

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО АЛГОРИТМА «ДЕРЕВЬЯ РЕШЕНИЙ» В ДИАГНОСТИКЕ СПАЕЧНОЙ БОЛЕЗНИ БРЮШИНЫ У ДЕТЕЙ МЕТОДОМ ИНФРАКРАСНОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ

<sup>1</sup>Кафедра детской хирургии ГБОУ ВПО Тверской ГМУ Минздрава России  
<sup>2</sup>Кафедра информатики и прикладной математики ГБОУ ВПО «Тверской ГТУ»

Разработанный экспериментальный аппаратно-программный комплекс в сочетании с вероятностно-логическим методом формирования решающего правила на базе алгоритма бинарного дерева классификации CART по показателям пропускания инфракрасного излучения в частотных диапазонах: D2 – (3085–2832 см<sup>-1</sup>), D3 – (2120–1880 см<sup>-1</sup>), D4 – (1710–1610 см<sup>-1</sup>), D5 – (1600–1535 см<sup>-1</sup>), D8 – (1127–1057 см<sup>-1</sup>) пробы сыворотки крови детей позволяет с высокой эффективностью диагностировать развитие (или отсутствие) спаечного процесса у ребенка после операций на брюшной полости.

**Ключевые слова:** спаечная болезнь брюшины, инфракрасная спектроскопия, алгоритм «дерева решений» CART.

## «DECISION TREE» INFORMATION ALGORITHM EMPLOYMENT IN THE DIAGNOSIS OF ADGESIVE PERITONEAL DISEASE IN CHILDREN BY METHOD OF INFRARED SPECTROMETRY

U.G. Portenko<sup>1</sup>, G.P. Shmatov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tver State Medical University

<sup>2</sup>Tver State Technical University

Developed experimental hardware-software complex combined with probabilistic logical method of formation of the decisive rule on the basis of algorithm of binary tree classification CART in terms of bandwidth infrared radiation in the frequency ranges: D2 – (3085–2832 sm<sup>-1</sup>), D3 – (2120–1880 sm<sup>-1</sup>), D4 – (1710–1610 sm<sup>-1</sup>) < D5 – (1600–1535 sm<sup>-1</sup>) samples of blood serum of children enables high efficiency to diagnose the formation (or lack) of adhesive process in a child after abdominal surgery.

**Key words:** peritoneal adhesive disease, infrared spectrometry, experimental hardware-software complex, CART «decision tree» algorithm.

### Введение

Диагностика и лечение больных с ранней послеоперационной спаечной кишечной непроходимостью является одной из самых сложных проблем в абдоминальной хирургии [1]. Спаечная болезнь развивается у 20–50% оперированных больных, и с каждым годом число таких больных увеличивается [2–4]. Самое тяжелое и частое осложнение спаек брюшной полости – острая непроходимость кишечника [5–7]. Рецидивирование спаечной болезни брюшины достигает 30–69% [8, 9]. Летальность при острой спаечной кишечной непроходимости у детей остается довольно высокой – 3–10%, а при ранней спаечной непроходимости возрастает до 17–20% [10].

Диагностика ранней послеоперационной спаечной непроходимости кишечника крайне сложна [1, 10]. Развитие спаечного процесса и вероятность возникновения на этом фоне спаечной непроходимости у детей, перенесших оперативные вмешательства или воспалительные заболевания брюшной полости, заставляют искать информативные методы прогнозирования спайкообразования [11–13]. Тестов, определяющих развитие спаечной болезни брю-

шины, нет [14], либо они недостаточно пригодны для диагностики [13].

Известные способы диагностики спаечной болезни брюшины порой малоинформативны, и что самое существенное, не дают целостного системного представления о биохимических процессах, протекающих в организме в условиях нормы и патологии. Поэтому разработка прямых физических методов оценки послеоперационного состояния, в частности раннего обнаружения признаков спаечной болезни брюшины, имеет актуальное значение. Биологические и химические процессы, протекающие в организме при спаечной болезни брюшины (СББ), как и при любом другом заболевании, имеют многофакторный системный характер. Кроме факторов, поддающихся наблюдению и измерению, существуют скрытые (латентные) факторы, которые невозможно исследовать непосредственно, однако они оказывают существенное (возможно, определяющее) влияние на принятие врачом диагностического решения.

