

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АКУШЕРСТВЕ И ГИНЕКОЛОГИИ. (ОБЗОР ЗАРУБЕЖНЫХ ИСТОЧНИКОВ)

Н.Н. Дацун*, Л.А. Матыцина**

* Донецкий государственный технический университет;
** Донецкий региональный центр охраны материнства и детства

Проведен анализ публикаций, посвященных экспертным системам в акушерстве и гинекологии. Выявлено отсутствие информации об интеллектуальных компьютерных системах в детской и подростковой гинекологии. Показано, что недостаточное внимание уделено разработке компьютерной поддержки оценки риска заболеваемости репродуктивной системы детей и подростков.

Медицинская кибернетика - направление, в котором на основе единых для кибернетики научных методов и идей изучаются системы управления в медицине. Назначение подобных систем — определение состояния больного (диагностика) и выбор наиболее эффективного лечебного воздействия.

В рамках этого направления быстрое распространение получают медицинские компьютерные системы (МКС). В зависимости от сложности выполняемых операций МКС могут быть разделены на 4 типа:

- системы обработки данных;
- информационные системы (содержащие информацию, полученную в результате обработки первичных данных);
- системы обработки знаний;
- интеллектуальные системы (показывающие интеллектуальное поведение и формирующие новые знания).

В настоящей статье рассмотрен такой вид МКС, как экспертные системы, которые являются одним из реальных достижений искусственного интеллекта. В свою очередь искусственный интеллект представляет собой основу современной "новой информационной технологии". Наш анализ выполнен для такой области медицины, как детская и подростковая гинекология. Назовем причины, которые определили наивысший приоритет научных исследований и практических реализаций именно в указанном направлении. Главная из них - демографическая ситуация Донецкого региона. По данным Донецкого регионального центра охраны материнства и детства, за последнее десятилетие (1984—1994) количество девочек-подростков - будущих матерей уменьшилось вдвое. По ре-

зультатам медицинских профилактических осмотров, часть девочек и девушек нашего региона имеют гинекологические заболевания. Вторая причина - отсутствие МКС, которые имели бы указанную нами возрастную направленность - детская и подростковая гинекология. Нами проведен аналитический обзор публикаций по такому разделу медицины, как акушерство и гинекология, который показал состояние вопроса в мировом потоке публикаций. Более пристальное внимание мы уделили тем экспертным системам, которые посвящены оценке риска заболеваний репродуктивной системы.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Анализ публикаций проводился на основе вторичного документального потока (рефераты публикаций в компьютерной базе данных MEDLINE) с глубиной поиска 8 лет (1988-1995). Полнотекстовая база данных (БД) MEDLINE содержит рефераты журнальных статей по биологии и медицине. Запрос к этой БД был выполнен по ключевым словам "EXPERT" и "SYSTEMS" классификатора MESH. Полученная информация затем далее анализировалась по следующим параметрам:

- распределение по разделам медицины согласно рубриктору, используемому Медицинским реферативным журналом (МРЖ);
 - распределение по странам и языкам публикаций;
 - распределение по наименованиям источников публикаций;
 - распределение по количественному составу авторских коллективов;
 - распределение по функциональному назначению (диагностика, терапия, прогноз, анализ и т. д.).
- Кроме этого, были проанализированы медицинские экспертные системы (МЭС) по таким характеристикам, как:
- способы представления знаний;
 - способность к проведению неточных рассуждений;
 - интеграция с другими медицинскими информационными системами;
 - инструментальные средства, использованные при реализации.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Всего в БД MEDLINE общее количество публикаций по тематике "Экспертные системы" составило 965. Из них в 1988 г. опубликованы 92 статьи, в 1989 г. - 156, в 1990 г. - 185, в 1991 г. - 171, в 1992 г. - 57, в 1993 г. - 125, в 1994 г. - 164, в 1995 г. (к настоящему времени) — 15. Из всего потока публикаций нами были исследованы публикации только по МЭС. Рас-

пределение публикаций по разделам медицины согласно рубрике МРЖ представлено в табл. 1.

