

МЕТОД КОНСИЛИУМА ДЛЯ ОЦЕНИВАНИЯ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ЗАКЛЮЧЕНИЙ ВРАЧА-НЕВРОЛОГА

С.М. Злепко¹, С.В. Тымчик¹, А.С. Лепёхина²

¹*Винницкий национальный технический университет*

²*Скадовская центральная районная больница*

Предлагается метод консилиума для оценивания диагностических заключений детского невролога при неоднозначных и угрожающих ситуациях. Метод консилиума реализован в виде одного из контуров автоматизированного рабочего места (АРМ) детского невролога, что обеспечивает оценку решений врача-невролога в ситуациях, когда возникает реальная угроза жизни новорожденных. Метод основан на отборе и оценивании компетентности экспертов с последующим получением их средневзвешенных оценок и групповой оценки принятого решения.

Ключевые слова: АРМ детского невролога, подсистема принятия решений, эксперт, консилиум, матрица оценок, весовые коэффициенты.

Пропонується метод консилиуму для оцінювання діагностичних висновків дитячого невролога при неоднозначних і загрозливих ситуаціях. Метод консилиуму реалізовано у вигляді одного з контурів автоматизованого робочого місця (АРМ) дитячого невролога, що забезпечує оцінку рішень лікаря-невролога в ситуаціях, коли виникає реальна загроза життю новонароджених. Метод засновано на відборі та оцінюванні компетентності експертів з подальшим отриманням їх середньозважених оцінок і групової оцінки прийнятого рішення.

Ключові слова: АРМ дитячого невролога, підсистема прийняття рішень, експерт, консилиум, матриця оцінок, вагові коефіцієнти.

ВВЕДЕНИЕ

Современный этап развития медицинских информационных систем (ИС) и технологий (ИТ) характеризуется тем, что наиболее часто употребляемым компонентом их структуры является автоматизированное рабочее место (АРМ) специалиста. При этом количество АРМ в одной ИС может быть достаточно большим, но каждое из которых является узкоспециализированным. Так, например, информационная система Интерин включает в себя более 20-ти специализированных АРМ [1].

Одновременно автоматизированные рабочие места могут быть и локальными, представляя собой функционально завершённый программный или аппаратно-программный комплекс на локальном компьютере. Фактически и те, и другие АРМ представляют собой интеграцию измерительных приборов с вычислительным комплексом, обеспечивающим выполнение четырех основных функций:

- управление работой измерительных приборов;
- регистрацию и предварительную обработку результатов измерений;
- преобразование и анализ полученных данных;
- представление и вывод полученных результатов в числовой, графической или иной форме, удобной для восприятия врачом [2].

Практически все сегодняшние АРМ построены на основе спецификации открытых информационных систем, используют стандартные интерфейсы, способные взаимодействовать с другими приложениями на локальных и удаленных компьютерах, снабженных стандартным интерфейсом пользователя, который существенно облегчает их работу [3, 7].

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Медицина представляет собой слабоструктурированную область знаний, что создает определенные трудности при принятии решений врачом. В тоже время, врач в своей практической деятельности выстраивает последовательность выводов, базирующихся на представлениях и связях, наблюдаемых признаков у больного с тем или иным диагнозом [4]. При этом сформированная последовательность диагностических процедур может не только корректироваться, но в отдельных случаях даже полностью трансформироваться в новую в зависимости от результатов обследования больного. Надо подчеркнуть, что в процессе постановки диагноза признаки заболевания, характерные для пациента, становятся важными не только при обследовании, а и с диагностической точки зрения, иными словами, с позиции их дифференциально-диагностической ценности [4].

Однако при этом существенно возрастает объем воспринимаемой врачом информации, которую нужно переработать и принять единственно правильное решение по диагнозу или прогнозу развития заболевания, очень часто в условиях дефицита времени. С другой стороны, для класса исследуемых пациентов — новорожденные и дети до трех лет с перинатальными поражениями центральной нервной системы (расстройствами двигательных функций) характерно дополнительное ограничение как по объему, так и по качеству медицинских данных, необходимых для постановки диагноза или принятия решения. При этом следует постоянно помнить, что данный класс пациентов — это еще и дополнительная группа риска со всеми вытекающими последствиями [9, 10].

