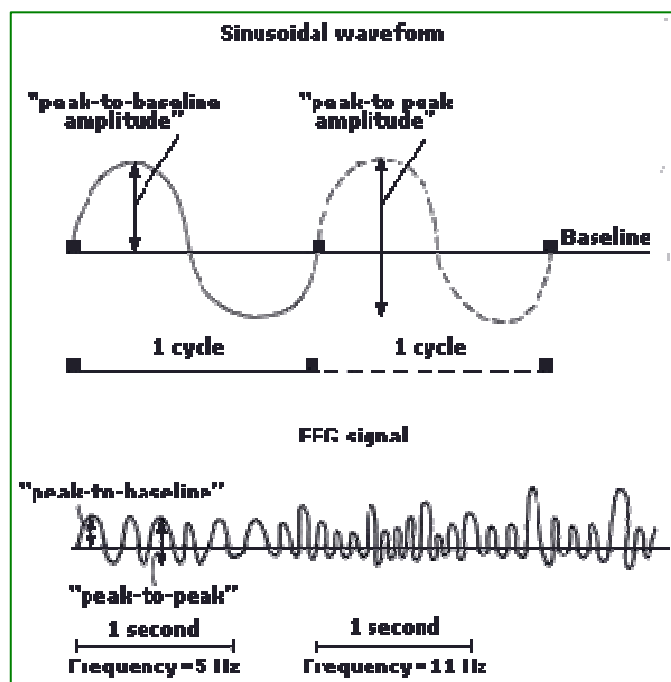
Следует подчеркнуть, что подобное разбиение на группы более или менее произвольно, оно не соответствует никаким физиологическим категориям. Зарегистрированы и более медленные частоты электрических потенциалов головного мозга вплоть до периодов порядка нескольких часов и суток. Запись по этим частотам выполняется с помощью ЭВМ.

Таблица 9.1 Основные показатели энцефалограммы



Основные ритмы и параметры энцефалограммы.

1. Альфа-волна - одиночное двухфазовое колебание разности потенциалов длительностью 75-125 мс., по форме приближается к синусоидальной.
2. Альфа-ритм - ритмическое колебание потенциалов с частотой 8-13 Гц, выражен чаще в задних отделах мозга при закрытых глазах в состоянии относительного покоя, средняя амплитуда 30-40 мкВ, обычно модулирован в веретена.
3. Бета-волна - одиночное двухфазовое колебание потенциалов длительностью менее 75 мс. и амплитудой 10-15 мкВ (не более 30).
4. Бета-ритм - ритмическое колебание потенциалов с частотой 14-35 Гц. Лучше выражен в лобно-центральных областях мозга.
5. Дельта-волна - одиночное двухфазовое колебание разности потенциалов длительностью более 250 мс.
6. Дельта-ритм - ритмическое колебание потенциалов с частотой 1-3 Гц и амплитудой от 10 до 250 мкВ и более.
7. Тета-волна - одиночное, чаще двухфазовое колебание разности потенциалов длительностью 130-250 мс.
8. Тета-ритм - ритмическое колебание потенциалов с частотой 4-7 Гц, чаще двухсторонние синхронные, с амплитудой 100-200 мкВ, иногда с веретенообразной модуляцией, особенно в лобной области мозга.



Другая важная характеристика электрических потенциалов мозга — амплитуда, т.е. величина колебаний. Амплитуда и частота колебаний связаны друг с другом. Амплитуда высокочастотных бета- волн у одного и того человека может быть почти в 10 раз ниже амплитуды более медленных альфа- волн.

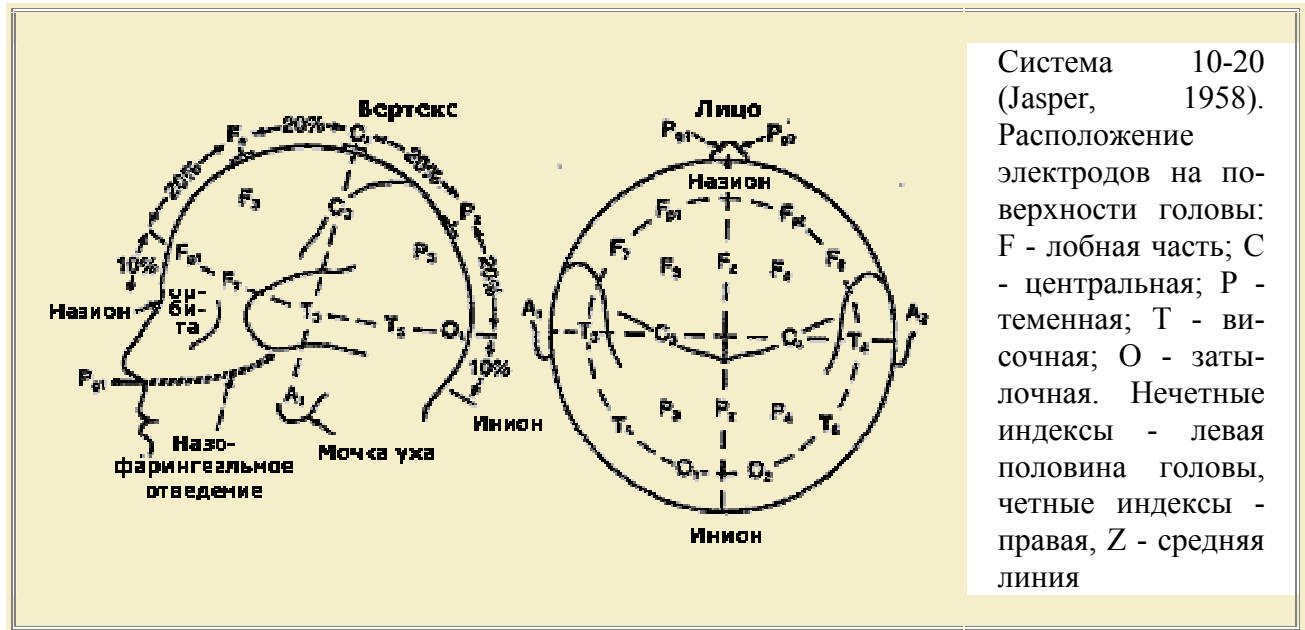
Важное значение при регистрации ЭЭГ имеет расположение электродов, при этом электрическая активность одновременно регистрируемая с различных точек головы может сильно различаться. При записи ЭЭГ используют два основных метода: биполярный и монополярный. В первом случае оба электрода помещаются в электрически активные точки скальпа, во втором один из электродов располагается в точке, кото-

рая условно считается электрически нейтральной (мочка уха, переносица). При биполярной записи регистрируется ЭЭГ, представляющая результат взаимодействия двух электрически активных точек (например, лобного и затылочного отведений), при монополярной записи — активность какого-то одного отведения относительно электрически нейтральной точки (например, лобного или затылочного отведения относительно мочки уха). Выбор того или иного варианта записи зависит от целей исследования. В исследовательской практике шире используется монополярный вариант регистрации, поскольку он позволяет изучать изолированный вклад той или иной зоны мозга в изучаемый процесс.

