

УДК 612.821:004.9

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ НЕВРОЛОГИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ У ДЕТЕЙ

Кузнецова Елизавета Андреевна

магистрант, кафедра приборы и биотехнические системы

Тульский государственный университет, г.Тула

Аннотация. Данная статья посвящена разработке системы диагностики неврологических нарушений у детей и относится к новым технологиям в медицине. Система предназначена для проведения массового неврологического скрининга детей дошкольного и младшего школьного возраста.

Ключевые слова: электроэнцефалография, неврологические нарушения, скрининговая диагностика.

В настоящее время для России характерно такое сочетание неблагоприятных демографических, наследственных, социальных и экологических факторов, которое представляет реальную угрозу здоровью населения. Индикатором ситуации служит прежде всего здоровье детей и подростков. Увеличивается число детей и подростков с врожденной и приобретенной патологией центральной нервной системы (ЦНС), сенсорных систем, отклонениями в нервно-психическом развитии, нарушениями речи. Неадекватные формы обучения приводят к возрастанию к концу учебного года невротических реакций на 80%, гипертонических реакций — в 2 раза, 50% учеников имеют нарушения со стороны нервной системы.

За тридцать лет количество детей-инвалидов выросло более чем в 10 раз: с 50 тыс. в начале 80-х годов прошлого столетия до более 500 тыс. в 2010 году, до настоящего времени этот показатель меняется незначительно. Немалую долю (52,45 %) в этом числе составляют дети с неврологическими нарушениями (НН) – нарушениями центральной нервной и сенсорных систем, наличие которых обуславливает тяжелые последствия: высокий уровень смертности и инвалидности, трудности социальной адаптации [1].

Неврологические нарушения могут иметь органическую природу (врожденные) или возникать вследствие травм и заболеваний. При этом они могут быть грубыми (например, эпилепсия, травма, опухоль, слепота, глухота) и негрубыми – нарушения слуха, зрения, задержка психического и речевого развития. Диагностика грубых нарушений разработана в достаточной степени. Выявление негрубых НН обделено вниманием медицинского сообщества. Нарушения слуха и зрения определяют врачи специалисты – сурдологи, аудиологи, окулисты,

офтальмологи, обращение к которым происходит по направлению педиатра в случае озабоченности родителей ребенка, а она не всегда имеет место. С задержкой развития дело еще сложнее, поскольку скорость психического развития может сильно варьироваться. Между тем, промедление с диагностикой НН может радикально изменить судьбу ребенка, вплоть до инвалидности в запущенных случаях.

Клиническая практика показывает, что локализацию неврологических и сенсорных расстройств, степень выраженности и перспективы их лечения возможно оценить только с привлечением нейрофизиологических исследований, регистрации электроэнцефалограммы (ЭЭГ) и вызванных потенциалов (ВП) с последующей интегральной оценкой их результатов.

Регистрируемые со скальпа человека сигналы спонтанной и вызванной электрической активности – ЭЭГ, естественным образом являются инструментальной основой любого неврологического заключения. В подавляющем большинстве случаев диагноста интересует прежде всего наличие судорожных проявлений (грубая патология), в то время как механизмы выявления других неврологических нарушений еще недостаточно отработаны.

Негрубые нарушения центральной нервной и сенсорных систем (зрения, слуха, минимальная мозговая дисфункция (ММД)) с клинической точки зрения – это, прежде всего, неадекватность взаимосвязей в коре головного мозга [2]. Физиологические исследования М.Н. Ливанова и его последователей ставят синхронизацию электрической активности соответствующих участков коры основным условием осознания, принятия решения, ассоциативного мышления [1].

Для регистрации ЭЭГ используются компьютерные диагностические системы (КДС), которые благодаря совершенному математическому аппарату (спектральные и биспектральные преобразования, функции когерентности и корреляции) позволяют получить множество параметров регистрируемого сигнала. Однако сложность алгоритмов обработки, и, соответственно, высокие требования к квалификации исследователя, не позволяют использовать их для скрининговой диагностики.

