

Справочно-обучающая система для интерпретации биохимических данных

И.П. Лукашевич*, М.И. Савина, Г.И. Иванова*****

* Институт проблем передачи информации РАН, Москва, Россия

** Российский Государственный Медицинский Университет, Москва, Россия

*** 52-ая городская клиническая больница, Москва, Россия

Поступила в редакцию 30.10.2005

1. ВВЕДЕНИЕ

Развитие компьютерных средств и Интернета допускают неограниченные возможности информационного взаимодействия во всех областях знаний, включая медицину. Информационное взаимодействие наряду с другими формами обмена информацией включает в себя и обучение, которое мы рассматриваем как передачу знаний наиболее эффективным способом.

Однако, если говорить о распространении и обмене профессиональными знаниями, технические возможности в настоящее время обгоняют программные разработки и их востребованность. Большая часть такой информации представлена в виде научной или справочной литературы, т.е. представляет собой аналог печатных изданий, но при современных возможностях передачи информации.

Для более эффективного использования компьютерных сетей необходимо предложить пользователю не только справочную информацию, но также обучающие, диагностические, прогностические, экспертные и другие системы в разных областях медицинских знаний.

Настоящая работа посвящена созданию структурно-организованного справочника, который позволяет не только найти нужную информацию, но и проинтерпретировать ее на содержательном уровне.

Основной задачей на данном этапе является разработка методов представления профессиональных знаний, позволяющих уменьшить объем передаваемых знаний, повысив при этом их информативность.

2. МЕТОД СТРУКТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ СЛАБОФОРМАЛИЗОВАННОЙ ИНФОРМАЦИИ

Проведенные исследования позволили нам разработать принцип представления медицинской информации, отвечающий предъявляемым требованиям. Принцип заключается в выделении основных систем и объектов в рассматриваемой области знаний, описании функций, выполняемых этими системами, и симптомов, которые выявляются при нарушении функций. Мы назвали этот подход структурной организацией информации, поскольку он состоит в выделении минимального числа блоков (структурных единиц), знание которых достаточно для принятия решения. Число уровней структурирования зависит от сложности области знаний [4, 5, 6, 7].

Метод структурной организации и представления слабоформализованной информации позволяет: унифицировать способ представления знаний; установить содержательные связи и уменьшить объем материала, повысив, при этом, его информативность, что должно способствовать повышению эффективности обучения и повышению квалификации специалистов, а

ОБЩАЯ СХЕМА ОРГАНИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИИ.

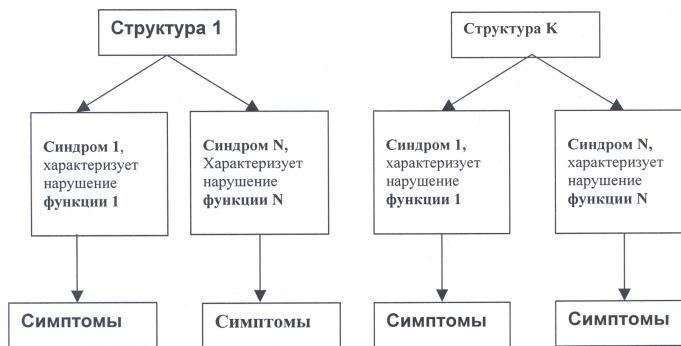


Рис. 1

также ускорению процесса получения новых знаний и выдвижения новых гипотез; автоматизировать процесс принятия решения [4, 5, 6, 8].

Создание таких систем, необходимых для повышения эффективности обучения, становится все более актуальным из-за появления новых областей знаний и увеличения общего объема информации. В первую очередь это относится к медицинской информации, которая является слабоформализованной, избыточной по объему и характеризуется ростом новых методов исследования.

Структурный подход здесь оказался особенно полезным, поскольку позволяет организовать и содержательно связать информацию, уменьшив ее объем, что способствует лучшему пониманию и, как следствие, лучшему обучению и запоминанию. Общая схема организации информации приведена на Рис. 1.

В зависимости от изучаемой области медицины симптомы могут указывать как на клинические варианты, так и на топографию, характер, выраженность поражения и др.