Учитывая малую информативность применяемых в настоящее время методов диагностики СББ, была разработана технология [15] раннего обнаружения морфофункциональных сдвигов и нарушений, про-

исходящих в организме при заболевании и патологических процессах. Технология основана на исследовании молекулярных особенностей водной составляющей биологической жидкости (слюны), проявляющихся при просвечивании биологического образца инфракрасным (ИК) электромагнитным излучением (метод инфракрасной спектроскопии) [16].

В настоящей работе предпринята попытка использовать спектральную информацию о крови пациента для разработки высокоэффективного прикладного метода диагностики СББ.

Мы использовали научные разработки профессора ТГМА А.В. Каргаполова [17]. Исследовали свойства тонкого слоя водосодержащей биологической жидкости (сыворотка крови). В последнее время выявлены особые свойства воды в биологических жидкостях, живых клетках и тканях. Свыше 99% молекул в живых организмах представлено водой, т. е. она является доминирующей субстанцией живых организмов. Благодаря гигантской поверхности биополимеров и надмолекулярных комплексов – наночастиц, ассоциирующих воду, значительная ее часть представлена особой формой – пограничной водой, существенно отличающейся по свойствам от обычной «объемной» воды. Именно она вместе со структурирующими ее биомолекулами определяет и форму живых организмов, и динамические характеристики процессов жизнедеятельности и патологии [18,19].

Все изложенное побудило нас разработать экспериментальный аппаратно-программный комплекс (АПК). Средняя область ИК-спектра объективно отражает особенности структурной организации эндогенной воды, которая, в свою очередь, тесно связана с характеристиками метаболических процессов, протекающих в организме [20].

АПК представляет спектральный прибор, регистрирующий интегральную энергию колебаний внутримолекулярных связей биологической жидкости в 9 частотных диапазонах: D1 – (3500–3200 см<sup>-1</sup>), D2 – (3085–2832 см<sup>-1</sup>), D3 – (2120–1880 см<sup>-1</sup>), D4 – (1710–1610 см<sup>-1</sup>), D5 – (1600–1535 см<sup>-1</sup>), D6 – (1543–1425 см<sup>-1</sup>), D7 – (1430–1210 см<sup>-1</sup>), D8 – (1127–1057 см<sup>-1</sup>), D9 – (1067–930 см<sup>-1</sup>). Положение и число частотных диапазонов выбрано с учетом особенностей спектров поглощения воды и фундаментальных компонентов крови. При облучении молекулы ИК-излучением поглощаются только те кванты, частоты которых соответствуют частотам валентных, деформационных и либрационных колебаний молекул [20–21].

Предложенный метод ИК-спектроскопии базируется на представлении о том, что вариации частот собственных колебаний любой химической связи в целостной водной системе так или иначе связаны с вариациями колебаний любой другой связи любой другой субстанции, являющейся компонентом той же системы [18, 21].

Полученные с помощью такого подхода данные образца биологической жидкости являются

его спектральным портретом, параметры которого в виде записи хранятся в базе данных и характеризуют биологическую систему не абсолютно, но относительно какого-то стандарта или относительно ее собственного состояния в других условиях. Это позволяет свести задачу определения послеоперационного состояния ребенка к задаче классификации, решение которой достигается методами многомерной статистики и искусственного интеллекта.

### Цель исследования

Разработать способ диагностики спаечной болезни брюшины у детей по результатам изучения динамики показателей пропускания водного компонента сыворотки крови, регистрируемых в средней области инфракрасного (ИК) спектра.