Международная федерация обществ электроэнцефалографии приняла так называемую систему "10-20", позволяющую точно указывать расположение электродов. В соответствии с этой системой у каждого испытуемого точно измеряют расстояние между серединой переносицы (назионом) и твердым костным бугорком на затылке (инионом), а также между левой и правой ушными ямками. Возможные точки расположения электродов разделены интервалами, составляющими 10% или 20% этих расстояний на черепе. При этом для удобства регистрации весь череп разбит на области, обозначенные буквами: F — лобная, O — затылочная область, P — теменная, T — височная, C — область центральной борозды. Нечетные номера мест отведения относятся к левому, а четные — к правому полушарию. Буквой Z — обозначается отведение от верхушки черепа. Это место называется вертексом и его используют особенно часто.

Клинический и статический методы изучения ЭЭГ. С момента возникновения выделились и продолжают существовать как относительно самостоятельные два подхода к анализу ЭЭГ: визуальный (клинический) и статистический.

Визуальной (клинический) анализ ЭЭГ используется, как правило, в диагностических целях. Электрофизиолог, опираясь на определенные способы такого анализа ЭЭГ, решает следующие вопросы: соответствует ли ЭЭГ общепринятым стандартам нормы; если нет, то какова степень отклонения от нормы, обнаруживаются ли у пациента признаки очагового поражения мозга и какова локализация очага поражения. Клинический анализ ЭЭГ всегда строго индивидуален и носит преимущественно качественный характер. Несмотря на то, что существуют общепринятые в клинике приемы описания ЭЭГ, клиническая интерпретация ЭЭГ в большей степени зависит от опыта электрофизиолога, его умения "читать" электроэнцефалограмму, выделяя в ней скрытые и нередко очень вариативные патологические признаки.



Следует, однако, подчеркнуть, что в широкой клинической практике грубые макроочаговые нарушения или другие отчетливо выраженные формы патологии ЭЭГ встречаются редко. Чаще всего (70-80% случаев) наблюдаются диффузные изменения биоэлектрической активности мозга с симптоматикой, трудно поддающейся формальному описанию. Между тем именно эта симптоматика может представлять особый интерес для анализа того контингента испытуемых, которые входят в группу так называемой "малой" психиатрии — состояний, граничащих между "хорошей" нормой и явной патологией. Именно по этой причине сейчас предпринимаются особые усилия по формализации и даже разработки компьютерных программ для анализа клинической ЭЭГ.

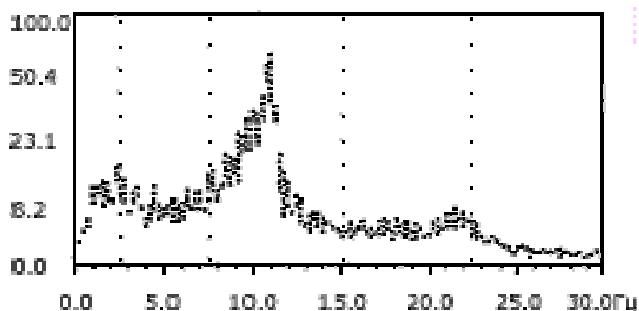
Статистические методы исследования электроэнцефалограммы исходят из того, что фоновая ЭЭГ стационарна и стабильна. Дальнейшая обработка в подавляющем большинстве случаев опирается на преобразование Фурье, смысл которого состоит в том, что волна любой сложной формы математически идентична сумме синусоидальных волн разной амплитуды и частоты.

Преобразование Фурье позволяет преобразовать волновой паттерн фоновой ЭЭГ в частотный и установить распределение мощности по каждой частотной составляющей. С помощью преобразования Фурье самые сложные по форме колебания ЭЭГ можно свести к ряду синусоидальных волн с разными амплитудами и частотами. На этой основе выделяются новые показатели, расширяющие содержательную интерпретацию ритмической организации биоэлектрических процессов.

Например, специальную задачу составляет анализ вклада, или относительной мощности, разных частот, которая зависит от амплитуд синусоидальных составляющих. Она решается с помощью построения спектров мощности. Последний представляет собой совокупность всех значений мощности ритмических составляющих ЭЭГ, вычисляемых с определенным шагом дискретизации (в размере десятых долей герца). Спектры могут характеризовать абсолютную мощность каждой ритмической составляющей или относительную, т.е. выраженность мощности каждой составляющей (в процентах) по отношению к общей мощности ЭЭГ в анализируемом отрезке записи.

Спектры мощности ЭЭГ можно подвергать дальнейшей обработке, например, корреляционному анализу, при этом вычисляют авто- и кросскорреляционные функции, а также когерентность, которая характеризует меру синхронности частотных диапазонов ЭЭГ в двух различных отведениях.

Когерентность изменяется в диапазоне от +1 (полностью совпадающие формы волны) до 0 (абсолютно различные формы волн).

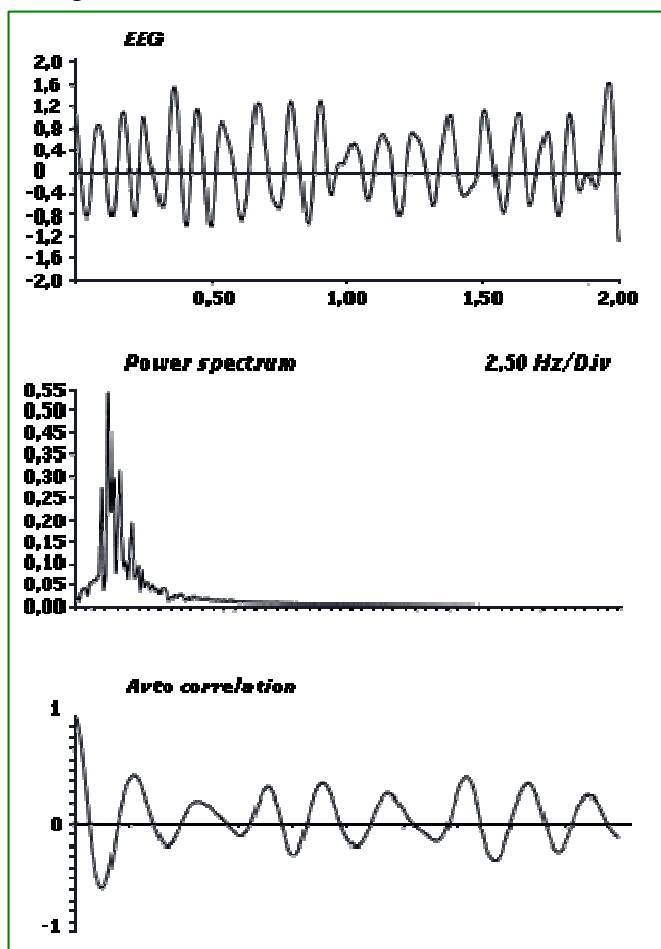


Индивидуальный спектр ЭЭГ в состоянии покоя (по D. Lykken et al., 1974).

По оси абсцисс - частота в Гц., по оси ординат - спектральные плотности в логарифмической шкале. На рисунке хорошо видно, что максимальное значение спектральной мощности приходится на частоту альфа-ритма

Рисунок Типичная характеристика ЭЭГ

Такая оценка проводится в каждой точке непрерывного частотного спектра или как средняя в пределах частотных поддиапазонов.



При помощи вычисления когерентности можно определить характер внутри- и межполушарных отношений показателей ЭЭГ в покое и при разных видах деятельности. В частности, с помощью этого метода можно установить ведущее полушарие для конкретной деятельности испытуемого, наличие устойчивой межполушарной асимметрии и др. Благодаря этому спектрально-корреляционный метод оценки спектральной мощности (плотности) ритмических составляющих ЭЭГ и их когерентности является в настоящее время одним из наиболее распространенных.

