

Экспертные системы и передача профессиональных знаний. “ВПФ-ЭКСПЕРТ”

С.Б. Буклина*, Е.Д. Дмитрова**, И.П. Лукашевич***, Н.Г. Малюкова**,
А.С. Мостовой***

** НИИ Нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко, Москва, Россия*

*** НИИ Центр патологии речи и нейрореабилитации ДЗ г. Москвы, Москва, Россия*

**** Институт проблем передачи информации имени А.А. Харкевича РАН, Москва, Россия*

Поступила в редколлегию 30.10.2008

Аннотация—Автоматизированная диагностическая система “ВПФ-ЭКСПЕРТ” предназначена для описания и хранения данных обследования высших психических функций (ВПФ), а также для формирования экспертного описания и заключения о функциональных и топических нарушениях структур мозга. Создание экспертной системы для исследования ВПФ чрезвычайно актуально в связи с ростом числа инсультов и черепно-мозговых травм с крайне тяжелыми последствиями и инвалидизацией; огромным количеством детей с задержками развития и нарушением когнитивных функций в результате перинатальных осложнений. В работе был использован метод структурной организации медицинской информации, заключающийся в выделении минимального числа ключевых характеристик (структурных единиц), знание которых достаточно для принятия решения. Этот метод был успешно использован при создании экспертных и обучающе-диагностических компьютерных систем по ЭЭГ и нейропсихологии. Экспертные системы с использованием структурной организации носят инновационный характер и не имеют аналогов. В работе приведены примеры основных разделов системы: программ “Диалог”, “Справка” и “Вывод”. Алгоритм для формирования заключений был составлен специалистами-экспертами на базе собственного опыта и современных знаний. При выполнении большого объема текущей работы использование “ВПФ-ЭКСПЕРТ” позволяет специалистам не только сократить время, необходимое для описания и заключения, но также исключить субъективизм и повысить эффективность диагностики.

1. ВВЕДЕНИЕ

Проблема передачи профессиональных знаний всегда была актуальной. Однако, только с появлением и широким распространением персональных компьютеров и компьютерных сетей стало возможным практически неограниченное развитие когнитивных технологий, призванных решать разноплановые задачи, связанные с получением, представлением и передачей знаний.

Выделим основные, с нашей точки зрения, условия необходимые для решения поставленной задачи.

Первое условие связано с получением максимально полного и качественного знания и зависит от квалификации выбранных экспертов и способов работы с ними. Особое внимание уделяется получению интуитивного знания специалистов и его вербализации.

Второе необходимое условие - это разработка методов представления знаний. К методам предъявляется ряд требований, в частности: использование естественного языка описания; возможность сокращения передаваемого сообщения по объему, приводящее к повышению его информативности; универсальность алгоритма.

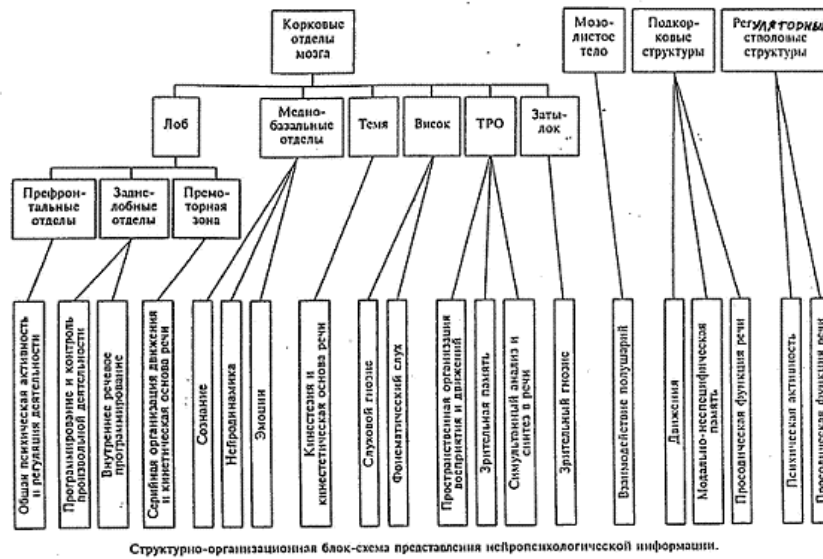


Рис. 1.

И, наконец, создание систем и способов передачи знаний. К ним можно отнести создание баз знаний, обучающе-диагностических, справочно-диагностических, экспертных систем, теледиагностику и многое другое.