Создание специализированного автоматизированного рабочего места врача-невролога и разработка метода консилиума существенно снижает риск, одновременно повышая качество и точность диагностики.

Цель — разработка метода консилиума для оценивания заключений, принятых врачом-неврологом и повышения качества оказываемой медицинской помощи детям с нарушениями двигательных функций.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Инфологическая структура АРМ детского врача-невролога включает в себя два автономных информационных канала матери и ребенка (плода), модуль поддержки принятия решений (МППР), информационно-справочный модуль, модули шаблонов и типовых схем лечения, модуль углубленных исследований, модуль врача, модуль оценки решений МППР: АРМ имеет достаточно содержательную и многозадачную базу данных, в которую входят БД матери и ребенка, БД медикаментов, БД справочная, БД физиологических процедур.

Наряду со стандартными функциями, АРМ детского врача-невролога обеспечивает возможность: формировать шаблонные записи врача в текстовой и графической форме; автоматической настройки типовых форм по результатам исследований, консультаций, лечения и формирования БД коротких, стандартных и расширенных шаблонных записей.

Основным отличием ранее разработанного авторами АРМ детского невролога является его структура, построенная по двухконтурной схеме, где первый контур — это контур принятия решений врачом-неврологом, второй — обеспечивает оценку решений врача-невролога путем организации консилиума в ситуациях, когда возникает реальная угроза жизни новорожденных. При этом, зачастую, врач имеет дело с неоднозначным, а иногда, вообще неадекватным диагнозом или выбранной тактикой лечения. Понятно, что в таком случае, практически ни один врач не возьмет на себя ответственность за жизнь ребенка. Но решение все равно необходимо принять, и оно должно быть принято при условии введения дополнительного контура АРМ — контура оценивания принятого врачом-неврологом решения консилиумом экспертов.

Именно на втором, внешнем контуре в составе модуля оценки решений, принятых модулем ППР, который входит в АРМ детского невролога; модуля дополнительных (углубленных) исследований ребенка; базы данных врачей-экспертов и собственно, самого врачебного консилиума, принимают окончательное решение о его соответствии заключению, принятому врачом.

Такой подход, который предложен для перинатальных центров, практически исключает летальные случаи среди новорожденных с перинатальными поражениями ЦНС, базируется на новом методе консилиума, адаптированном к соответствующему способу получения экспертных оценок.

С помощью диагностического модуля врач, по аналогии с [7], осуществляет индивидуальную диагностику функционального состояния матери и ребенка, что позволяет определить значения физиологических показателей, которые оцениваются как соответствующие диапазоны нормы, допустимые значения и предельные значения этих показателей, уточнить симптомо и синдромокомплексы, характерные для того или иного заболевания. Диагноз формируется по единому стандартному формату и содержит: этиологию и клинический вариант (портрет) болезни; фазу болезни (обострение, излечение), стадию синдрома, возможные

осложнения [7].

Консилиум врачей — это совещание нескольких врачей одной или нескольких специальностей, которое проводится в целях установления состояния здоровья пациента, постановки диагноза, определения прогноза и тактики медицинского обследования и лечения, а также установления целесообразности направления в специализированные отделения медицинской организации или другое специализированное учреждение здравоохранения [5].

Диагностический процесс предполагает, что врач должен не только выявить симптомы болезни, точно описать их (что до сих пор является в медицине неоднозначно решаемой задачей), но и, по возможности, проследить связи между ними. В то же время, часть диагностически ценной информации теряется в процессе извлечения значений, что обуславливает необходимость учитывать нечеткость как самих используемых понятий (признаков), так и отнесение их к определенному классу [4]. Это приводит к тому, что на этапе формирования окончательного диагноза (обоснование окончательной гипотезы) осуществляется критическая сравнительная оценка выявленных симптомов, результатов исследований и их совокупностей — «за» (аргументы) и «против» (контраргументы) [4].