Раздел "Акушерство и гинекология" по интенсивности публикаций среди 22 разделов медицины занимает 6-е место (в таблице учтены экспертные системы — ЭС, междисциплинарного плана, которые посвящены общим вопросам и вопросам обучения). Доля общего количества публикаций об ЭС по этому разделу медицины составила 4,2%, в том числе по годам: 1988 г. - 8,93%, 1989 г. - 6,04%, 1990 г. - 5,52%, 1991 г. - 1,86%, 1992 г. - 1,65%, 1994 г. - 8%. (В 1993 и 1995 г. публикаций по ЭС в акушерстве и гинекологии нет). Далее мы будем проводить анализ потока публикаций именно для этого раздела медицины [1-38] в сравнении с основным потоком рефератов по ЭС в БД MEDLINE.

Большинство публикаций по МЭС выполнено в изданиях следующих стран: США — 41,3%, Великобритания — 12,7%, Германия - 12,5%, Нидерланды - 10,4%, СССР (Россия) - 2,7%. Однако по разделу "Акушерство и гинекология" распределение выглядит иначе (табл. 2): Великобритания - 31,6%, Германия - 26,3%, США - 18,4%, Нидерланды - 5,26%.

Абсолютное большинство публикаций выполнено на английском языке как во всем исследованном нами потоке 82,8%, так и по разделу "Акушерство и гинекология" - 81,6% (табл. 3).

Наибольшее количество публикаций по ЭС сосредоточено в следующих изданиях: "Comput. Method. Program. Biomed." (Нидерланды - Ирландия) - 15,6%, "Proc. Annu. Symp. Comput. Appl. Med. Care" (США) - 14,5%, "Method. Inf. Med." (Германия) - 13,7%, "Med. Inf. Lond." (Англия) - 10,4%, "Int. J. Biomed. Comput." (Англия) — 7,1%. Статьи же по ЭС в разделе "Акушерство и гинекология" [1—38] сосредоточены в "Int. J. Biomed. Cotr." (Англия), "Baillieres. Clin. Obstet. Gynecol." (Англия), "J-Perinat-Med" (Германия) - по 10,52% и "Arch. Gynecol. Obstetr." (Англия) - 7,89%.

К сожалению, рефераты БД MEDLINE не позволяют оценить сложность описанных в них ЭС хотя бы по такому критерию, как объем баз знаний или затраты на создание ЭС (временные или в единицах измерения — человеко-лет), чтобы найти зависимость между сложностью ЭС и численностью авторского коллектива публикации. Однако выполненное исследование подтверждает тезис о том, что ЭС являются сложными МКС (табл. 4, 5).

Распределение МЭС, описанных в публикациях, по функциональному назначению представлено в табл. 6.

Абсолютное большинство МЭС являются диагностическими и терапевтическими (или их сочетанием), так как именно в диагностике и терапии накоплен определенный опыт формализации и отторжения знаний от экспертов. Интересующий же нас срез МЭС, посвященный анализу риска, невелик: число публи-

каций в 1990 г. - 3, в 1992 г. - 4, в 1994 г. - 5.

По разделу "Акушерство и гинекология" это же распределение таково (табл. 7): в этом разделе отсутствуют ЭС проектирования, скрининга, прогноза и пилот-проекты, а оценке риска посвящено следующее количество публикаций: в 1988 г. - 1, в 1994 г. - 2 (по ряду рефератов нельзя определить функциональный тип описанной МЭС).

Анализ способов представления знаний в МЭС показал, что в них используются все известные формализмы (продукционные правила, фреймы, сети, логика, объектно-ориентированный подход, нейронные сети), а также комбинации различных способов представления знаний (табл. 8).