Проиллюстрируем все вышесказанное на примере создания экспертной системы для исследования высших психических функций “ВПФ-ЭКСПЕРТ”, в основе которой лежит метод структурной организации медицинской информации [1, 2, 3].

2. СТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ НЕЙРОПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ

Проблема повышения эффективности диагностики и обучения всегда была актуальной, особенно для медицины, поскольку, с одной стороны медицинская информация является ярким примером плохо организованной информации, а с другой стороны повышение квалификации врачей и повышение эффективности их обучения остаются важнейшими социально-практическими задачами.

Несмотря на постоянный рост числа новых методов обследования в медицине, использование полученных результатов остается неэффективным из-за большого объема информации. К числу таких методов можно отнести и нейропсихологическое обследование.

Исследования, проведенные в областях медицины относящихся к изучению функционального состояния мозга человека, позволили нам разработать принцип представления медицинской информации. Принцип заключается в выделении основных систем и объектов в рассматриваемой области знаний; описании функций, выполняемых этими системами, и симптомов, которые выявляются при нарушении функций (рис. 1). Мы назвали этот подход структурной организацией информации, поскольку он состоит в выделении минимального числа характеристик (структурных единиц), знание которых достаточно для принятия решения. Число уровней структурирования зависит от сложности области знаний.

Была проведена работа по структурированию информации практически во всех областях знаний, связанных с изучением мозга человека, и этот подход был использован при построении экспертных и обучающих систем в области электроэнцефалографии и нейропсихологии [4,5,6].

Кроме того, унифицированное представление информации позволило проводить комплексный анализ медицинских данных, что не только повышает результативность исследований, но и способствует формированию нового взгляда на проблему и новых научных гипотез [7,8,9].

Структурный подход во всех этих случаях оказался полезным, поскольку позволил организовать и содержательно связать слабоформализованную медицинскую информацию, значительно сократив ее объем.

3. РОЛЬ НЕЙРОПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ДИАГНОСТИКЕ СОСТОЯНИЯ МОЗГА И ВЫСШИХ ПСИХИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ

Нейропсихологический метод исследования является уникальным компонентом диагностики состояния мозга, который не дублирует другие методы исследования, а совмещает в себе функциональный анализ ВПФ и одновременно с этим выявляет состояние мозговых структур, участвующих в реализации психических функций. Особое значение метод приобретает в случае поражений, которые протекают без отчетливой неврологической симптоматики и при стертых формах нарушения ВПФ.

В качестве основы нейропсихологического метода выступает теория системной динамической локализации ВПФ; а методологическую основу этого метода составляет учение о нейропсихологическом синдроме, симптоме и факторе А.Р.Лурия [10].

Роль нейропсихологических исследований заключается в учете взаимосвязи высших психических функций с определенными участками мозга. Нейропсихологическая диагностика направлена на решение двух основных диагностических задач: выявление структуры, механизмов, степени выраженности нарушений высших психических функций (ВПФ) (функциональный диагноз); определение локализации поражения головного мозга (топический диагноз).

Отметим специфичность детского нейропсихологического обследования, которое заключается в необходимости ориентироваться на возрастные нормы развития. Описание этих норм является одной из самых важных и трудных задач. Мы использовали в работе как собственные разработки, так и известные в литературе данные.

Важная роль принадлежит нейропсихологическому обследованию в процессе нейрореабилитации: функциональный нейропсихологический диагноз, дающий представление о механизмах нарушения ВПФ, является отправной точкой для построения программ восстановительного обучения. Возможность количественной оценки выраженности нарушений позволяет использовать нейропсихологическую диагностику для отслеживания динамики восстановления ВПФ.

Исследования высших психических функций чрезвычайно актуально в связи с распространенностью инсультов и черепно-мозговых травм с крайне тяжелыми последствиями и инвалидизацией, а также ростом числа детей с задержками развития и нарушением когнитивных функций. На этот процесс влияет целый ряд факторов, к числу которых можно отнести ухудшение экологической и социальной обстановки, недостатки медицинской помощи при родах и улучшение методов выхаживания детей после родовых осложнений.

Наряду с повышением уровня профилактических мероприятий остается актуальной проблема эффективности диагностики, лечения и коррекции нарушений формирования речи и других ВПФ. При этом основная трудность состоит в отсутствии необходимого количества квалифицированных специалистов.

Поэтому несомненные научные и практические перспективы имеет разработка специализированного диагностического инструментария, который в сочетании с профессиональным об-

следованием позволит осуществить адекватную оценку состояния ВПФ пациента, повысить качество диагностики за счет обучения и повышения квалификации специалистов.