В случае проведения консилиума, аргументы отражают частные мнения специалистов и могут иметь различную истинностную оценку для его участников [8]. Поэтому формализм при построении логического вывода на основе аргументации должен учитывать структуру множества аргументов, в частности, возможность существования отношения порядка на множествах аргументов [6], что определяется диагностической значимостью привлекаемых в качестве аргументов признаков. Эти признаки могут быть:

- патогномическими (однозначно характеризующие заболевание),
- обязательными (встречающиеся с частотой 80–90% при данной патологии),
- главными (встречающиеся с частотой 50–60%),
- отсутствующими или второстепенными [4].

Достижение цели методом консилиума в АРМ детского невролога и в медицинской диагностике требуют для своего осуществления определенных действий и возможностей (табл. 1) [4].

При сравнении и объединении индивидуальных экспертных оценок, сложности могут возникать даже тогда, когда объекты были измерены по одной шкале, поэтому получение групповой оценки с помощью средних величин при условии однородности экспертной группы вполне оправдано [9].

Таблица 1.

Достижение цели методом консилиума [4]

В АРМ детского невролога	В медицинской диагностике
Упорядочение информации по степени существенности	Подразделение признаков в зависимости от их диагностической ценности на: патогномичные (характерные только для определенного заболевания), обязательные (встречающиеся в подавляющем большинстве случаев), главные (часто встречающиеся), второстепенные
Устранение неопределенности посредством использования информации, упорядоченной по степени релевантности для рассматриваемой ситуации	Уменьшение диагностической неопределенности путем направленного поиска идентифицирующих признаков
Рефлексивное управление - способность как к оценке полученных результатов и выбранных средств получения этих результатов, так и к коррекции данных (пополнению данных, отказу от некоторых данных, пересмотру результатов и т.п.)	Мысленная самооценка наблюдаемых признаков и выдвигаемых гипотез, их отклонение или подтверждение с помощью дополнительно находимой информации
Выбор стратегий, адекватных решаемой задаче	Поиск аргументов и контраргументов (в анамнезе и в виде специфических изменений) или прецедента
Выведение логических следствий	В распознавании состояний общепринята логика "если ... то"
Поиск сходства фактов и генерирование предположений	Наличие фактов, характерных для ряда заболеваний, позволяет строить дифференциально-диагностические ряды
Верификация и фальсификация получаемых результатов	Отклонение контраргументов и представление фактов, однозначно характерных для определенной нозологической формы

Предлагаемый метод консилиума представляет собой, по аналогии с [11], последовательную совокупность логически связанных друг с другом этапов.

Рассмотрим подробно каждый этап метода.

1. При проведении консилиума каждый из N -экспертов оценивает принятие врачом-неврологом решение по сложившейся шкале из M -признаков:

$$t_i(P_j) \in \{1, 2, \dots, M\},$$

где $i = 1, 2, \dots, N$ — количество экспертов; $j = 1, 2, \dots, M$ — количество признаков, по которым каждый из экспертов оценивал решение врача-невролога.

2. Сформируем матрицу экспертных оценок T размерностью $m \times n$:

$$T_{\mathcal{E}} = \{t_i(P_j), \dots, t_N(P_j)\}, i=1, 2, \dots, N, j=1, 2, \dots, M.$$

3. Для обеспечения объективности и адекватности экспертной оценки введем весовые коэффициенты $t_i^*(P_j)$ и сформируем матрицу весовых коэффициентов $T_{B\mathcal{E}}^*$:

$$T_{B\mathcal{E}}^* = \{t_i^*(P_j), \dots, t_N^*(P_j)\}.$$

Сформированные матрицы T и T^* служат исходными данными для проведения статистического анализа экспертных оценок решения врача.

4. Компетентность эксперта K_i будем определять как величину динамическую, состоящую из двух: базовой (K_{bi}) и динамической (K_{di}):

$$K_i = K_{bi} + K_{di}$$

$$K_{di} = K'_{di} + K''_{di},$$

где K'_{di} — исходное (базовое) значение компетентности эксперта (минимальный порог компетентности эксперта, позволяющий ему принимать участие в экспертизе); K''_{di} — текущее значение компетентности эксперта, определяемое его профессиональным уровнем.

По аналогии с весовыми коэффициентами $t_j^*(P_j)$, по которым ранжируются признаки оценок экспертов, вводим понятие веса эксперта:

$$K_i^* = \frac{K_i}{\sum_{i=1}^n K_i}.$$

5. Это позволяет перейти к процедуре получения экспертных оценок решения врача, обусловившего необходимость проведения консилиума.