К сожалению, многие рефераты БД MEDLINE не содержат информации о внутренней организации МЭС (способах представления знаний, способности к неточным рассуждениям, программной реализации). Поэтому в остальных таблицах мы приводим только те данные, которые авторы сочли нужным указать в рефератах к своим публикациям.

В МЭС по разделу "Акушерство и гинекология" для представления знаний использованы только продукции (в 1988 г. - 40%, в 1989 г. - 11,1%, в 1994 г. - 25%) и нейронные сети (в 1994 г. — 16,7%).

Анализ способности МЭС к неточным рассуждениям показал, что часть из них использует либо вероятностные рассуждения, либо нечеткую логику (табл. 9). Распределение же способности к неточным рассуждениям ЭС по разделу "Акушерство и гинекология" представляет табл. 10.

Часть МЭС (табл. 11) интегрирована с БД и другими медицинскими информационными системами (ИС):

Анализ публикаций исследованного нами потока показал, что при разработке МЭС использованы инструментальные средства различного уровня (табл. 12).

Среди языков искусственного интеллекта как средства реализации МЭС абсолютное лидерство принадлежит Прологу (табл. 13).

По разделу "Акушерство и гинекология" распределение инструментальных средств таково: оболочки ЭС (1988 г. - 60%, 1990 г. - 14,3%), языки искусственного интеллекта (1990 г. — 14,3%), алгоритмические языки (1990 г. - 14,3%).

ВЫВОДЫ

Анализ потока публикаций, представленных в БД MEDLINE, показал, что в мировой практике нет публикаций об интеллектуальных компьютерных системах по детской и подростковой гинекологии. Отсутствуют международные и зарубежные издания, посвященные новым информационным технологиям в акушерстве и гинекологии. Среди всего потока публикаций по МЭС экспертные системы оценки риска со-

Таблица 1. Распределение рефератов MEDLINE по разделам медицины

Раздел	1988 г.	1989 г.	1990 г.	1991 г.	1992 г.	1993 г.	1994 г.	1995 г.	Всего
1	5	14	11	17	12	12	10	0	81
2	7	9	20	11	6	4	8	1	66
3	4	7	5	13	3	2	6	3	43
4	2	9	10	8	3	1	8	0	41
5	2	13	7	6	7	3	1	1	40
6	5	9	7	3	2	0	12	0	38
7	2	3	5	8	9	1	9	0	36
8	4	5	8	8	3	1	6	0	35
9	1	4	9	9	2	1	4	0	30
10	2	4	6	9	5	2	1	0	29
11	0	7	5	5	4	1	4	1	27
12	1	5	4	3	5	4	2	1	25
13	2	5	3	8	5	1	1	0	25
14	2	4	6	4	4	1	3	0	24
15	0	6	5	2	2	1	3	0	19
16	1	1	8	0	2	1	5	0	18
17	1	2	2	3	1	3	3	1	16
18	0	2	5	1	1	4	2	0	15
19	2	0	2	6	3	0	2	0	15
20	0	3	5	0	1	0	1	0	10
21	1	1	4	0	1	0	1	1	9
22	0	0	0	1	1	1	0	0	3
23	6	23	34	35	24	20	43	3	188
24	6	13	8	2	4	8	14	1	66
Итого	56	149	181	161	121	72	150	13	903

Примечание. Нумерация разделов медицины:

1 - онкология, радиология, рентгенология, ядерная медицина; 2- кардиология, ревматология; 3 - внутренние болезни, поликлиническая и неотложная терапия; 4 - невропатология, нейрохирургия, рефлексотерапия; 5 - микробиология, вирусология, паразитология, эпидемиология, инфекционные болезни (и тропические); 6 - акушерство и гинекология; 7 - хирургия, травматология, ортопедия, анестезиология и реанимация; 8 - фармация, лабораторное дело, медицинская техника; 9 - гастроэнтерология; 10 - стоматология; 11 - фтизиатрия и пульмонология; 12 - психиатрия; 13 - гематология и переливание крови; 14 - генетика, иммунология, трансплантация; 15 - судебная медицина, военная медицина; 16- эндокринология; 17 - педиатрия; 18 - офтальмология; 19- урология, нефрология; 20- дерматология, венерология; 21 - оториноларингология; 16 - гигиена, санитарное просвещение; 23 - общие вопросы; 24 - обучение.