Авторы использовали принятые большинством специалистов данные о нейропсихологических симптомах и их топической отнесенности. В этой связи симптомы недостаточно верифицированные или имеющие на сегодняшний день неоднозначную трактовку не вошли в схему.

4. ОПИСАНИЕ СТРУКТУРЫ И РАБОТЫ “ВПФ-ЭКСПЕРТ”

Автоматизированная диагностическая система “ВПФ-ЭКСПЕРТ” предназначена для описания и хранения данных обследования высших психических функций пациентов, а также для формирования экспертного описания и заключения о функциональных и топических нарушениях структур мозга, что позволяет решить обе указанные выше задачи.

Система включает в себя три параллельно функционирующие программы.

Программа “Диалог” представляет собой структурно-организованную в виде опросника схему описания симптомов, характеризующих нарушение высших психических функций кортикальных и субкортикальных структур мозга. Для каждой из этих структур через систему симптомов описан специфичный для ее поражения нейропсихологический синдром. Схема построена по “топическому” принципу: выделены структуры головного мозга, связанные с реализацией определенных ВПФ. “Диалог” состоит из двух самостоятельных разделов: “общей” и “речевой” диагностических схем. В “общем” разделе описаны симптомы нарушения и методы диагностики праксиса, гнозиса, памяти, внимания, счета, мышления, эмоций. В “речевом” разделе представлены симптомы речевых нарушений: нарушений устной речи, письма и чтения, а также модально-специфические нарушения слухоречевой памяти. Выделение этих нарушений и методов их диагностики в самостоятельный раздел связано с особой ролью речи в жизни личности, а также ее сложностью. Кроме того, симптомы для левого и для правого полушарий мозга изложены отдельно.

Пользователь должен ответить на предложенные ему в “Диалоге” вопросы. Вся записанная информация заносится в каталог, где хранится и при необходимости может быть выведена на экран.

Пример диалога:

VII. ВИСОЧНО-ТЕМЕННО-ЗАТЫЛОЧНЫЕ ОТДЕЛЫ МОЗГА (зона ТРО)

AVII. НАРУШЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ВОСПРИЯТИЯ И ДВИЖЕНИЙ, ЗРИТЕЛЬНОЙ ПАМЯТИ

П р а в о е п о л у ш а р и е : *

Пространственная агнозия : *

нарушение ориентировки в реальном пространстве : *

нарушение метрических и топологических представлений в символическом пространстве : *

Одностороннее пространственное игнорирование : *

Конструктивная апраксия : *

излишняя детализация рисунка : *

нарушение метрических представлений : *

нарушение топологических представлений : *

нарушение передачи перспективы : *

нарушение координатных представлений : *

инверсия рисунка : *

Пространственная апраксия (нарушение пространственно-организованных действий) : *

Нарушение счета : *

нарушение сложения и вычитания в пределах 10 : *

нарушение выполнения высокоавтоматизированных счетных операций в пределах таблицы умножения : *

I. ВЫРАЖЕННОСТЬ НАРУШЕНИЙ ФУНКЦИИ

проверить невозможно -0

легкая степень -1

средняя степень -2

тяжелая степень -3 : *

Нарушение зрительной памяти : *

нарушение заданной последовательности фигур : *

пространственные ошибки : *

сужение объема памяти : *

J. ВЫРАЖЕННОСТЬ НАРУШЕНИЙ ФУНКЦИИ

проверить невозможно -0

легкая степень -1

средняя степень -2

тяжелая степень -3 : *

В программе “Справка” приводятся объяснения терминов, симптомов, инструкции по тестированию, типичные примеры ошибок в нейропсихологических пробах, инструкция для оценки выраженности нарушений.

Пример справки для подчеркнутых в диалоге симптомов:

Одностороннее пространственное игнорирование: игнорирование стимулов любой модальности в одной (обычно левой) половине пространства, может проявляться в одной модальности или полимодально.



Рис. 2.

Нарушение передачи перспективы: ошибки при попытке изображения трехмерных предметов на плоскости листа (распластывание, обратная перспектива и пр.).