Приведем пример структурно-организованной обучающей-диагностической системы.

3. СТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ДАННЫХ КЛИНИКО-ЛАБОРАТОРНОЙ ДИАГНОСТИКИ

Проблема повышения эффективности обучения всегда была актуальной. Однако, из-за интенсивного развития науки, появления новых областей знаний и увеличения общего объема знаний, в связи с чем не только овладение узкой специальностью, но и обмен знаниями между специалистами смежных областей сильно затруднены, эта проблема приобретает особое значение.

Наша работа заключалась в том, чтобы создать обучающую систему, которая позволяет не только меньше времени затратить на овладение специальностью, дольше сохранить новые знания, но и использовать их в комплексе со знаниями смежных специальностей.

В медицине к плохо организованной информации в первую очередь следует отнести результаты исследований, сопутствующие основному осмотру больного, т.е. те данные, которые ведущий больного врач получает от других специалистов.

К числу таких исследований, в первую очередь, следует отнести данные клинико-лабораторной диагностики (КЛД) и некоторые другие, использование которых остается крайне неэфф-

фективным из-за большого числа не связанных между собой содержательно параметров. Поэтому наибольший интерес для создания обучающих систем представляют именно эти области знания.

Поскольку все патологические процессы происходят на уровне биохимических реакций в клетке, то знание и понимание значений показателей биохимического анализа чрезвычайно велико. В то же время, форма представления этих показателей в клинической практике такова, что нередко они остаются невостребованными лечащим врачом частично или полностью.

Приведем пример стандартного представления результатов лабораторного исследования.

Как видно, в таблице приводится общепринятый перечень основных биохимических показателей крови с указанием нормы. Показатели связаны между собой только тем фактом, что выявлены при лабораторном исследовании крови конкретного больного. Содержательный анализ этой информации, а, следовательно, и ее востребованность зависят только от квалификации и опыта врача.

Мы воспользовались структурной организацией для представления данных клинико-лабораторной диагностики (КЛД), число которых растет, а использование результатов обследования остается крайне неэффективным из-за трудности интерпретации.

Таблица № 1.

Данные лабораторных исследований больного острым алкогольным гепатитом

Показатель	В обычных единицах	
	величина	нормальные значения
эритроциты	3,7 млн/мм ³	3,7–4,7
билирубин:		
общий	0,7 мг / 100 мл	0,1–1,0
прямой	0,3 мг / 100 мл	0–0,2
холестериин	365 мг / 100 мл	150–300
альбумины	3,6 г / 100 мл	3,5–5,5
общий белок	6,3 г / 100 мл	6,5–8,5
креатинин	1,3 мг / 100 мл	0,7–1,4
фибриноген	6,0 мг / мл	6,5–11
протром. индекс	89%	85–110%
холинэстераза	-	160–340 МЕ
AcAT	115 МЕ	5–20
АлАТ	72 МЕ	5–20
гамма-ГТ	256 МЕ	4–28
ЩФ	90 ед	55–220
ЛДГ	6,2 МЕ	0,8–4,0
Глобулины:		
альфа-1	5,8%	2,5–5,0
альфа-2	15,9%	7–13
бета	16,1%	8–14
гамма	2,4%	12–22
IgA	460 мг / 100 мл	61–182
IgM	92 мг / 100 мл	192–535
IgG	1400 мг / 100 мл	720–1637

Приведем пример структурно-организованного справочника, который позволяет интерпретировать биохимические данные при дифференциальной диагностике заболеваний печени, по-

чек, поджелудочной железы и, частично, сердца, т.е. тех органов, для которых эти показатели актуальны.

Согласно предложеному нами подходу (его можно назвать еще синдромным подходом) сначала выявляются основные функционирующие системы. Нарушение каждой функции характеризуется специфическим набором признаков - синдромом, и связано с конкретными клиническими вариантами, симптомами которого являются результаты биохимического анализа крови, а для почек и мочи.

4. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА ЗАБОЛЕВАНИЙ ПЕЧЕНИ

Для печени основной системой является клетка печени - гепатоцит. Гепатоциты выполняют несколько функций, главные из которых: синтетическая, выделительная, детоксикационная и поддержка структурной целостности органа.[1, 3, 10, 12].

1. Нарушение синтезирующей функции - гепато-депрессивный синдром - характеризуется диспротеинемией: альбумин (\downarrow); фибриноген (\downarrow); протромбиновый индекс (\downarrow); холестерин (\downarrow); холинэстераза (\downarrow); АсАТ $>$ АлАТ.

Нарушение синтезирующей функции связано с двумя процессами: дистрофическим – гепатозы и воспалительным – гепатиты, причем второй отличается от первого ростом гамма-глобулинов – появлением специфических метаболитов, в том числе белков острой фазы и их возрастанием.

Гепатозы бывают трех типов: приобретенная острая токсическая дистрофия, последней стадией которой является острая печеночная недостаточность; приобретенный хронический жировой гепатоз; наследственные или обменные заболевания.

Гепатиты также делятся на три типа: вирусные гепатиты; аутоиммунные гепатиты и алкогольные гепатиты. Во всех случаях, кроме самого первого, последними стадиями могут быть цирроз или рак.

2. Нарушение детоксикационной функции характеризуется накоплением азотистых продуктов и снижением мочевины, что свидетельствует об изменениях в процессах обезвреживания аммиака, включая основной путь его удаления из организма – синтез мочевины.

3. Нарушения выделительной функции – синдром холестаза – приводит к желтухам.

4. Нарушение структурной целостности – синдром цитолиза – к циррозам.

Отметим, что при таком представлении информации каждый из названных вариантов характеризуется свойственным только ему одному синдромом, который можно объяснить содержательно.

На Рис. 2 приведена структурная схема организации биохимической информации для заболеваний печени.

Анализ результатов структурирования показал, что имеются четыре уровня структурирования и на каждом уровне показатели собраны в содержательные синдромы, связанные с конкретными формами патологии. Известно, что понимание происходящих процессов способствует более эффективному обучению.

Кроме того, как видно на рис. 2, значения биохимических показателей при разных формах патологического процесса в печени достаточно специфичны, и, как отдельные показатели, так и их комбинации характерны для определенных патологий. Это означает, что только по данным лабораторного исследования можно провести, практически, полную дифференциальную диагностику болезней печени.

Аналогичная работа, проведенная для других внутренних органов (почки, поджелудочная железа и сердце) позволили построить полноценную обучающую систему в одной из самых сложных областей знания.