### Материалы и методы

В хирургическом отделении Тверской детской областной больницы нами было обследовано 56 детей обоего пола, перенесших операции на органах брюшной полости (обучающая выборка). Одна группа (32 человека) объединяла детей без спаек в брюшной полости, другая группа (24 ребенка) – со спаечной болезнью брюшины.

От каждого обследованного ребенка был приготовлен препарат сыворотки крови по стандартной методике, 1 мл которого помещался в кювету АПК, изготовленную из материала KRS (монокристалл хлористо-бромистого и хлористо-йодистого таллия) с толщиной слоя образца 10 мкм. Измерения показателя пропускания (ПП) проводились в течение 10 секунд последовательно в каждом из частотных диапазонов. Длительность одного цикла (скана) измерения составляла 1 секунду. Таким образом, каждый ребенок был представлен массивом (матрицей) действительных чисел размером 10 строк и 9 столбцов.

Обработку результатов спектральных измерений проводили на ПК в вычислительной среде системы компьютерной математики и моделирования MATLAB с пакетом расширения Statistics Toolbox.

Принцип формирования решающего правила основывался на вероятностно-логическом методе анализа данных – «дерево классификации». Метод «дерево классификации» в медицинской науке встречается сравнительно редко.

«Дерево классификации» является прекрасным инструментом в системе поддержки принятия решений в диагностике различных заболеваний. «Дерево классификации» – это способ представления правил в иерархической, последовательной структуре, где каждому состоянию (благоприятный послеоперационный исход или спаечное заболевание) ребенка соответствует единственный узел, дающий решение. Под правилом понимается логическая конструкция, представленная в виде «если ... то ...». «Дерево классификации» дает возможность определить набор последовательных условий на предикторы (показатель пропускания частотных диапазонов), которые в конце концов позволят классифициро-

вать (диагностировать) состояние каждого ребенка. На сегодняшний день существует, по крайней мере, четыре алгоритма, реализующих «дерево классификации». Но наибольшее распространение и популярность получил алгоритм CART (Classification and Regression Tree) – это алгоритм построения иерархического бинарного дерева решений классификационной задачи, где каждый узел дерева при разбиении имеет только двух потомков. В алгоритме CART [21] на каждом шаге построения дерева правило, формируемое в узле, делит заданное множество примеров (обучающую выборку, в нашем случае – дети после операции на брюшной полости) на две части – часть, в которой выполняется условие (потомок – «меньше или равен»), и часть, в которой условие не выполняется (потомок – «больше»). Оценочная функция, используемая алгоритмом CART, базируется на идее уменьшения «неопределенности» разделения классов (групп детей) в узле. В алгоритме идея «неопределенности» формализована в статистическом критерии – индексе Джини, который оценивает «расстояние» между вероятностными распределениями классов (групп). Преимуществом метода «дерево классификации» является прозрачность и наглядность механизма принятия и простота интерпретации полученных решений. К важным достоинствам метода относится возможность генерации правил в проблеме, где эксперту (врачу) трудно или невозможно формализовать свои знания и представление этих правил в удобной графической форме, понятной на интуитивном уровне. Правила извлекаются на естественном языке при высокой точности прогноза, и врачу легко понять, почему у того или иного ребенка было классифицировано то или иное послеоперационное состояние.

### Результаты и обсуждение

Введем определения, которые будут употребляться в процессе этого исследования. Наблюдение – пример, ребенок. Атрибут – ПП инфракрасного излучения сыворотки крови в частотном диапазоне. Метка – имя группы, наименование состояния ребенка. Узел – внутренний узел дерева, узел проверки локального правила. Терминальный узел – конечный узел дерева, узел решения. Правило – условие в узле. Метод «дерево классификации» в системе компьютерной математики MATLAB реализуется функцией

$$T = \text{treefit}(X, y),$$

где  $X$  – матрица примеров размером  $56 \times 10$  = векторов [D1 D2 D3 D4 D5 D6 D7 D8 D9] показателей пропуска в частотных диапазонах;  $y$  – колонка меток.

Графический образ бинарного дерева, создаваемого функцией *treedisp* ( $T$ ), для которой переменная  $T$  является входным аргументом, приведен на рис. 1.