Таблица 2. Распределение МЭС раздела "Акушерство и гинекология" по странам публикаций

Страна	1988 г.	1989 г.	1990 г.	1991 г.	1992 г.	1993 г.	1994 г.	1995 г.	Всего
Великобритания	2	0	2	1	2	0	5	0	12
Германия	3	4	1	0	0	0	2	0	10
США	0	1	1	2	0	0	3	0	7
Нидерланды	0	1	1	0	0	0	0	0	2
Италия	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Канада	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Китай	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Польша	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Франция	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Швейцария	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Япония	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Всего стран	2	6	6	2	1	0	5	0	11

Таблица 3. Распределение МЭС раздела "Акушерство и гинекология" по языкам публикаций

Язык	1988 г.	1989 г.	1990 г.	1991 г.	1992 г.	1993 г.	1994 г.	1995 г.	Всего
Английский	5	3	6	3	2	0	12	0	31
Немецкий	0	4	0	0	0	0		0	4
Китайский	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Польский	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Французский	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Всего языков	1	4	2	1	1	0	1	0	5

Таблица 4. Распределение ЭС БД MEDLINE по количественному составу авторских коллективов публикаций

Число	1988 г.	1989 г.	1990 г.	1991 г.	1992 г.	1993 г.	1994 г.	1995 г.	Всего
1	34	26	48	37	12	19	39	5	220
2	15	34	52	38	19	29	31	2	220
3	17	31	30	26	15	29	22	2	172
4	12	28	17	18	6	14	20	4	119
5	6	11	16	13	1	7	11	1	66
> 5	6	19	20	15	4	14	21	1	100

Таблица 5. Распределение МЭС раздела "Акушерство и гинекология" по количественному составу авторских коллективов публикаций

Тип ЭС	1988 г.	1989 г.	1990 г.	1991 г.	1992 г.	1993 г.	1994 г.	1995 г.	Всего
1	1	3	1	0	1	0	3	0	9
2	2	3	4	1	0	0	3	0	13
3	1	2	1	1	0	0	2	0	7
4	1	1	0	1	0	0	2	0	5
5	0	0	0	0	1	0	0	0	1
>5	0	0	0	0	1	0	0	0	1

Таблица 6. Распределение (в %) ЭС БД MEDLINE по функциональному назначению

Тип ЭС	1988 г.	1989 г.	1990 г.	1991 г.	1992 г.	1993 г.	1994 г.	1995 г.
Диагностика	21,7	29	39,5	35	52,6	19,2	27,4	20
Терапия	4,3	9	4,9	9,1	8,8	5,6	14	20
Диагностика + терапия	6,5	2,6	7	2,1	8,8	1,6	0,6	13,3
Проектирование	1,1	1,3	1,1	0,5	1,8	0,8	0	0
Планирование	0	0	1,6	4,3	0	0	0,6	0
Скрининг	0	0	1,1	0,5	3,5	0	0,6	0
Мониторинг	0	5,8	5,9	3,8	10,5	0,8	4,9	0
Прогноз	3,3	1,3	0,5	0,5	1,8	0,8	0,6	6,7
Менеджмент	1,1	4,5	4,9	2,1	1,8	3,2	0	0
Анализ	7,6	11	1,1	4,2	3,5	4,8	2,4	0
Аудит	0	0	0	0	1,8	0	0	0
Пилот-проект	0	0	1,6	0,5	0	0,8	0,6	6,7
Оценка риска	0	0	1,6	2,1	0	0	3	0

Таблица 7. Распределение (в %) МЭС раздела "Акушерство и гинекология" по функциональному назначению