Рисунок 9.1 Результат анализа ЭЭГ

Источники генерации ЭЭГ.

Парадоксально, но собственно импульсная активность нейронов не находит отражения в колебаниях электрического потенциала, регистрируемого с поверхности черепа человека. Причина в том, что импульсная активность нейронов не сопоставима с ЭЭГ по временным параметрам.

Длительность импульса (потенциала действия) нейрона составляет не более 2 мс. Временные параметры ритмических составляющих ЭЭГ исчисляются десятками и сотнями миллисекунд.

Принято считать, что в электрических процессах, регистрируемых с поверхности открытого мозга или скальпа, находит отражение синаптическая активность нейронов. Речь идет о потенциалах, которые возникают в постсинаптической мембране нейрона, принимающего импульс. Возбуждающие постсинаптические потенциалы имеют длительность более 30 мс, а тормозные постсинаптические потенциалы коры могут достигать 70 мс и более. Эти потенциалы (в отличие от потенциала действия нейрона, который возникает по принципу "все или ничего") имеют градуальный характер и могут суммироваться.

Несколько упрощая картину, можно сказать, что положительные колебания потенциала на поверхности коры связаны либо с возбуждающими постсинаптическими потенциалами в ее глубинных слоях, либо с тормозными постсинаптическими потенциалами в поверхностных слоях. Отрицательные колебания потенциала на поверхности коры предположительно отражают противоположное этому соотношение источников электрической активности.

Ритмический характер биоэлектрической активности коры, и в частности альфа-ритма, обусловлен в основном влиянием подкорковых структур, в первую очередь таламуса (промежуточный мозг). Именно в таламусе находятся главные, но не единственные пейсмекеры или водители ритма. Одностороннее удаление таламуса или его хирургическая изоляция от неокортекса приводит к полному исчезновению альфа-ритма в зонах коры прооперированного полушария. При этом в ритмической активности самого таламуса ничто не меняется. Нейроны неспецифического таламуса обладают свойством авторитмичности. Эти нейроны через соответствующие возбуждающие и тормозные связи способны генерировать и поддерживать ритмическую активность в коре больших полушарий. Большую роль в динамике электрической активности таламуса и коры играет ретикулярная формация ствола мозга. Она может оказывать синхронизирующее влияние, т.е. способствующее генерации устойчивого ритмического паттерна, и десинхронизирующее, нарушающее согласованную ритмическую активность

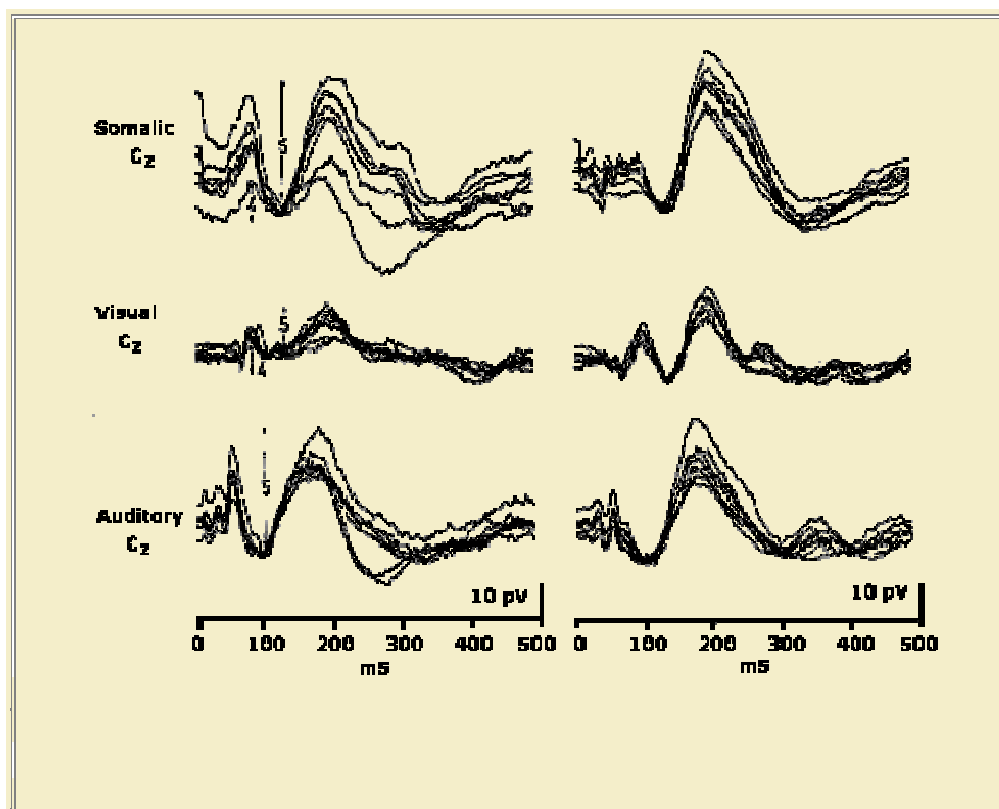


Рисунок 9.2 Синаптическая активность нейронов

Функциональное значение ЭЗГ и её составляющих. Существенное значение имеет вопрос о функциональном значении отдельных составляющих ЭЭГ. Наибольшее внимание исследователей здесь всегда привлекал альфа-ритм — доминирующий ритм ЭЭГ покоя у человека.

Существует немало предположений, касающихся функциональной роли альфа-ритма. Основоположник кибернетики Н. Винер и вслед за ним ряд других исследователей считали, что этот ритм выполняет функцию временного сканирования ("считывания") информации и тесно связан с механизмами восприятия и памяти. Предполагается, что альфа-ритм отражает реверберацию возбуждений, кодирующих внутримозговую информацию и создающих оптимальный фон для процесса приема и переработки афферентных сигналов. Его роль состоит в своеобразной функциональной стабилизации состояний мозга и обеспечении готовности реагирования.

Предполагается также, что альфа-ритм связан с действием селективирующих механизмов мозга, выполняющих функцию резонансного фильтра, и таким образом регулирующих поток сенсорных импульсов.

В покое в ЭЭГ могут присутствовать и другие ритмические составляющие, но их значение лучше всего выясняется при изменении функциональных состояний организма. Так, дельта-ритм у здорового взрослого человека в покое практически отсутствует, но он доминирует в ЭЭГ на четвертой стадии сна, которая получила свое название по этому ритму (медленноволновой сон или дельта-сон). Напротив, тэта-ритм тесно связан с эмоциональным и умственным напряжением. Его иногда так и называют стресс-ритм или ритм напряжения.

У человека одним из ЭЭГ симптомов эмоционального возбуждения служит усиление тэта-ритма с частотой колебаний 4-7 Гц, сопровождающее переживание как положительных, так и отрицательных эмоций. При выполнении мыслительных заданий может усиливаться и дельта-, и тэта-активность. Причем усиление последней составляющей положительно соотносится с успешностью решения задач. По своему происхождению тэта-ритм связан с кортико-лимбическим взаимодействием. Предполагается, что усиление тэта-ритма при эмоциях отражает активацию коры больших полушарий со стороны лимбической системы.