Средневзвешенная оценка группы экспертов с учетом компетентности каждого из них (точечная оценка):

$$t_s(P_j) = K_i^* \sum_{i=1}^n T_{\exists} T_{B\exists} = K_i^* \sum_{i=1}^n \{t_i(P_j), \dots, t_N(P_j)\} [t_i^*(P_j), \dots, t_N^*(P_j)]$$

где K_i^* — «вес» эксперта; T_{\exists} , $T_{B\exists}$ — соответственно матрицы экспертных оценок и весовых коэффициентов.

Границы диапазонов экспертных оценок (крайние оценки экспертов):

$$t_{\max i}(P_j) = \max \{t_1(P_j), \dots, t_N(P_j)\},$$

$$t_{\min i}(P_j) = \min \{t_1(P_j), \dots, t_N(P_j)\}, i = 1 \dots N, j = 1 \dots M.$$

Дисперсия оценок и среднеквадратическое отклонение, характеризующее степени отклонения экспертных оценок относительно среднего:

$$D(P_j) = \sum_{i=1}^N (t_s(P_j) - t_i(P_j))^2 K_i^*,$$

$$\sigma(P_j) = \sqrt{D(P_j)}, i = 1 \dots N, j = 1 \dots M.$$

6. При совпадении мнений экспертов результаты консилиума представляют собой средневзвешенную оценку с учетом интервального прогноза:

$$t_s(P_j) - \Delta 1 \leq t_s(P_j) \leq t_s(P_j) + \Delta 2,$$

где $\Delta 1$ и $\Delta 2$ — интервальные прогнозы, представляющие собой доверительные интервалы оценок экспертов для заданной вероятности осуществления прогноза.

В случае, если измеренные признаки оценок имеют разные размерности, необходимо провести нормирование каждого из признаков путем деления централизованной величины на среднеквадратическое отклонение и перейти от матрицы T_{Σ} к нормированной матрице $T_{\Sigma H}$ с элементами:

$$\bar{t}_i(P_j) = \frac{t_i(P_j) - t_s(P_j)}{\sigma(P_j)},$$

$$T_{\Sigma H} = \{t_i^H(P_j), \dots, t_N^H(P_j)\},$$

где H — норма.

7. Для проведения процедуры кластеризации задаем необходимые признаки и определяем выражение для оценивания меры близости.

Эвклидово расстояние:

$$\rho_{BE}^2(P_i, P_j) = \sum_{j=1}^M (t_i(P_i) - t_i(P_j))^2, \quad i = 1 \dots N, \quad j = 1 \dots M.$$

Эта оценка используется, если признаки однородны по физическому смыслу и одинаково важны для классификации.

«Взвешенное» эвклидово расстояние:

$$\rho_{BE}^2(P_i, P_j) = \sum_{j=1}^M \omega_j (t_i(P_i) - t_i(P_j))^2, \quad i = 1 \dots N, \quad j = 1 \dots M,$$

где ω_j — вес признака, $0 < \omega_j < 1$, применяется в случаях, когда каждому признаку j удается присвоить некоторый «вес» ω_j , пропорциональный степени важности признака в задаче классификации. Определение весов, как правило, производится методом экспертных оценок.

8. Для получения групповой оценки решения обработаем матрицу весовых коэффициентов t^* . В итоге оценки будут иметь вид.

Средневзвешенная оценка веса параметров с учетом мнения всех экспертов:

$$t_s^*(P_j) = \sum_{i=1}^N t_i^*(P_j) K_i.$$

Групповая оценка решения:

$$t_{GP} = \frac{\sum_{j=1}^M t_s^*(P_j) t_s(P_j)}{\sum_{j=1}^M t_s^*(P_j)}.$$

Указанная формула позволяет осуществить объективное оценивание

решения врача согласно мнениям всех экспертов с учетом их компетентности в данной сфере. Величина полученной оценки показывает степень согласованности мнений экспертов и, как следствие, степень «рациональности» решения врача, что в свою очередь характеризует эффективность всей тактики лечения пациента.