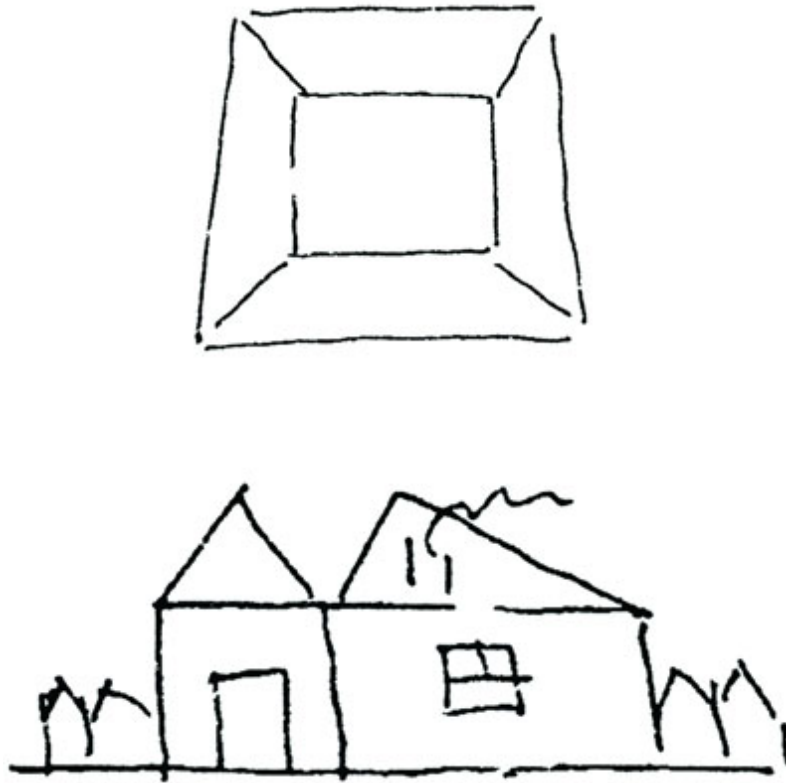


Рис. 3.

Пример диалога речевой схемы:

III. НИЖНИЕ ПОСТЦЕНТРАЛЬНЫЕ ОТДЕЛЫ МОЗГА

ASIII. НАРУШЕНИЕ КИНЕСТЕТИЧЕСКОЙ ОСНОВЫ РЕЧИ

Левое полушарие : *

Увеличение периода поиска артикуляторной позы : *

Призвуки : *

Литеральные парафазии : *

замена гоморганных звуков : *

замена звуков, далеких по способу образования : *

Пропуск звуков, букв : *

J. ВЫРАЖЕННОСТЬ НАРУШЕНИЙ ФУНКЦИИ

проверить невозможно -0

легкая степень -1

средняя степень -2

тяжелая степень -3 : *

Пропуск звуков, букв, - основной симптом при эфферентной моторной афазии, следствие нарушения сукцессивной организации слова:

повторение слов: хлеб - “хеб”, рука - “ука”, краска - “каска”.

Сакоеъ рошока. сапроат
и шумт шумк
коззрот
стои мадад боит

Рис. 4.

Программа “Вывод” автоматически формирует описание и выводит на экран, а затем на печатающее устройство описание результатов обследования и заключение о локализации поражения и о функциональном состоянии мозга с учетом возраста больного в соответствии с отмеченными в “Диалоге” симптомами. Алгоритм для формирования заключений был составлен высококвалифицированными специалистами-экспертами на базе собственного опыта и современных знаний.

Пример описания и заключения:

ЦЕНТР ПАТОЛОГИИ РЕЧИ И НЕЙРОРЕАБИЛИТАЦИИ ДЗ МОСКВЫ

Фамилия И.О.: Иванов А.И.

Возраст: 65 лет

Пол: м

Образование: высшее, МГУ

Языковая характеристика: русский язык

Род занятий: пенсионер

Дата обследования: 15.05.2008

Диагноз: ишемический инсульт

Характер заболевания: очаговое поражение

Оценка функциональных асимметрий: правша

Контакты, к обследованию относятся безразлично.

НЕЙРОПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА НАРУШЕНИЙ ВПФ

Нарушение программирования и контроля произвольной деятельности: нестойкость мотива деятельности – легкой степени выраженности. Нарушение вербально-логического мышления при решении задач – легкой степени выраженности.

Пространственная агнозия - нарушение ориентировки в пространственных признаках изображений; пространственная апраксия - нарушение ориентировки движений в системе координат – средней степени выраженности.

Нарушение психической активности: истощаемость – средней степени выраженности.

Нарушения речи и слухоречевой памяти

Нарушение синтаксической организации речи: замещение развернутого высказывания односложными фразами, штампами, повторением фразы собеседника; нарушение грамматической организации речи: нарушение согласования членов предложения – средней степени выраженности.

Нарушение устной импрессивной речи, чтения: инвертированных конструкций, атрибутивных конструкций, возвратных конструкций, оценки грамматической нормативности – тяжелой степени выраженности; нарушения экспрессивной речи – преимущественно оперируют простыми по конструкции фразами – средней степени выраженности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

НЕЙРОПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ СТАТУС

Отмечаются нарушения: программирования и контроля произвольной деятельности; интеллектуальной деятельности; пространственной организации восприятия и движений; нейродинамических характеристик психической активности.