Переход от состояния покоя к напряжению всегда сопровождается реакцией десинхронизации, главным компонентом которой служит высокочастотная бета-активность. Умственная деятельность у взрослых сопровождается повышением мощности бета-ритма, причем значимое усиление высокочастотной активности наблюдается при умственной деятельности, включающей элементы новизны, в то время как стереотипные, повторяющиеся умственные операции сопровождаются ее снижением. Установлено также, что успешность выполнения вербальных заданий и тестов на зрительно-пространственные отношения оказывается положительно связанной с высокой активностью бета-диапазона ЭЭГ левого полушария. По некоторым предположениям, эта активность связана с отражением деятельности механизмов сканирования структуры стимула, осуществляемой нейронными сетями, продуцирующими высокочастотную активность ЭЭГ.

Магнитоэнцефалография — регистрация параметров магнитного поля, обусловленных биоэлектрической активностью головного мозга. Запись этих параметров осуществляется с помощью сверхпроводящих квантовых интерференционных датчиков и специальной камеры, изолирующей магнитные поля мозга от более сильных внешних полей. Метод обладает рядом преимуществ перед регистрацией традиционной электроэнцефалограммы. В частности, радиальные составляющие магнитных полей, регистрируемые со скальпа, не претерпевают таких сильных искажений, как ЭЭГ. Это позволяет более точно рассчитывать положение генераторов ЭЭГ-активности, регистрируемой со скальпа.

Вызванные потенциалы (ВП) — биоэлектрические колебания, возникающие в нервных структурах в ответ на внешнее раздражение и находящиеся в строго определенной временной связи с началом его действия. У человека ВП обычно включены в ЭЭГ, но на фоне спонтанной биоэлектрической активности трудно различимы (амплитуда одиночных ответов в несколько раз

меньше амплитуды фоновой ЭЭГ). В связи с этим регистрация ВП осуществляется специальными техническими устройствами, которые позволяют выделять полезный сигнал из шума путем последовательного его накопления, или суммации. При этом суммируется некоторое число отрезков ЭЭГ, приуроченных к началу действия раздражителя.

Широкое использование метода регистрации ВП стало возможным в результате компьютеризации психофизиологических исследований в 50-60 гг. Первоначально его применение в основном было связано с изучением сенсорных функций человека в норме и при разных видах аномалий. Впоследствии метод стал успешно применяться и для исследования более сложных психических процессов, которые не являются непосредственной реакцией на внешний стимул.

Способы выделения сигнала из шума позволяют отмечать в записи ЭЭГ изменения потенциала, которые достаточно строго связаны во времени с любым фиксированным событием. В связи с этим появилось новое обозначение этого круга физиологических явлений — событийно-связанные потенциалы (ССП).

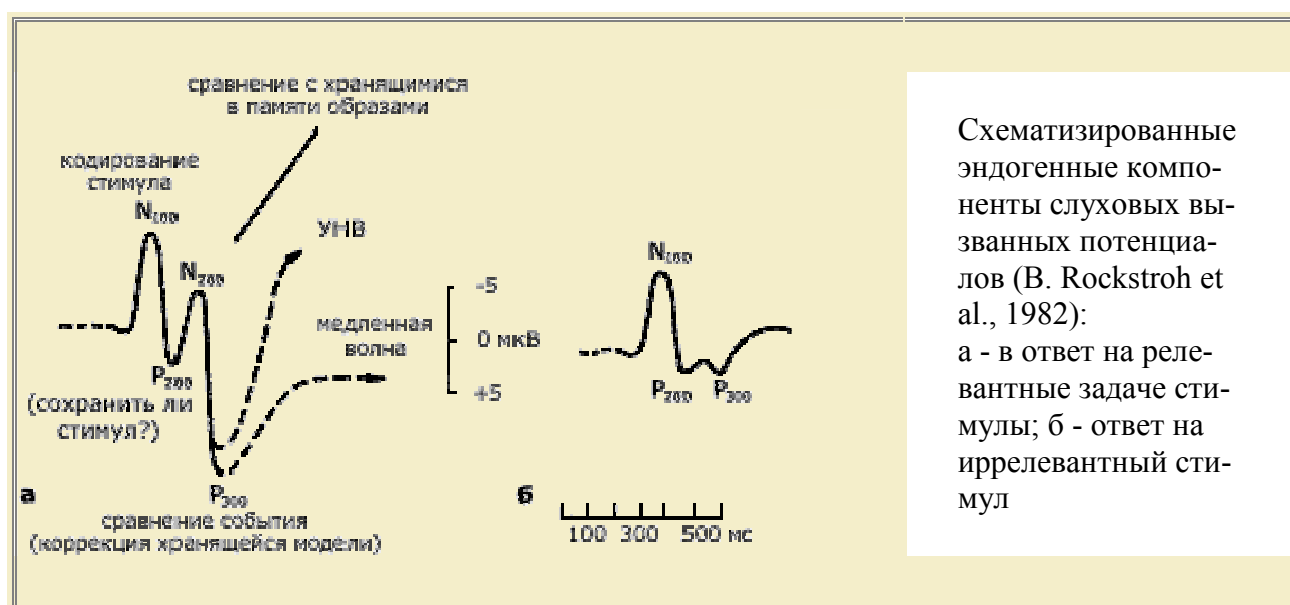


Рисунок 9.3 Схема возникновения потенциалов при специфическом воздействии

Примерами здесь служат:

- колебания, связанные с активностью двигательной коры (моторный потенциал, или потенциал, связанный с движением);
- потенциал, связанный с намерением произвести определенное действие (так называемая Е-волна);
- потенциал, возникающий при пропуске ожидаемого стимула.

Эти потенциалы представляют собой последовательность позитивных и негативных колебаний, регистрируемых, как правило, в интервале 0-500 мс. В ряде случаев возможны и более поздние колебания в интервале до 1000 мс. Количественные методы оценки ВП и ССП предусматривают, в первую очередь, оценку амплитуд и латентностей.

Амплитуда — размах колебаний компонентов, измеряется в мкВ, латентность — время от начала стимуляции до пика компонента, измеряется в мс. Помимо этого, используются и более сложные варианты анализа.

В исследовании ВП и ССП можно выделить три уровня анализа:

- феноменологический;
- физиологический;
- функциональный.

Феноменологический уровень включает описание ВП как многокомпонентной реакции с анализом конфигурации, компонентного состава и топографических особенностей. Фактически этот уровень анализа, с которого начинается любое исследование, применяющее метод ВП. Возможности этого уровня анализа прямо связаны с совершенствованием способов количественной обработки ВП, которые включают разные приемы, начиная от оценки латентностей и амплитуд и кончая производными, искусственно сконструированными показателями. Многообразен и математический аппарат обработки ВП, включающий факторный, дисперсионный, таксономический и другие виды анализа.

Физиологический уровень. По этим результатам на физиологическом уровне анализа происходит выделение источников генерации компонентов ВП, т.е. решается вопрос о том, в каких структурах мозга возникают отдельные компоненты ВП. Локализация источников генерации ВП позволяет установить роль отдельных корковых и подкорковых образований в происхождении тех или иных компонентов ВП. Наиболее признанным здесь является деление ВП на экзогенные и эндогенные компоненты. Первые отражают активность специфических проводящих путей и зон, вторые — неспецифических ассоциативных проводящих систем мозга. Длительность тех и других оценивается по-разному для разных модальностей. В зрительной системе, например, экзогенные компоненты ВП не превышают 100 мс от момента стимуляции.