Если сравнить предложенный метод с известным, например, методом анализа иерархий (МАИ — методом Саати), то увидим, что метод не предусматривает средств для проверки достоверности данных. Это существенный недостаток, ограничивающий применение МАИ в медицинских системах, где используются объективные данные, а не только предпочтение экспертов, являющиеся ведущими для принятия решений. АРМ врача-невролога использует объективные физиологические и психологические характеристики и сигналы, по результатам анализа которых и принимаются решения, т.е. формируются суждения врачей. Поэтому для медицинских систем типа АРМ предложенный метод является более достоверным, точным и надежным. Кроме того, он более прост и эффективен при практической реализации.

Выводы

Осуществлено расширение диапазона оценок компетентности экспертов по наблюдаемым признакам и выдвигаемым альтернативам, а также, введение в структуру АРМ врача-невролога двух контуров принятия решения, где первый — это уровень врача, а второй — уровень консилиума врачей для ситуаций, когда возникает реальная угроза жизни новорожденного.

Благодаря использованию предложенных решений и разработок достигается системный подход к проблеме диагностики и лечения двигательных нарушений у детей в перинатальном периоде жизни.

1. ИНТЕРИН — медицинские информационные системы [Электронный ресурс] // Группа компаний Интерин. — Режим доступа: <http://www.interin.ru/>. — Дата обращения: 20.01.2016.
2. АРМ акушера-гинеколога и автоматизация женской поликлиники [Электронный ресурс] // Информационный портал «Лекции.Нет». — Режим доступа: <http://lektsii.net/1-101185.html>. — Дата обращения: 20.01.2016.
3. Программно-аппаратный комплекс для оценки ФС матери и плода: презентация [Электронный ресурс] // Томский политехнический университет. Кафедра медицинской и промышленной электроники. — Режим доступа: <http://www.myshared.ru/slide/992397>. — Дата обращения: 20.01.2016.
4. Кобринский Б.А. Логика аргументации в принятии решений в медицине // НТИ, Сер. 2. — 2001. — № 9. — С. 1–8.
5. Функции консилиума врачей, порядок работы [Электронный ресурс] / Юридический отдел «Факультета медицинского права» // ООО «Факультет медицинского права». — Режим доступа: <http://www.kormed.ru/pravila-okazaniya-meduslug/konsilium-vrachei/funktsii-konsiliuma-vrachey-poryadok-raboty>. — Дата обращения: 20.01.2016.
6. Таран Т. А. Формализация рассуждений на основе аргументации при принятии решений в конфликтных ситуациях // НТИ, Сер. 2 — 1998. — № 9. — С. 23–33.

7. Автоматизоване робоче місце лікаря (на прикладі АРМ лікаря-терапевта) / С.М. Злепко, А.С. Коваленко, П.Г. Прудіус та інші // Тези доповідей Третньої Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія», м. Вінниця, 29–31 травня 2012 року. — Вінниця : ВНТУ, 2012. — С. 68–69. — ISBN 978-966-641-465-9.
8. Особливості побудови стратегії «Телемедичного консиліуму» для реабілітації хворих в резидуальному періоді / О.Ю. Азархов, С.М. Злепко, Л.В. Космач та інші // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах : матеріали XII міжнар. наук.-техн. конференції (3–8 червня 2013 р., м. Одеса); Одес. нац. акад. зв'язку ім. О.С. Попова. — Одеса–Хмельницький : ХНУ, 2013. — С. 115. — ISBN 978-966-330-176-1.
9. Програмно-апаратний комплекс «Автоматизоване робоче місце головного лікаря» / О.Ю. Азархов, Д.Х. Штофель, С.В. Тимчик та інші // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я : тези доповідей XIX міжнародної науково-практичної конференції у чотирьох частинах, м. Харків, 15–17 травня 2012 р. — Харків : НТУ «ХПІ». — Ч. III. — С. 65. — ISSN 2222-2944.
10. Зинченко С. Г. Проект многопрофильного консалтингового центра в Донецко-Приднепровском экономическом регионе Украины // Экономика: проблемы надії та практики. Міжвузівський збірник наукових праць. — Дніпропетровськ : «Наука і освіта», 2000. — Вип.9. — С.66–72.