На рис. 1 в соответствии с принятыми выше определениями обозначено: «Спаек НЕТ» – метка благоприятного послеоперационного исхода; «Спайки» – метка послеоперационного состояния ребенка, у которого обнаружены спайки; число над узлом – порядковый номер узла; узлы под номерами 4, 5, 8, 9, 10, 11 – терминальные узлы со своими метками; правила – это условия справа от узлов 1, 2, 3, 6, 7.

Формироваться дерево начинает от корня – узел 1, частотный диапазон D3 (2120–1880 см<sup>-1</sup>) при уровне ПП = 79,45%. Характерным в узле 1 является то, что при выполнении условия в узле  $D3 \leq 79,45\%$  дерево развивается влево, к узлу 2, частотный диапазон D2 (3085–2832 см<sup>-1</sup>), но с условием ПП  $\leq 77,7\%$ . Выполнение условия в узле 2 приводит к терминальному узлу 4, отображающему состояние – спайки, невыполнение условия в узле 2 приводит к терминальному узлу 5, отображающему благоприятный операционный исход (спаек НЕТ). При невыполнении условия в узле 1 формируется ветвь дерева к узлу 3, частотный диапазон D5 (1600–11533 см<sup>-1</sup>) с условием ПП  $\leq 40,45\%$ , вы-

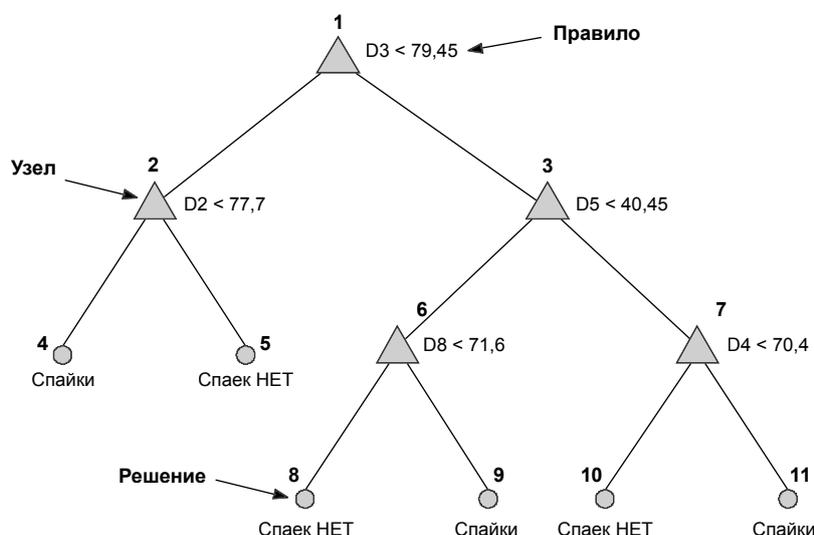


Рис. 1. Дерево классификации послеоперационного исхода по показателям пропуска сыворотки крови

полнение которого формирует ветвь дерева к узлу 6, частотный диапазон D8 (1127–1057 см<sup>-1</sup>) с условием ПП ≤ 71,6%. Если условие в узле 6 выполняется, тогда переходим к терминальному узлу 8, соответствующему благоприятному послеоперационному исходу (спаек НЕТ), если условие в узле 6 не выполняется, тогда осуществляется переход к терминальному узлу 9, соответствующему состоянию – спайки. Невыполнение условия в узле 3 строит ветвь дерева к узлу 7, диапазон D4 (1710–1610 см<sup>-1</sup>) с условием ПП ≤ 70,4%. Выполнение условия в узле 7 формирует ветвь к терминальному узлу 10, соответствующему состоянию – благоприятный послеоперационный исход (спаек НЕТ), невыполнение условия в узле 7 приводит к терминальному узлу 11, соответствующему состоянию – «спайки».