Третий уровень анализа — функциональный предполагает использование ВП как инструмента, позволяющего изучать физиологические механизмы поведения и познавательной деятельности человека и животных.

ВП как единица психофизиологического анализа. Под единицей анализа принято понимать такой объект анализа, который в отличие от элементов обладает всеми основными свойствами, присущими целому, причем свойства являются далее неразложимыми частями этого единства. Единица анализа — это такое минимальное образование, в котором непосредственно представлены существенные связи и существенные для данной задачи параметры объекта. Более того, подобная единица сама должна быть единым целым, своего рода системой, дальнейшее разложение которой на элементы лишает ее возможности представлять целое как таковое. Обязательным признаком единицы анализа является также то, что ее можно операционализировать, т.е. она допускает измерение и количественную обработку.

Если рассматривать психофизиологический анализ как метод изучения мозговых механизмов психической деятельности, то ВП отвечают большинству требований, которые могут быть предъявлены единице такого анализа.

Во-первых, ВП следует квалифицировать как психонервную реакцию, т.е. такую, которая прямо связана с процессами психического отражения.

Во-вторых, ВП — это реакция, состоящая из ряда компонентов, непрерывно связанных между собой. Таким образом, она структурно однородна и может быть операционализирована, т.е. имеет количественные характеристики в виде параметров отдельных компонентов (латентностей и амплитуд). Существенно, что эти параметры имеют разное функциональное значение в зависимости от особенностей экспериментальной модели.

В-третьих, разложение ВП на элементы (компоненты), осуществляемое как метод анализа, позволяет охарактеризовать лишь отдельные стадии процесса переработки информации, при этом утрачивается целостность процесса как такового.

По существующим представлениям ВП, занимая весь временной интервал между стимулом и реакцией, соответствуют всем процессам, приводящим к возникновению поведенческого ответа, при этом конфигурация ВП зависит от характера поведенческого акта и особенностей функциональной системы, обеспечивающей данную форму поведения. При этом отдельные компоненты ВП рассматриваются как отражение этапов афферентного синтеза, принятия решения, включения

исполнительных механизмов, достижения полезного результата. В такой интерпретации ВП выступают как единица психофизиологического анализа поведения.

Однако магистральное русло применения ВП в психофизиологии связано с изучением физиологических механизмов и коррелятов познавательной деятельности человека. Это направление определяется как когнитивная психофизиология. ВП в нем используются в качестве полноценной единицы психофизиологического анализа. Такое возможно, потому что, по образному определению одного из психофизиологов, ВП имеют уникальный в своем роде двойной статус, выступая в одно и то же время как "окно в мозг" и "окно в познавательные процессы"

ЧАСТЬ 10

Компьютерные методы исследования

- рентгеновский
- радиографический (с помощью рентгеновских лучей);
- ультразвуковой;
- компьютерная томография в рентгеновских лучах (метод КТ);
- магнитный резонанс (метод МР).

Рентгенография (англ. projection radiography, plain film radiography, roentgenography,) — исследование внутренней структуры объектов, которые проецируются при помощи рентгеновских лучей на специальную плёнку или бумагу. Наиболее часто термин относится к медицинскому неинвазивному исследованию, основанному на получении суммарного проекционного изображения анатомических структур организма посредством прохождения через них рентгеновских лучей и регистрации степени ослабления рентгеновского излучения.

Рентгенография применяется для диагностики:

- Рентгенологическое исследование (далее РИ) органов позволяет уточнить форму данных органов, их положение, тонус, перистальтику, состояние рельефа слизистой оболочки.
- РИ желудка и двенадцатиперстной кишки (дуоденография) важно для распознавания гастрита, язвенных поражений и опухолей.
- РИ желчного пузыря (холецистография) и желчевыводящих путей (холеграфия) проводят для оценки контуров, размеров, просвета внутри- и внепеченочных желчных протоков, наличие или отсутствие конкрементов, уточняют концентрационную и сократительную функции желчного пузыря.
- РИ толстой кишки (ирригоскопия) применяется для распознавания опухолей, полипов, дивертикулов и кишечной непроходимости.
- рентгенография грудной клетки — инфекционные, опухолевые и другие заболевания,
- позвоночника — дегенеративно-дистрофические (остеохондроз, искривления), инфекционные и воспалительные опухолевые заболевания.
- различных отделов периферического скелета — на предмет различных травматических (переломы, вывихи), инфекционных и опухолевых изменений.
- брюшной полости — перфорации органов, функции почек (экскреторная урография) и другие изменения.
- зубов — ортопантомография

Рентгеновский снимок в основном позволяет видеть составляющие части скелета таким образом, что могут быть определены переломы, смещения суставов или аномалии костей и связок. Технология применения рентгеновских лучей улучшилась в течение последних десятилетий, что привело к улучшению качества изображений и к сокращению необходимого для экспозиции времени. Теперь многие рентгеновские снимки получают цифровым методом. Метод радиографии является обязательным во многих случаях, например в хирургии, травматологии и пульмонологии, где необходима высокая контрастность изображений.

Ультразвуковое исследование (УЗИ) — неинвазивное исследование организма человека с помощью ультразвуковых волн

Физическая основа УЗИ — пьезоэлектрический эффект. При деформации монокристаллов некоторых химических соединений (кварц, титанат бария) под воздействием ультразвуковых волн, на поверхности этих кристаллов возникают противоположные по знаку электрические заряды — прямой пьезоэлектрический эффект. При подаче на них переменного электрического заряда, в кристаллах возникают механические колебания с излучением ультразвуковых волн. Таким образом, один и тот же пьезоэлемент может быть попеременно то приёмником, то источником ультразвуковых волн. Эта часть в ультразвуковых аппаратах называется акустическим преобразователем, трансдюсером или датчиком.

Ультразвук распространяется в средах в виде чередующихся зон сжатия и расширения вещества. Звуковые волны, в том числе и ультразвуковые, характеризуются периодом колебания — временем, за которое молекула (частица) совершает одно полное колебание; частотой — числом колебаний в единицу времени; длиной — расстоянием между точками одной фазы и скоростью распространения, которая зависит главным образом от упругости и плотности среды. Длина волны обратно пропорциональна её частоте.

Чем меньше длина волн, тем выше разрешающая способность ультразвукового аппарата. В системах медицинской ультразвуковой диагностики обычно используют частоты от 2 до 10 МГц. Разрешающая способность современных ультразвуковых аппаратов достигает 1-3 мм.

Любая среда, в том числе и ткани организма, препятствует распространению ультразвука, то есть обладает различным акустическим сопротивлением, величина которого зависит от их плотности и скорости распространения звуковых волн. Чем выше эти параметры, тем больше акустическое сопротивление. Такая общая характеристика любой эластической среды обозначается термином «акустический импеданс».

Достигнув границы двух сред с различным акустическим сопротивлением, пучок ультразвуковых волн претерпевает существенные изменения: одна его часть продолжает распространяться в новой среде, в той или иной степени поглощаясь ею, другая — отражается. Коэффициент отражения зависит от разности величин акустического сопротивления граничащих друг с другом тканей: чем это различие больше, тем больше отражение и, естественно, больше амплитуда зарегистрированного сигнала, а значит, тем светлее и ярче он будет выглядеть на экране аппарата.

Полным отражателем является граница между тканями и воздухом. В простейшем варианте реализации метод позволяет оценить расстояние до границы разделения плотностей двух тел, основываясь на времени прохождения волны, отраженной от границы раздела. Более сложные методы исследования (например, основанные на эффекте Доплера) позволяют определить скорость движения границы раздела плотностей, а также разницу в плотностях, образующих границу.