Упомянутые функции когерентности (ФК), показывающие относительную меру синхронизации протекающих в коре головного мозга процессов, давно доказали свою диагностическую эффективность и прогностическую ценность в клинике критических состояний – комы, тяжелых черепно-мозговых травм, опухолей мозга, у недоношенных детей, при различных психоэмоциональных нагрузках [3]. Эти аспекты нашли свое проявление в работах таких ученых, как Бехтерева Н.П., Фарбер Д.А., Русинов В.С. и других. Меньшее распространение получили исследования здоровых детей и детей с минимальной мозговой дисфункцией. Такие исследования проводились в Научно-практическом центре клинической

нейрофизиологии и нейрореабилитации (ныне ГУЗ ТО Центр детской психоневрологии) и в Тульском государственном университете.

Предлагается использовать метод регистрации ЭЭГ как основу для автоматического построения (в том числе и в реальном масштабе времени) математической модели фоновой ЭЭГ.

Математическую модель предполагается выстраивать в виде рекуррентного уравнения цифрового полосового фильтра (ЦПФ).

Сигнал ЭЭГ пациента подается на усилитель, преобразуется в цифровую форму и поступает в микроконтроллер с программным обеспечением, реализующим математическую модель обработки. В сигнале определяются моменты достижения точек максимумов, минимумов и переходов через нулевые значения. Промежутки времени между соседними максимумами (минимумами) позволяют определить период (частоту) колебаний, присутствующих в сигнале ЭЭГ. Сначала выявляются самые высокочастотные колебания, далее – по убывающей. По полученной частоте (с некоторой задержкой – для надежности) настраивается первый ЦПФ. Поскольку его резонансная частота равна частоте колебательной составляющей, она проходит на выход фильтра без искажений. Выходной сигнал ЦПФ вычитается из исходного сигнала, и после окончания переходного процесса из сигнала ЭЭГ исчезают сначала самые высокочастотные сигналы, а потом сигналы все более низких частот.

На выходах нескольких фильтров существуют только «свои» частоты. Амплитуда их измеряется. По известным частотам и амплитудам выявленных составляющих строится суммарный спектр сигнала ЭЭГ. Затем он нормируется – делением всех значений на максимальное. Такие операции выполняются для каждого канала регистрации.

Количественная оценка функций когерентности получается для всех возможных пар отведений как произведение нормированных спектров соответствующих каналов.

Полученные оценки ФК для конкретного пациента сравниваются с четырьмя базами данных: «Норма», «Нарушения слуха», «Нарушения зрения», «Задержка психического развития». Результат обследования будет зависеть от того, с какой базой данных будет наибольшее число совпадений.

Систему предполагается выполнить в виде портативного прибора с минимальным временем обследования и выдачей заключения на миниатюрный экран. В процессе обследования будет регистрироваться фоновая ЭЭГ. Записи будут обрабатываться для определения оценки ФК в парах стандартных отведений. Определяемые параметры позволят выявить НН у пациента, о чем формируется соответствующее заключение.

Таким образом, система, реализующая предложенный метод, содержит следующие блоки:

1. Шлем с электродами для регистрации ЭЭГ.
2. Аналоговые усилители сигнала по числу каналов.
3. Аналого-цифровой преобразователь для ввода данных в память вычислителя.
4. Программное обеспечение, содержащее:
 - математические модели фильтров,
 - блоки определения частот и амплитуд,
 - блоки расчета оценок ФК,
 - блоки сравнения с базами данных,
 - блок формирования заключения.
5. Блок визуализации заключения (экран).

Все блоки, кроме шлема, могут быть реализованы в едином корпусе в настольном или напольном (в виде стойки) исполнении. Шлем соединяется с корпусом кабелем или, что удобнее, по радиоканалу.

Применение разработанной системы в проведении комплексного изучения состояния здоровья и динамики психофизиологического развития подрастающего поколения представляется остроактуальным в связи с имеющимися известными факторами, деструктивно влияющими на здоровье и темпы развития детского населения.

Список литературы:

1. Анализ структурной синхронности ЭЭГ подростков, страдающих расстройствами шизофренического спектра / С.В. Борисов, А.Я. Каплан, Н.Л. Горбачевская, И.А. Козлова // Физиология человека. – 2005. – Т. 31. – № 3. – С. 16–23.
2. Жеребцова В.А. Системный анализ механизмов организации высших психических функций в онтогенезе: дис. ... докт. биол. наук. Тула, 2004. – 473 с.
3. Иванов Л.Б. Прикладная компьютерная электроэнцефалография. – М.: АОЗТ «Антидор», 2000. – 256 с.