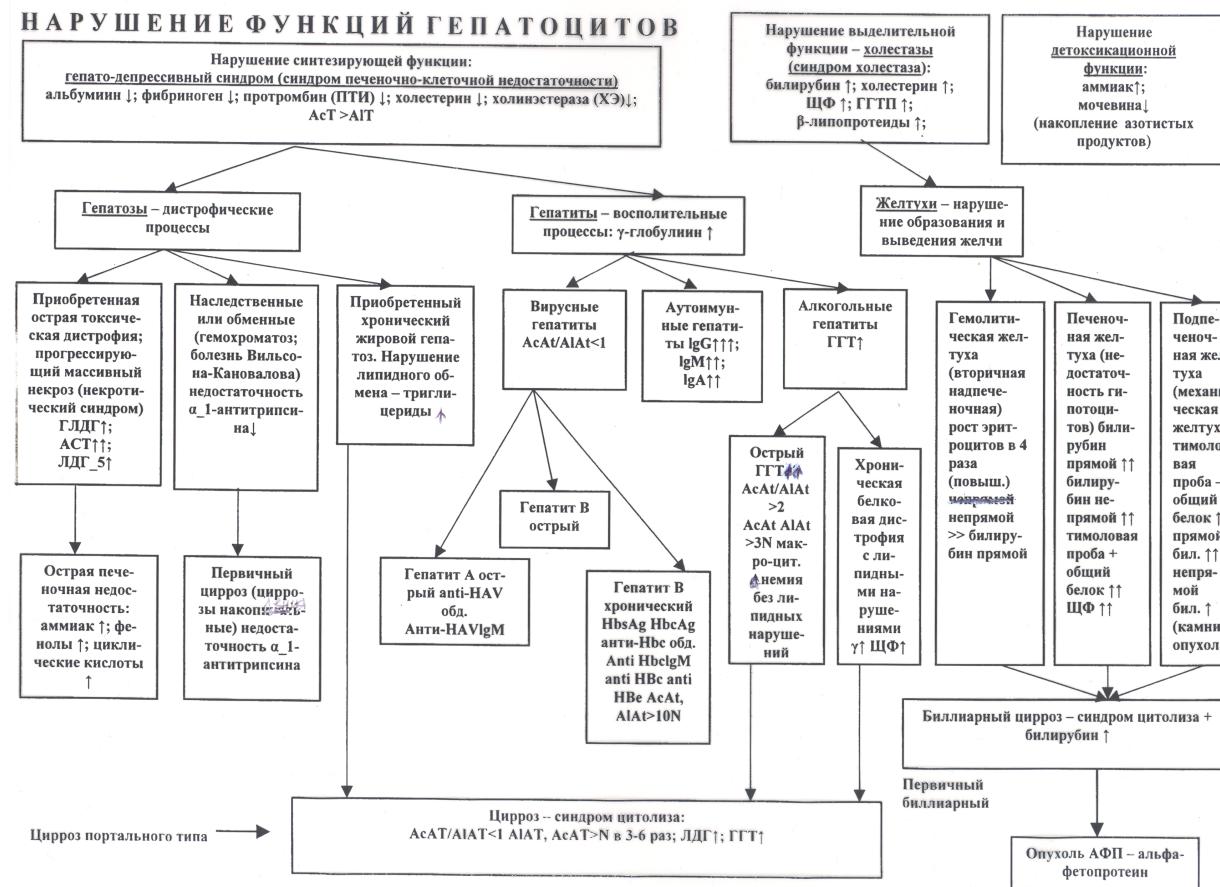


Рис. 2

5. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА ЗАБОЛЕВАНИЙ ПОЧЕК

Основным результатом деятельности почек является сохранение ионного состава и объема биологических жидкостей. Многообразие почечных функций обеспечивается согласованной деятельностью клубочков и канальцев почек, где происходит *клубочковая фильтрация*, *канальцевая секреция* и *реабсорбция*. Нарушение этих функций приводит к определенным клиническим вариантам (в первом случае речь идет о гломерулопатиях, во втором – о тубулопатиях), каждое из которых характеризуется специфическими симтомами. Воспаление межуточной ткани с последующим вовлечением всего нефрона приводит к нарушению способности концентрирования и разведения мочи (*интерстициальные формы нефрита и пиелонефрит*) [1, 3, 9, 10, 12].

6. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА ЗАБОЛЕВАНИЙ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

Поджелудочная железа состоит из экзокринной ткани (ацинарные клетки) и эндокринной, так называемые островки Лангерганса. Экзокринная (внеш-несекреторная) функция связана с образованием панкреатического сока за счет синтеза и секреции пищеварительных ферментов (амилаза, липаза, трипсин), а также секреции жидкостей и электролитов. Эндокринная (внутрисекреторная) функция заключается в продуцировании гормонов (инсулин, глюкагон, соматостатин). Нарушение этих функций в первом случае приводит к панкреатитам, а во

втором - к нарушению толерантности к глюкозе и сахарному диабету, которые можно дифференцировать по данным биохимического анализа крови и мочи [1, 2, 3, 10].

Приведем табличный вариант представления структурно-организованной информации для заболеваний поджелудочной железы (ПЖ). Жирным шрифтом выделены признаки, которые являются дифференциально-диагностическими для данной нозологической формы.

Таблица № 2.