Ультразвуковые колебания при распространении подчиняются законам геометрической оптики. В однородной среде они распространяются прямолинейно и с постоянной скоростью. На границе различных сред с неодинаковой акустической плотностью часть лучей отражается, а часть преломляется, продолжая прямолинейное распространение. Чем выше градиент перепада акустической плотности граничных сред, тем большая часть ультразвуковых колебаний отражается. Так как на границе перехода ультразвука из воздуха на кожу происходит отражение 99,99 % колебаний, то при ультразвуковом сканировании пациента необходимо смазывание поверхности кожи водным желе, которое выполняет роль переходной среды.

Отражение зависит от угла падения луча (наибольшее при перпендикулярном направлении) и частоты ультразвуковых колебаний (при более высокой частоте большая часть отражается). Для исследования органов брюшной полости и забрюшинного пространства, а также полости малого таза используется частота 2,5 — 3,5 МГц, для исследования щитовидной железы используется частота 7,5 МГц.

Особый интерес в диагностике вызывает использование эффекта Доплера. Суть эффекта заключается в изменении частоты звука вследствие относительного движения источника и приемника звука. Когда звук отражается от движущегося объекта, частота отраженного сигнала изменя-

ется (происходит сдвиг частоты). При наложении первичных и отраженных сигналов возникают биения, которые прослушиваются с помощью наушников или громкоговорителя.

При ультразвуковом изображении распространение и отражение звуковых волн, испускаемых пьезо кристаллом, записывают для последующего построения послойных изображений. Ультразвуковой метод имеет ограниченную разрешающую способность и низкое качество изображения, но он практичен, безопасен и относительно дешев и во многих случаях может использоваться для ранней диагностики. Поэтому получение изображения плода в матке является типичным примером применения УЗИ.

Компьютерная томография — метод неразрушающего послойного исследования внутренней структуры объекта, был предложен в 1972 году Годфри Хаунсфилдом и Алланом Корманом, удостоенными за эту разработку Нобелевской премии. Метод основан на измерении и сложной компьютерной обработке разности ослабления рентгеновского излучения различными по плотности тканями.

Компьютерная томография (КТ) — новейший метод, дающий точные и детальные изображения малейших изменений плотности мозгового вещества. КТ соединила в себе последние достижения рентгеновской и вычислительной техники, отличаясь принципиальной новизной технических решений и математического обеспечения.

Главное отличие КТ от рентгенографии состоит в том, что рентген дает только один вид части тела. При помощи компьютерной томографии можно получить множество изображений одного и того же органа и таким образом построить внутренний поперечный срез, или "ломтик" этой части тела. Томографическое изображение — это результат точных измерений и вычислений показателей ослабления рентгеновского излучения, относящихся только к конкретному органу.

Таким образом, метод позволяет различать ткани, незначительно отличающиеся между собой по поглощающей способности. Измеренные излучение и степень его ослабления получают цифровое выражение. По совокупности измерений каждого слоя проводится компьютерный синтез томограммы. Завершающий этап — построение изображения исследуемого слоя на экране дисплея. Для проведения томографических исследований мозга используется прибор нейротомограф.

Компьютерная томография (КТ) — в широком смысле, синоним термина томография (так как все современные томографические методы реализуются с помощью компьютерной техники); в узком смысле (в котором употребляется значительно чаще), синоним термина рентгеновская компьютерная томография, так как именно этот метод положил начало современной томографии. Рентгеновская компьютерная томография — томографический метод исследования внутренних органов человека с использованием рентгеновского излучения.

Для визуальной и количественной оценки плотности визуализируемых методом компьютерной томографии структур используется шкала ослабления рентгеновского излучения, получившая название шкалы Хаунсфилда (её визуальным отражением на мониторе аппарата является чёрно-белый спектр изображения). Диапазон единиц шкалы («денситометрических показателей»), соответствующих степени ослабления рентгеновского излучения анатомическими структурами организма, составляет от -1024 до $+3071$, т. е. 4096 чисел ослабления. Это кратная степень двойки, что удобно при рассмотрении двоичных - бинарных изображений.

Средний показатель в шкале Хаунсфилда (0 HU) соответствует плотности воды, отрицательные величины шкалы соответствуют воздуху и жировой ткани, положительные — мягким тканям, костной ткани и более плотному веществу (металл). В практическом применении измеренные показатели ослабления могут несколько отличаться на разных аппаратах.

Следует отметить, что «рентгеновская плотность» — усредненное значение поглощения тканью излучения; при оценке сложной анатомо-гистологической структуры измерение её «рентгеновской плотности» не всегда позволяет с точностью утверждать, какая ткань визуализируется (например, насыщенные жиром мягкие ткани имеют плотность, соответствующую плотности воды).

Изменение окна изображения

Обычный компьютерный монитор способен отображать до 256 оттенков серого цвета, некоторые специализированные медицинские аппараты способны показывать до 1024 оттенков. В связи со значительной шириной шкалы Хаунсфилда и неспособностью существующих мониторов отразить весь её диапазон в черно-белом спектре, используется программный перерасчет серого градиента в зависимости от интересующего интервала шкалы. Черно-белый спектр изображения можно применять как в широком диапазоне («окне») денситометрических показателей (визуализируются структуры всех плотностей, однако невозможно различить структуры, близкие по плотности), так и в более-менее узком с заданным уровнем его центра и ширины («легочное окно», «мягкотканное окно» и т. д.; в этом случае теряется информация о структурах, плотность которых выходит за пределы диапазона, однако хорошо различимы структуры, близкие по плотности). Проще говоря, изменение центра окна и его ширины можно сравнить с изменением яркости и контрастности изображения соответственно.

Принцип сканирования при спиральной компьютерной томографии (КТ) (схема)

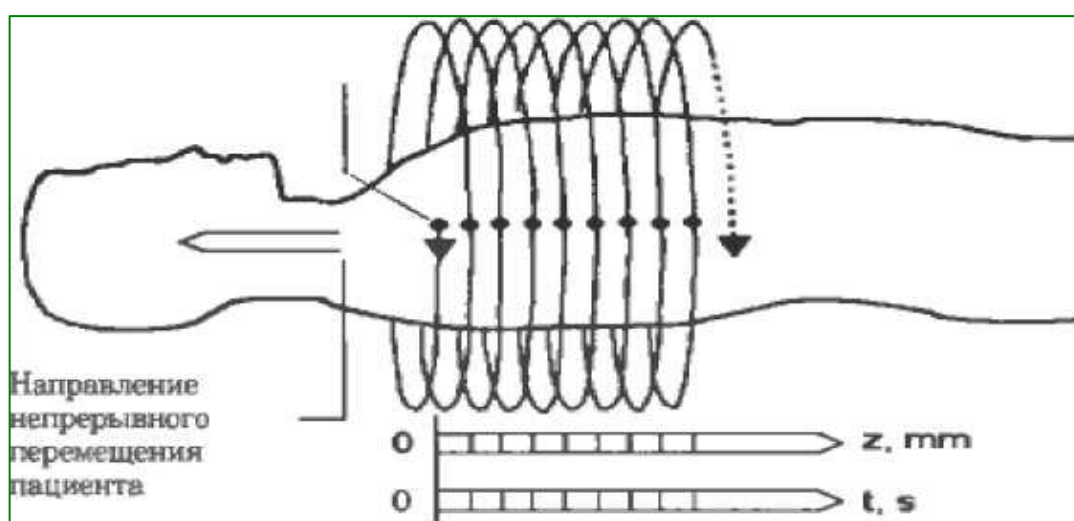


Рисунок 10.1 Схема формирования изображения

При компьютерной томографии в рентгеновских лучах изображения сечений объекта получают путем вычислений на основе рентгеновских исследований, выполненных во многих направлениях. Изображение анатомических структур получают посредством поперечных разрезов, свободных от ограничивающих применение рентгенографии влияний зфрекетов наложения. В настоящее время целые органы или части тела могут быть исследованы за короткое время, обычно меньше чем за 60 с. Получение такого объема информации посредством спиральной КТ позволяет воссоздать анатомические изображения с высоким уровнем пространственного разрешения и в любой выбранной плоскости.