UDC 004.9:61

CONSILIMUM METHOD FOR ESTIMATING DIAGNOSTIC CONCLUSION OF NEUROLOGIST

S.M. Zlepko¹, S.V Tymchyk¹, H.S. Lepiohina²

¹*Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia, Ukraine*

²*Skadovsk Central District Hospital, Skadovsk, Ukraine*

Introduction. The current stage of development of health information systems and technology is characterized by the fact that the most frequently used component of their structures is a workstation (AERP) specialist. AERPs are integrating with instrumentations and the computing system, ensuring the fulfillment of the set of basic functions.

It is essential to reduce the risk by creating a specialized workstation of a neurologist and the development of consultation method.

The purpose is to improve the quality of medical care for children with motor disabilities through the development of a consultation method for the evaluation of the conclusions adopted by the neurologist.

Results. Proposed consultation method for the evaluation of the diagnostic conclusions child neurologist at the ambiguous and threatening situations. The method is based on selecting and evaluating the competence of experts, and then receive their average assessment and group assessment decision.

Conclusions. Thus, the introduction to the AERP of the doctor-neurologist two circuits decision structure, where the first — is the level of the doctor, and the second — level panel of doctors for real threat of newborn life situations, a systematic approach to the problem of diagnostics and treatment of motor disorders in children in the perinatal period of life has been achieved.

Keywords: automation equipped working place (AEWP), children's neurologist, a subsystem of decision-making, expert consultation, evaluation matrix, weights

1. INTERIN — medical information systems [Electronic resource] // Group Interin. — Access: <http://www.interin.ru/>. — Date of the application: 20.01.2016.
2. AEWP obstetrician and automation of the women's clinic [Electronic resource] // Information Portal «Lektsii.Net». — Access: <http://lektsii.net/1-101185.html>. — Date of the application: 20.01.2016.
3. Hardware-software complex for assessment of the mother and fetus FS: presentation [Electronic resource] // Tomsk Polytechnic University. Department of Medical and Industrial Electronics. — Access: <http://www.myshared.ru/slide/992397>. — Date of the application: 20.01.2016.
4. Kobrinskiy B.A. The logic of the argument in making medical decisions // STI, Ser. 2. — 2001. — № 9. — P. 1–8.
5. Functions of the medical council, the order of [electronic resource] / The legal department "of the Faculty of Medical Law" // LLC "Faculty of Medical Law". — Access: <http://www.kormed.ru/pravila-okazaniya-meduslug/konsilium-vrachei/funktsii-konsiliuma-vrachey-poryadok-raboty>. — Date of the application: 20.01.2016.
6. Taran T.A. The formalization of the arguments on the basis of reasoning when making decisions in conflict situations // STI, Ser. 2 — 1998. — № 9. — S. 23–33.
7. Automation equipped working place (for example, AEWP therapist)/ S.M. Zlepko, A.S. Kovalenko, P.G. Prudius & others // *Proceedings of the Third International Scientific Conference "Information Technologies and Computer Engineering"*, c. Vinnitsya, 29th–31st May 2012. — Vinnitsya : VNTU, 2012. — P. 68–69. — ISBN 978-966-641-465-9.
8. Features building strategy "telemedicine consultation" for rehabilitation of patients in residual period / O.Yu. Azarhov, S.M. Zlepko, L.V. Kosmach & others // *Measuring and computing in technological processes materials* // XII International Scientific Conference (3^d–8th June 2013, c. Odessa) ; Odessa National Academy of Telecommunications named after O.S.Popov. — Odesa — Khmel'nyts'kyy : KNU, 2013. — P. 115. — ISBN 978-966-330-176-1.
9. Hardware-software complex "Automated workplace chief doctor"/ O.Yu. Azarhov, D.H. Shtofel, S.V. Timchik & others // *Information technology, science, engineering, technology, education, health* // abstracts XIX International Scientific Conference in four parts, c. Harkiv, 15th–17th May 2012. — Harkiv : NTU «KPI». — P. III. — P. 65. — ISSN 2222-2944.
10. Zinchenko S.G. The project is a multidisciplinary consulting center in the Donets-Dnieper economic region of Ukraine // *Economy: Problems and hopes practices. Interuniversity collection of scientific papers*. — Dnipropetrovsk : «Science and education», 2000. — Publ.9. — P.66–72.

Получено 15.02.2016