Тип ЭС	1988 г.	1989 г.	1990 г.	1991 г.	1992 г.	1993 г.	1994 г.	1995 г.
Диагностика	60	33,3	57,1	33,3	0	0	25	0
Терапия	0	11,1	0	0	33,3	0	8,3	0
Диагностика + терапия	0	0	14,3	0	0	0	0	0
Планирование	0	0	14,3	0	0	0	0	0
Мониторинг	0	11,1	0	0	0	0	16,7	0
Менеджмент	0	11,1	0	0	0	0	0	0
Анализ	0	0	0	0	33,3		0	0
Аудит	0	0	0	0	33,3	0	0	0
Оценка риска	20	0	0	0	0	0	16,7	0

Таблица 8. Распределение количества ЭС БД MEDLINE по способам представления знаний

Способ представления	1988 г.	1989 г.	1990 г.	1991 г.	1992 г.	1993 г.	1994 г.	1995 г.
Продукции	8	И	25	25	11	14	9	0
Фреймы	1	3	2	1	1	0	0	0
Сети	1	0	2	10	3	0	1	0
Логика	0	0	0	0	0	1	0	0
Объектно-ориентиро-1 ванная модель	1	3	0	0	0	0	0	0
Продукции + фреймы	1	4	1	1	0	1	0	0
Продукции + фреймы + сети	0	1	0	0	0	0	1	0
Фреймы + сети	0	0	1	0	0	0	0	0
Продукции + логика	1	0	2	0	0	0	0	0
Нейронные сети	0	0	0	0	5	7	10	1

Таблица 9. Распределение количества ЭС БД MEDLINE по способности к неточным рассуждениям

Способ	1988 г.	1989 г.	1990 г.	1991 г.	1992 г.	1993 г.	1994 г.	1995 г.
Вероятностные рассуждения	0	2	14	13	11	0	4	1
Нечеткая логика	1	2	8	5	3	1	4	0
Вероятностные + нечеткие рассуждения	0	0	1	1	2	0	0	0
Демстероиды	0	0	1	0	0	0	0	0

10. Распределение количества МЭС раздела "Акушерство и гинекология" по способности к неточным рассуждениям

Способ	1988 г.	1989 г.	1990 г.	1991 г.	1992 г.	1993 г.	1994 г.	1995 г.
Вероятностные рассуждения	0	1	1	0	0	0	3	0
Нечеткая логика	1	0	2	0	1	0	0	0

Таблица 11. Распределение количества ЭС БД MEDLINE, интегрированных с другими ИС

Тип ИС	1988 г.	1989 г.	1990 г.	1991 г.	1992 г.	1993 г.	1994 г.	1995 г.
БД	5	9	16	32	22	9	14	3
Госпитальные ИС	0	6	21	12	6	4	15	2
Системы медицинских записей	0	0	0	0	0	0	4	0
Всего	5	15	37	44	28	13	33	5

Таблица 12. Распределение количества ЭС БД MEDLINE по типу инструментальных средств (ИнС)

Тип ИнС	1988 г.	1989 г.	1990 г.	1991 г.	1992 г.	1993 г.	1994 г.	1995 г.
Оболочки ЭС	5	2	4	4	0	0	0	0
Языки искусственного интеллекта	8	15	20	7	2	1	3	0
Объектно-ориентированные языки	1	2	3	1	0	0	3	0
Алгоритмические языки	0	2	5	2	2	1	0	0

Таблица 13. Распределение ЭС БД MEDLINE по использованию языков искусственного интеллекта (в % к общему количеству инструментальных средств)

Язык	1988 г.	1989 г.	1990 г.	1991 г.	1992 г.	1993 г.	1994 г.	1995 г.
Пролог	50	52,3	50	28,5	75	50	50	0
Лисп	14,4	9,5	9,4	0	0	0	0	0
КЕЕ	0	9,5	3,1	0	0	0	0	0

ставляют небольшую часть, хотя для детской и подростковой гинекологии такие разработки представляются авторам актуальными.