Результаты исследования пробы сыворотки крови от детей, составляющих обучающую выборку, с помощью аппаратно-программного комплекса инфракрасной спектроскопии и обработки данных программным обеспечением, реализующим алгоритм «дерево классификации», представлены в табл. 1.

Учитывая, что каждый ребенок в обучающей выборке представлен 10 сканами его пробы сыворотки

крови, которые можно рассматривать как отдельные объекты классификации, их число для всей обучающей выборки составляет 560, используя данные табл. 1, составим частотную таблицу результатов классификации (табл. 2).

Оценки характеристик эффективности решающих правил классификации послеоперационного состояния детей по спектральным характеристикам пробы сыворотки крови с последующей обработкой данных по алгоритму «дерево классификации» с использованием данных табл. 2 вычисляются по следующим формулам.

**Чувствительность** – это относительная частота отнесения истинно больного со спайками к состоянию «Спайки»:  $100 \times a / (a + b) = 98,3\%$ .

**Специфичность** – это относительная частота отнесения пациента без спаек к состоянию «Норма»:  $100 \times d / (c + d) = 100\%$ .

**Точность** – это относительная частота принятия безошибочных решений как по отношению к пациенту без спаек, так и к больному со спайками:  $100 \times (a + d) / (a + b + c + d) = 99,3\%$ .

**Ложноотрицательный ответ** (ошибка первого рода) – это относительная частота отнесе-

Таблица 1

**Результаты классификации состояния детей (обучающая выборка) после операции на брюшной полости по пробе сыворотки крови методом инфракрасной спектроскопии**

Номер узла	Правило, решение	Вероятность класса		Число сканов в классе	
		Спаяк НЕТ	Спайки	Спаяк НЕТ	Спайки
1	Если D3 < 79,45, то узел 2 Иначе – узел 3	0,5714	0,4286	320	240
2	Если D2 < 77,7, то узел 4 Иначе – узел 5	0,0411	0,9589	12	268
3	Если D5 < 40,45, то узел 6 Иначе – узел 7	0,6104	0,3896	171	109
4	Класс = Спайки	0	1	0	109
5	Класс = Спаек НЕТ	1	0	171	0
6	Если D8 < 71,6, то узел 8 Иначе – узел 9	0,8958	0,1042	157	18
7	Если D4 < 70,4 то узел 10 Иначе – узел 11	0,1379	0,8621	14	91
8	Класс = Спаек НЕТ	1	0	157	0
9	Класс = Спайки	0	1	0	18
10	Класс = Спаек НЕТ	0,8000	0,2000	14	4
11	Класс = Спайки	0	1	0	87

Таблица 2

**Частотная таблица результатов классификации сканов**

Группы объектов (сканов) обучающей выборки	Корректная классификация, %	Результаты классификации объектов (сканов) по правилам «дерево классификации»		Всего объектов (сканов)
		Отнесены к группе «Спайки»	Отнесены к группе «Спаяк НЕТ»	
Группа «Спайки» (n = 240)	98,3	a 236	b 4	a+b 240
Группа «Спаяк НЕТ» (n = 320)	100	c 0	d 320	c+d 320
Всего	99,3	a+c 236	b+d 324	a+b+c+d 560

ния больного со спайками к пациенту без спаек:  
 $100 \times b / (a + b) = 1,6\%$ .

**Ложноположительный ответ** (ошибка второго рода) – это относительная частота отнесения пациента без спаек к больному со спайками:  
 $100 \times c / (c + d) = 0\%$ .

На основе приведенных оценок характеристик эффективности выработанные решающие правила классификации (диагностики) состояния ребенка в период после операции на брюшной полости следует признать весьма успешными. Дети с благоприятным послеоперационным исходом выявлены на 100%.

Для одного ребенка обучающей выборки из группы «Спайки» 4 скана из 10 были отнесены к группе «Спаяк НЕТ», что потребовало для него проведения дополнительного обследования.

Все дети, имеющие клинически подтвержденные спайки, диагностированы на 98,3%. Общая успешная диагностика (точность) по всем пациентам (учтена ошибка отнесения благоприятного исхода к спайкам) составляет 99,3% (патент на изобретение № 2243561) [22, 23].