Помимо решения клинических задач (например, определения местоположения опухоли) с помощью КТ можно получить представление о распределении регионального мозгового кровотока. Благодаря этому КТ может быть использована для изучения обмена веществ и кровоснабжения мозга.

В ходе жизнедеятельности нейроны потребляют различные химические вещества, которые можно пометить радиоактивными изотопами (например, глюкозу). При активизации нервных клеток кровоснабжение соответствующего участка мозга возрастает, в результате в нем скапливаются меченые вещества и возрастает радиоактивность. Измеряя уровень радиоактивности различных участков мозга, можно сделать выводы об изменениях активности мозга при разных видах психи-

ческой деятельности. Последние исследования показали, что определение максимально активизированных участков мозга может осуществляться с точностью до 1 мм.

Получение изображений методом магнитного резонанса (МР). Использование: для получения изображений методом ядерного магнитного резонанса. Сущность: заключается в том, что система получения изображений методом ядерного магнитного резонанса содержит: зону осмотра, в которой размещается осматриваемый организм; средство генерирования магнитного поля для генерирования магнитного поля в зоне осмотра; приемный блок, расположенный в зоне осмотра или вблизи зоны осмотра; интерфейсный блок, расположенный в зоне осмотра или вблизи зоны осмотра и выполненный отдельно от приемного блока; блок обработки сигнала, местоположение которого удалено от приемного блока и интерфейсного блока, при этом приемный блок содержит приемное устройство, принимающее сигнал спинового резонанса, генерируемый в зоне осмотра и передающее устройство, передающее сигнал спинового резонанса в интерфейсный блок, а интерфейсный блок содержит приемное устройство для приема сигналов спинового резонанса, аналого-цифровой преобразователь, формирующий цифровой сигнал при реагировании на принимаемый сигнал спинового резонанса, и передающее устройство для передачи оцифрованного сигнала в блок обработки сигнала.

Получение изображений методом ядерного магнитного резонанса является способом, использующим электромагнитные волны для формирования изображения объектов, находящихся в зоне осмотра. В частности, получение изображений методом ядерного магнитного резонанса используется для получения изображения органической ткани. В обычном устройстве этого типа магниты расположены таким образом, что лежащий в зоне осмотра пациент находится под действием магнитного поля. Затем в организм пациента в зоне осмотра передают радиоволны, в результате чего ядра атомов в организме изменяют ориентацию. При возвращении ядер в свою первоначальную ориентацию они излучают радиоволны. Устройство формирования изображения принимает излучаемые радиоволны в приемном блоке и использует выводимые из радиоволн данные для формирования изображения организма, осматриваемого в зоне осмотра.

При применении данного метода также используется вся мощь современных компьютеров для обработки информации и графических изображений, но получение информации и механизмы достижения контрастности совершенно отличны от используемых в КТ. Объект исследований помещают в центр мощного магнита, который служит для выравнивания магнитных диполей различных ядер и элементов человеческого тела; это равновесие нарушается при пропускании радиочастотных импульсов. Скорости, с которыми различные атомы и молекулы возвращаются в стабильное состояние, успешно измеряются. Это позволяет отображать не только плотность тканей,



но и ее биохимические показатели. Разнообразные и гибкие механизмы контрастирования, предлагаемые методом МР, дают новые потенциально богатые диагностические возможности. Развитие МР-диагностики продолжается по пути улучшения качества изображений и внедрения в новые области применения.

Ядерно-магнитно-резонансная томография мозга. Компьютерная томография стала родоначальницей ряда других еще более совершенных методов исследования:

томографии с использованием эффекта ядерного магнитного резонанса (ЯМР-томография), позитронной эмиссионной томографии (ПЭТ), функционального магнитного резонанса (ФМР). Эти методы относятся к наиболее перспективным способам неинвазивного совмещенного изучения структуры, метаболизма и кровотока мозга.

При ЯМР-томографии получение изображения основано на определении в мозговом веществе распределения плотности ядер водорода (протонов) и на регистрации некоторых их характе-

ристик при помощи мощных электромагнитов, расположенных вокруг тела человека. Полученные посредством ЯМР-томографии изображения дают информацию об изучаемых структурах головного мозга не только анатомического, но и физикохимического характера. Помимо этого преимущество ядерно-магнитного резонанса заключается в отсутствии ионизирующего излучения; в возможности многоплоскостного исследования, осуществляемого исключительно электронными средствами; в большей разрешающей способности. Другими словами, с помощью этого метода можно получить четкие изображения "срезов" мозга в различных плоскостях.

Позитронно-Эмиссионная трансаксиальная Томография (ПЭТ-сканеры) сочетает возможности КТ и радиоизотопной диагностики. В ней используются ультракороткоживущие позитронизирующие изотопы ("красители"), входящие в состав естественных метаболитов мозга, которые вводятся в организм человека через дыхательные пути или внутривенно. Активным участкам мозга нужен большой приток крови, поэтому в рабочих зонах мозга скапливается больше радиоактивного "красителя". Излучения этого "красителя" преобразуют в изображения на дисплее.

С помощью ПЭТ измеряют региональный мозговой кровоток и метаболизм глюкозы или кислорода в отдельных участках головного мозга. ПЭТ позволяет осуществлять прижизненное картирование на "срезах" мозга регионального обмена веществ и кровотока.

В настоящее время разрабатываются новые технологии для изучения и измерения происходящих в мозге процессов, основанные, в частности, на сочетании метода ЯМР с измерением мозгового метаболизма при помощи позитронной эмиссии.

Заключение

В медицинской практике находят применение как давно опробованные методы диагностики и терапии, так и современные методы поддержки нормального состояния организма. Внедрение в медицинскую практику технических средств давно сопровождается использованием микропроцессоров. Компьютеры, как отдельные и встроенные блоки медицинской аппаратуры, стали естественным дополнением архитектурных технических решений. Использование компьютеров позволило не только перевести медицинские процедуры на новый уровень, но и позволили автоматизировать большое количество рутинных операций. Накопление статистического материала, позиционируемого на конкретных примерах диагностики и терапии, обеспечили объективное выявление симптомов многих нарушений.

Лекционный материал в определенной мере позиционирует существо проблемы использования компьютерных комплексов медицинского назначения. Уделяя внимание наиболее значимым медицинским процедурам диагностики в представленном материале показана существенная роль математики, методов анализа данных, изображений медицинских записей. Настоящий материал требует внимательного прочтения, поскольку терминология и общие тематические линии изложены с учетом привлечения дополнительных знаний, которые рекомендуется получить при обращении дополнительным литературным источникам. В качестве таких источников могут рассматриваться как книги, список которых помещен ниже, а также Интернет ресурсы.