Состояние речи и памяти

Отмечаются нарушения: внутреннего речевого программирования – динамическая афазия; симультанного квазипространственного анализа и синтеза – семантическая афазия.

Нейропсихологическая симптоматика указывает на очаговое поражение префронтальных отделов лобных долей мозга, височно-теменно-затылочных – зона ТРО – отделов коры левого полушария; субкортикальных структур: стволовых отделов.

Таким образом, система “ВПФ-ЭКСПЕРТ” является базой знаний в области нейропсихологии. При выполнении большого объема текущей работы использование “ВПФ-ЭКСПЕРТ” позволяет специалистам не только сократить время, необходимое для описания и заключения, но также исключить субъективизм и сделать это описание максимально полным.

5. ВЫВОДЫ

Экспертные системы с использованием структурной организации носят инновационный характер и не имеют аналогов.

Представленная в настоящей работе система “ВПФ-ЭКСПЕРТ” может быть использована для оценки функционального состояния мозга и его отдельных структур у детей и взрослых в условиях неврологического стационара и поликлиники; для обучения и повышения квалификации специалистов в области нейропсихологии; в исследовательских целях. Особенности представления информации в виде структурных блоков обеспечивают ее эффективное сопоставление с данными неврологического и ЭЭГ – обследования при дифференциальной диагностике.

При создании системы была использована оболочка “PS0”, разработанная в “Группе партнерских систем” ИППИ РАН [11]. Авторы выражают признательность сотрудникам этой группы за предоставление оболочки и помощь в работе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лукашевич И.П., Мачинская Р.И., Руденская Г.Е., Фишман М.Н., Эльнер А.Я. Структурная организация медицинской информации для установления диагноза в детской неврологии. *Медицинская техника*, № 2, 1995, стр. 3–9.
2. Лукашевич И.П., Шипкова К.М., Шкловский В.М. Структурный подход к представлению и анализу нейропсихологической информации. *Медицинская техника*, № 5, 1998, стр. 18–21.

3. Лукашевич И.П., Мачинская Р.И., Шипкова К.М. Проблемы представления и передачи профессиональных знаний. Материалы международной конференции *Проблемы управления и моделирования в сложных системах*, посвященной 275-летию РАН. 14-18 июня 1999, Самара, стр. 140–144.
4. Лукашевич И.П., Мачинская Р.И., Фишман М.Н. Автоматизированная диагностическая система “ЭЭГ-ЭКСПЕРТ”. *Медицинская техника*, № 6, 1999, стр. 29–34.
5. Гришина Е.Г., Лукашевич И.П., Шкловский В.М. Обучающе-диагностическая система для исследования высших психических функций. *Информационные процессы*, 2004, т. 4, № 1, стр. 24–31, <http://www.jip.ru/>.
6. Лукашевич И.П., Мачинская Р.И., Фишман М.Н. Обучающе-диагностическая система по электроэнцефалографии. *Информационные процессы*, 2006, т.6, № 1, стр. 37–44, <http://www.jip.ru/>.
7. Лукашевич И.П., Шкловский В.М., Куркова К.С., Мачинская Р.И., Серова Г.Г., Аكوпова Н.В. Влияние поражения подкорковых проводящих путей на электрическую активность коры головного мозга человека. *Журнал высш. нервн. деят. им. акад. И.П.Павлова*, 1998, № 2, стр. 206–212.
8. Лукашевич И.П., Шипкова К.М., Шкловский В.М. Влияние афферентных подкорковых проводящих путей на состояние речевых функций. *Журнал высш. нервн. деят. им. ак. И.П. Павлова*, 1999, т. 49, № 2, стр. 227–233.
9. Шкловский В.М., Лукашевич И.П., Мачинская Р.И., Воробьева Е.В., Никитина Ю.В., Полякова Е.Б. Патогенетические механизмы заикания. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*, 2000, № 4, стр. 50–53.
10. Лурия А.Р. *Высшие корковые функции человека и их нарушение при локальных поражениях мозга*. М.: Изд-во МГУ, 1969.
11. Ващенко Е. А., Генкин А., Кузнецова О., Стенина И. И., Переверзев-Орлов В. С. Технологии медицинских партнерских систем. *Новые информационные технологии в высшем медицинском образовании*. Материалы 1-го сем. по пробл. НИТ в медицинском образовании, (ред. Крейнес М.Г.), М., 1994, стр. 7–13.