Авторы выражают благодарность проф. А.И.Слепцову (Донецкий технический университет) и проф. В.К.Чайке (Донецкий региональный центр охраны материнства и детства) за поддержку выполнения этой работы, а также студентам факультета вычислитель-

ной техники и информатики Донецкого государственного технического университета Р. Шичинову, П.Земскому, О.Горбуновой, Ю.Ивановой, И.Поль, Ю.Кобзиной, принимавшим непосредственное участие в программной реализации информационной системы MEDLINE PROFILER по статистической обработке данных БД MEDLINE, с помощью которой были проведены исследования MEDLINE.

ЛИТЕРАТУРА

1. Alonso Betanzos A., Moret Bonillo V., Hernandez Sande C. Foe-tos: an expert system for fetal assessment. *IEEE Trans Biomed Eng* 1991; 38: 2: 199-211.
2. Bekscak M.S., Ozdemir K., Karakas U. et al. Development and application of a simple expert system for the interpretation of the antepartum fetal heart rate tracings (version 88/2.29). *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 1990; 37: 2: 133-141.
3. Chard T. The effect of dependence on the performance of Bayes' theorem: an evaluation using a computer simulation. *Comput Methods Programs Biomed* 1989; 29:1: 15-19.
4. Chard T., Schreiner A. Expert systems in obstetrics and gynaecology. *Baillieres Clin Obstet Gynaecol* 1990; 4: 4: 815-840.
5. Chard T., Chard D.T., Macintosh M. Prediction of future outcome using Bayesian logic. *Baillieres Clin Obstet Gynaecol* 1994; 8: 3:607-624.
6. Devoe L.D. Automated methods of fetal assessment. The future of antenatal testing. *Clin Perinatol* 1994; 21:4: 863-878.
7. Felix Wong W.S., Leung K.S., So Y.T. The recent development and evaluation of a medical expert system (ABVAB). *Int J Biomed Comput* 1990; 25: 2-3: 223-229.
8. Gring H., Deutinger J. Die Besonderheiten bei der Erstellung und - Auswertung einer geburtshilflichen Datenbank. *Geburtshilfe Frau-enheilkd* 1989; 49: 5: 485-490.
9. Halter U., Frielingsdorf B., Litschgi M. PERGYN: Perinatologist-Gynakologisches Informationssystem. *Arch Gynecol Obstet* 1989; 245: 1-4: 1107-1111.
10. Hamilton E., Kimanani E.K. Intrapartum prediction of fetal status and assessment of labour progress. *Baillieres Clin Obstet Gynaecol* 1994; 8: 3: 567-581.
11. Hamilton J. Labour-management software provides "decision-support system" for obstetric units. *Can Med Assoc J* 1994; 150:6:967-968.
12. Hamilton P.W., Anderson N., Bartels P.H. et al. Expert system support using Bayesian belief networks in the diagnosis of fine needle aspiration biopsy specimens of the breast. *J Clin Pathol* 1994; 47:4: 329-336.
13. Hamm W., Wolff F., Ebert H. et al. EDV-gerechtes Krankenblatt zur computergestuetzten Auswertung von Schwangerschaft und Geburt. *Arch Gynecol Obstet* 1989; 245: 1-4: 1115-1117.
14. Keith R.D., Greene K.R. Development, evaluation and validation of an intelligent system for the management of labour. *Baillieres Clin Obstet Gynaecol* 1994; 8: 3: 583-605.
15. Keith R.D., Westgate J., Hughes G.W., et al. Preliminary evaluation of an intelligent system for the management of labour. *J Perinat / Med* 1994; 22: 4: 345-350.
16. Keith R.D., Westgate J., Ifeachor E.C. et al. Suitability of artificial neural networks for feature extraction from cardiotocogram during labour. *Med Biol Eng Comput* 1994; 32: 4: S51-S57.