Литература

1. Алексеенко И.Ф. Интерпретация особенностей СОЭ. // Медицинская газета. – 1994. – № 72.
2. Анохин П.К. Очерки по физиологии функциональных систем. М.: Медицина, 1975.
3. Беленков Н.Ю. Принцип целостности в деятельности мозга. М.: Медицина, 1980.
4. Бернштейн Н.А. Очерки по физиологии движений и по физиологии активности. М.: Медицина, 1966.
5. Бехтерева Н.П., Бундзен П.В., Гоголицын Ю.Л. Мозговые коды психической деятельности. Л.: Наука, 1977.
6. Буреш Я., Бурешова О., Хьюстон Д.П. Методики и основные эксперименты по изучению мозга и поведения. М.: Высшая школа, 1991.
7. Виноградов А.В. Дифференциальный диагноз внутренних болезней: Справочное руководство для врачей. — М.: «Медицина», 1987. — 592 с.
8. Гнездицкий В.В. Вызванные потенциалы мозга в клинической практике. Таганрог: ТГТУ, 1997.
9. Гуревич-Ильин Г.Я. Общая врачебная техника: Практическое руководство для врачей и студентов-медиков. — М.: «Медгиз», 1946. — 436 с.
10. Данилова Н.Н. Психофизиология. М.: Аспект Пресс, 1998.
11. Динамическая электрокардиография в оценке ишемии миокарда: Методические рекомендации. / под ред. Л.В. Чирейкина. — СПб.: Инкарт, 2000. — 40 с.
12. Дубровский Д.И. Психика и мозг: результаты и перспективы исследований // Психологический журнал. 1990. Т.11. № 6. С. 3-15.
13. Естественнонаучные основы психологии / Под. ред. А.А. Смирнова, А.Р. Лурия, В.Д. Небылицына. М.: Педагогика, 1978.
14. Зинченко А.А., Шаталов В.М. Влияние растворенного в крови воздуха на динамику свертывания *in vitro*. // Физика живого. – 2010. – т.18, №1. – с. 37–43.
15. Зинченко А.А., Шаталов В.М. Дегазация плазмы крови меняет скорость оседания эритроцитов. // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. – 2010. – том 23 (62), № 4. – с. 95-102.
16. Иваницкий А.М., Стрелец В.Б., Корсаков И.А. Информационные процессы мозга и психическая деятельность. М.: Наука, 1984.
17. Клиническая лабораторная диагностика. / Сост. В.Н. Ослопов и др. (Казанский ГМУ) — 2 е изд. — М.: МЕДпресс-информ, 2002. — 64 с.
18. Крылов А.А., Тайц Б.М. Принципы оценки картины крови. Сообщение 6. СОЭ. // Новые Санкт-Петербургские врачебные ведомости. – 2007. – № 3. – с.42-43.
19. Кудаяров Д.К., Алексеенко И.Ф. Патофизиологические механизмы СОЭ и ее клиническая трактовка у детей. – Фрунзе: Илим, 1989. – 201 с.
20. Кузнецов А.А. Холтеровское мониторирование ЭКГ (Методические рекомендации для врачей). – Новосибирск (кафедра терапии ФУВ НМИ, Институт терапии Сибирского отделения РАМН), 1998. – 16 с.
21. Лабораторные и инструментальные исследования в диагностике: Справочник / Пер. с англ. В.Ю.Халатова; Под. ред. В.Н.Титова. — М.: ГЭОТАР-МЕД, 2004. — 960 с.
22. Лабораторные и инструментальные исследования в диагностике: Справочник. / Пер. с англ. В.Ю. Халатова; Под ред. В.Н. Титова. — М.: ГЭОТАР-МЕД, 2004. – 960 с.
23. Лабораторные методы исследования в клинике: Справочник. Под ред. проф. Меньшикова В.В. — М.: «Медицина», 1987. — 368 с.
24. Ломов Б.Ф. Методологические и теоретические проблемы психологии. М.: Наука, 1984.
25. Луговская С.А., Морозова В.Т., Почтарь М.Е., Долгов В.В. Лабораторная гематология. – Тверь: Триада, 2006. – 223 с.
26. Мадьяр И. Дифференциальная диагностика внутренних органов. В 2 т. Пер. с венгер. – Будапешт: изд-во академии наук Венгрии, 1987.
27. Мадьяр И. Дифференциальная диагностика заболеваний внутренних органов. — Будапешт: издательство Академии наук Венгрии, 1987. — 2 т.

28. Макаров Л.М. Холтеровское мониторирование. – М.: Медпрактика, 2000. – 216 с.
29. Мерлин В.С. Очерк интегрального исследования индивидуальности. М.: Педагогика, 1986.
30. Мерта Дж. Справочник врача общей практики. Пер. с англ. — М.: «Практика», 1998. — 1230 с.
31. Методика и техника психофизиологического эксперимента. М.: Наука, 1987.
32. Нейрокомпьютер как основа мыслящих ЭВМ. М.: Наука, 1993.
33. Основы психофизиологии / Под ред. Ю.И. Александрова. М., 1998.
34. Павельски С., Завадски З. Физиологические константы в клинике внутренних болезней. Пер. с польск. М.И. Сальмана. — М.: «Медицина», 1964. — 264 с.
35. Павельски С., Завадски З. Физиологические константы в клинике внутренних болезней. Пер. с польск. — М.: Медицина, 1964. — 264 с.
36. Пропедевтика внутренних болезней. Под ред. В.Х. Василенко, А.Л. Гребнева. — М.: «Медицина», 1982. — 640 с.
37. Пропедевтика внутренних болезней. Под ред. В.Х. Василенко, А.Л. Гребнева. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: «Медицина», 1982. — 640 с.
38. Справочник по нефрологии. / Авт.: И.Е. Тареева и др.; Под ред. И.Е. Тареевой, Н.А. Мухина. — М.: Медицина, 1986. — 432 с.
39. Суточное мониторирование ЭКГ при нарушениях ритма и проводимости сердца. / под ред. Л.В. Чирейкина. — СПб.: ИНКАРТ, 2001. — 216 с.
40. Тейлор Р.Б. Трудный диагноз. В 2 т. Пер. с англ. — М.; Медицина, 1992 г.
41. Тейлор Р.Б. Трудный диагноз. Пер. с англ. — 2-е изд. — М.: Медицина, 1992. — 2 т.
42. Терапия: пер. с англ. доп. // гл. ред. А.Г.Чучалин — М.: ГЭОТАР, 1996. — 1024 с.
43. Тихомиров О.К. Психология мышления. М.: МГУ, 1984.
44. Хэссет Дж. Введение в психофизиологию. М.: Мир, 1981.
45. Чижевский А.Л. Биофизические механизмы реакции оседания эритроцитов. – Новосибирск: Наука, 1980. – 178 с.
46. Чуприкова Н.И. Психика и сознание как функция мозга. М.: Наука, 1985.
47. Шаталов В.М. Дегазация биожидкостей как механизм биологического действия слабых электромагнитных полей. // Біофізичний вісник. – 2009. – вып. 23 (2). – с. 92–99.
48. Ярвилехто Т. Мозг и психика. М.: Прогресс, 1992.