I. ПАНКРЕАТИТЫ – НАРУШЕНИЕ ВНЕШНЕСЕКРЕТОРНОЙ ФУНКЦИИ ПЖ.

- а. изменение биохимических параметров крови: **АМІ** ↑, **АсАТ** ↑, **АІАТ** ↑, **ЛДГ** ↑, **ЛДГ3** ↑
- б. изменение биохимических параметров мочи: **АМІ** ↑

А. ОСТРЫЙ ПАНКРЕАТИТ – ОСТРОЕ АСЕПТИЧЕСКОЕ ВОСПАЛЕНИЕ ПЖ.

Клинические формы панкреатитов	Биохимический анализ крови	Анализ мочи
1. Отечная форма	a. АМІ ↑ в 2–4 раза через 4–6 час., длительность 1–3 дней;	АМІ ↑↑ в 2–5 раз через 12 час., длительность 2–5 дн.
2. Деструктивная форма		
2.1 Жировой панкреонекроз:	а. АМІ ↑↑↑ в 20 раз через 4–6 час., длительность 5–10 дней; б. Lip ↑↑↑ через 2–3 дня, длительность 2–3 недели; в. альбумин ↓; г. Tg ↑; д. гиперкоагуляция;	а. АМІ ↑↑ в 2–5 раз через 4–6 час., длительность 5–10 дней;
2.2 Геморрагический панкреонекроз:	а. АМІ ↑ в 2–4 раза через 4–6 час., длительность 1–3 дней; б. Lip ↑↑↑ через 2–3 дня, длительность 2–3 недели; в. альбумин ↓; д. гипокоагуляция;	а. АМІ ↑ в 2–5 раз через 12 час., длительность 2–5 дн.;
3. Гнойная форма (при присоединении вторичной инфекции)	все симптомы панкреатита + инфекция	

Б. ХРОНИЧЕСКИЙ ПАНКРЕАТИТ – ВОСПАЛИТЕЛЬНОЕ ЗАБОЛЕВАНИЕ ПЖ С ПРОГРЕССИРУЮЩЕЙ ДЕСТРУКЦИЕЙ АНАТОМИЧЕСКИХ СТРУКТУР.

Во время ремиссии заболевание протекает на фоне практически нормальных лабораторных тестов.

Во время обострения повышается активность панкреатических ферментов амилазы и липазы так же как при остром панкреатите.

II. НАРУШЕНИЕ ВНУТРИСЕКРЕТОРНОЙ ФУНКЦИИ ПЖ.

Повышение уровня глюкозы и в капиллярной, и в венозной крови

Клинические формы диабета.	Биохимический анализ крови.	Анализ мочи.
1.Нарушение толерантности к глюкозе	<p>а. капиллярная кровь натощак: 5,6–6,7 ммоль/л;</p> <p>б. венозная кровь натощак: 6,1–7,8 ммоль/л;</p> <p>в. капиллярная кровь с нагрузкой – через 2 часа: 7,8–10 ммоль/л;</p> <p>г. венозная кровь с нагрузкой – через 2 часа: 7,8–11,1 ммоль/л;</p>	
2. Сахарный диабет.	<p>а. капиллярная кровь натощак: > 6,7 ммоль/л;</p> <p>б. венозная кровь натощак: > 7,8 ммоль/л;</p> <p>в. капиллярная кровь с нагрузкой – через 2 часа: > 10 ммоль/л;</p> <p>г. венозная кровь с нагрузкой – через 2 часа: > 11,1 ммоль/л.;</p> <p>Анализы венозной крови.</p> <p><i>Нарушения углеводного обмена:</i></p> <p>а. гипергликемия: $\text{Glu} \uparrow$;</p> <p>б. фруктозамин\uparrow;</p> <p>в. гликозилированный Hb: Hb A1c > 6%;</p> <p><i>Нарушения жирового обмена:</i></p> <p>а. холестерин > 5,4 ммоль/л;</p> <p>б. триглицериды > 1,9 ммоль/л;</p> <p>в. ЛПВП ≤ 0,9 ммоль/л;</p> <p><i>Нарушение белкового обмена:</i></p> <p>а. диспротеинемия: $A \downarrow$, $\alpha_1 \uparrow$, $\alpha_2 \uparrow$;</p> <p>б. гиповолемия;</p> <p><i>Нарушение водно-электролитного обмена:</i></p> <p>а. ацидоз: РН ↓ крови 7,0–7,2;</p>	<p>а. глюкозурия: $\text{Glu} \geq 5\%$;</p> <p>Как следствие усиления распада жиров:</p> <p>а. наличие в моче ацетона;</p> <p>б. наличие в моче кетоновых тел;</p> <p>а. альбуминурия (микро: 30–300 мг/сут, макро: > 300 мг/сут);</p> <p>а. $\text{K} \uparrow$, $\text{Na} \uparrow$, $\text{Mg} \uparrow$, $\text{Ca} \uparrow$, $\text{P} \uparrow$;</p>

7. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА ЗАБОЛЕВАНИЙ СЕРДЦА

Основная функция сердца — обеспечение процесса кровообращения. Все отделы сердца — миокард, проводящая система, клапаны, кровеносные сосуды (артерии и вены), а также оболочки сердца (эндокард и перикард) участвуют в этом процессе, выполняя свои частные функции.

В справочной системе мы привели показатели только для тех отделов, нарушение функций которых проявляется в данных биохимического анализа крови. К ним относятся дистрофические, ишемические и некротические нарушения сократительной деятельности миокарда, а также поражение внутренней оболочки сердца эндокарда септического и ревматического характера [1, 3, 10, 11].

Синдромный подход и привлечение знаний о клинических вариантах патологии внутренних органов являются той содергательной формой организации информации, которая позволяет лучше понимать происходящие процессы, что способствует как более эффективному обучению, так и большей востребованности при решении медицинских задач.

Таким образом, структурирование информации и установление содергательных связей между элементами системы позволяет использовать ее для обучения и интерпретации биохимических данных при диагностике заболеваний внутренних органов, что и отличает эту систему от существующих справочников.

8. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработка обучающе-диагностических систем с использованием структурной организации носит инновационный характер. Компьютерные варианты таких систем могут быть полезными практикующим врачам и способствовать подготовке квалифицированных кадров, особенно на периферии, где практически отсутствуют возможности обучения и повышения квалификации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адо А.Д. *Патологическая физиология*. М.: Триада-Х, 2000, 574 с.
2. Волкова И.А. Гемоглобин и желчные пигменты. Биохимическая диагностика заболеваний печени и поджелудочной железы.
3. *Клинический диагноз – лабораторные основы*. Под ред. В.В. Меньшикова, М.: Лабинформ, 1997.
4. Лукашевич И.П., Мачинская Р.И., Руденская Г.Е. и др. Структурная организация медицинской информации для установления диагноза в детской неврологии. *Медицинская техника*, 1995, № 2, с. 3–9.
5. Лукашевич И.П., Мачинская Р.И., Шипкова К.М Проблема представления и передачи профессиональных знаний. *Труды I Международной конференции “Проблемы управления и моделирования в сложных системах.”* Самара, 14–18 июня 1999, с. 140–144.
6. Лукашевич И.П., Савина М.И., Тогузов Р.Т. Принципы структурной организации клинико-лабораторных данных. *Материалы II конгресса специалистов клинической лабораторной диагностики России*. Москва, 2–6 окт. 2000, с. 42.
7. Лукашевич И.П., Савина М.И. Обучающие системы как одна из форм информационного взаимодействия. *Труды IV Международной конференции “Проблемы управления и моделирования в сложных системах.”* 17–23 июня 2002, Самара, с. 299-304.
8. Лукашевич И.П. Типы информационного взаимодействия в обучающих системах. *Труды V Международной конференции “Проблемы управления и моделирования в сложных системах.”* 17-22 июня 2003, Самара, с. 460–466.
9. *Нефрология (руководство для врачей)*. под ред. Тареевой И.Е. М.: Медицина, 1995.
10. Струков А.И., Серов В.В. *Патологическая анатомия*. М.: Медицина, 1993, 688 с.
11. Шлант Р.Т., Александр Р.В. *Клиническая кардиология*. М.: Бином, 1998.
12. Шулутко Б.И. *Болезни печени и почек*. С-Пб.: СГИ, 1993.