17. Leung K.S., Wong F.W., Lam W. The development of an expert computer system on medical consultation. *Int J Biomed Comput* 1988; 23: 3-4: 265-278.
18. Maresh M. Computers in obstetrics. *Br J Hosp Med* 1992; 47: 5: 336-339.
19. Mutalik P.G., Weltin G.G., Fisher P.R. et al. The prospect of expert systembased cognitive support as a by-product of image acquisition and reporting. *J Digit Imaging* 1991; 4: 4: 233-240.
20. Pastor J., Grandjean H. Un systeme expert est-il indispensable a la decision obstetricale? *Rev Fn Gynecol Obstet* 1989; 84:4: 343-346.
21. Probst C.L., Rush J. The CAREPLAN knowledge base. A prototype expert system for postpartum nursing care. *Comput Nurs* 1990; 8:5:206-213.
22. Riss P. A., Koelbl H. Development of an expert system for preoperative assessment of female urinary incontinence. *Int J Biomed Comput* 1988; 22: 3-4: 217-223.
23. Riss P.A., Koelbl H., Reinhaller A. et al. Development and application of simple expert systems in obstetrics and gynecology. *J Perinat Med* 1988; 16: 4: 283-287.
24. Ruzskowski J. Early pregnancy disorders: expert knowledge based consultation. *J Perinat Med* 1988; 16: 4: 289-297.
25. Schreiner A., Chard T. Expert system for the prediction of ovulation: comparison of an expert system shell (Expertech Xi Plus) with a program written in a traditional language (BASIC). *Methods Inf Med* 1990; 29: 2: 140-145.
26. Schreiner A., Chard T. Some observations on the development of a scoring system in an expert system for prediction of ovulation. *Int J Biomed Comput* 1991; 29: 3-4: 245-255.
27. Shono H., Oga M., Shimomura K. et al. Application of fuzzy logic to the Apgar scoring system. *Ibid* 1992; 30: 2: 113-123.
28. Siekmann U. Seminar: EDV in Gynakologie und Geburtshilfe. *Arch Gynecol Obstet* 1989; 245: 1-4: 1104-1107.
29. Slomko Z., Breborowicz G., Moczko J. Application of computer systems in perinatology. I Review of computer systems. *Ginecol Pol* 1989; 60: 6:318-324.
30. Small S.L., Muechler E.K. Heuristic determination of relevant diagnostic procedures in a medical expert system for gynecology. *Am J Obstet Gynecol* 1989; 161: 1: 17-24.
31. Sokol R.J., Chik L. A prototype system for perinatal knowledge engineering using an artificial intelligence tool. *J Perinat Med* 1988; 16: 4: 273-281.
32. Stamper R., Todd B.S., Macpherson P. Case-based explanation for medical diagnostic programs, with an example from gynaecology. *Methods Inf Med* 1994; 33: 2: 205-213.
33. Wied G.L., Dytch H.E. The cytomorphologic and cytometric manifestations of cervical reparative processes. *Ann Ostet Gynecol Med Perinat* 1990; 111:6:349-363.
34. Wong K.K., Ng K.H., Nah S.H. et al. Development and evaluation of a computer expert system for the management of fetal distress. *Asia Oceania J Obstet Gynaecol* 1994; 20: 1: 19-23.
35. Woolery L.K. Clinical knowledge base development for preterm-birth risk assessment. *Appl Nurs Res* 1994; 7: 3: 141-144.
36. Woolery L.K., Grzymala Busse J. Machine learning for an expert system to predict preterm birth risk. *J Am Med Inform Assoc* 1994; 1:6:439-446.
37. Zador I. Computers in obstetrics and gynecology. *Contrib Gynecol Obstet* 1989; 17: 86-95.
38. Zhang X. Computerized expert system for the diagnosis and treatment of intrauterine fetal distress. *Chung Hua Fu Chan Ko Tsa Chin* 1990; 25: 5: 285-287, 316.