Отклики молекулярных связей [24] в частотных диапазонах АПК, участвующих в формировании решения по отнесению послеоперационного исхода на брюшной полости ребенка к состоянию «Спаяк НЕТ – Спайки», обусловлены внутримолекулярными связями и видами их колебаний. Поглощение энергии ИК-излучения в частотных диапазонах определяется связями, образующими химические группировки. Приведенные выше результаты диагностики послеоперационного состояния детей функционально зависят от свойств водной основы сыворотки крови, которая имеет молекулярные особенности при различном послеоперационном исходе. Такая возможность объясняется уникальностью структуры воды. Структура определяется различными ассоциатами молекул, связанных друг с другом неупорядоченной сетью водородных связей с часто встречающимися деформированными или разорванными связями, которые, в свою очередь, подвергаются спонтанной систематической перестройке. Это может служить ключом к пониманию биохимических процессов, протекающих в организме с образованием спаек.

Свойства связей и виды населяющих частотные диапазоны молекулярных групп, вносящих наибольший информационный вклад в решающее правило, следующие.

D2 (3085–2832 см<sup>-1</sup>) – в данной области регистрируется полоса поглощения, связанная с валентными колебаниями C–H метиленовых и метильных групп, присутствующих во всех основных органических компонентах тканей (CH, валентные).

D3 (2120–1880 см<sup>-1</sup>) – для воды в данной области имеется составная деформационно-либрационная полоса. Здесь нет интенсивных характеристических полос поглощения, присущих основным органическим компонентам тканей (C = C, валентные).

D4 (1710–1610 см<sup>-1</sup>) – этот диапазон отражает деформационные колебания угла связи Н–О–Н для воды. В данной области присутствует полоса поглощения, образуемая валентными колебаниями C = O связи сложнэфирных групп фосфолипидов, триглицеридов, эфиров холестерина, и полоса амид 1, связанная с валентными колебаниями C = O в амидной группе (C = C, валентные несопряженные; C = C, валентные сопряженные с бензольным кольцом; C = O, валентные).

D5 (1600–1533 см<sup>-1</sup>) – здесь четко прописывается полоса амид 2, связанная с деформационными колебаниями N–H в амидной группе (C = C, скелетные; NH, деформационные).

D8 (1127–1057 см<sup>-1</sup>) – в этом диапазоне выявляются полосы поглощения P–O–C и C–O–C связей фосфолипидов (C–O, валентные; P = O, валентные).

Видно, что для некоторых частотных диапазонов алгоритм формирования решающего правила не определил уровней условий перехода. Однако это не означает, что ПП частотных диапазонов D1, D2, D4, D6, D7 и D9 не вносят свой информационный вклад в вероятность правильной диагностики послеоперационного состояния. Перечисленные частотные диапазоны оказывают латентное (скрытое) влияние на вероятность принятия решения, и неучет их приведет к увеличению ошибки диагноза.

Проведенное нами исследование позволило определить основные факторы, влияющие на успешную идентификацию послеоперационного процесса. Применение ИК-спектromетрии в средней спектральной области позволяет в тонком слое водосодержащей биологической жидкости (сыворотка крови) проследить изменение всех основных типов молекулярных связей. Физико-химические свойства водосодержащей биологической жидкости, которой является сыворотка крови, фундаментальным образом связаны со структурой ее водного компонента. Регистрация изменений структуры водной составляющей биологической жидкости, происходящих под влиянием локальных возмущений и внешних воздействий на организм, может стать ключом к пониманию ряда биологических закономерностей ввиду особой роли, которую играет вода в живом организме.

Отметим, что возможности рассмотренного метода ИК-спектromетрии не ограничиваются только анализом сыворотки крови. Метод исследования является универсальным и распространяется практически на все водосодержащие биологические жидкости организма, способные селективно пропускать свет в средней области ИК-диапазона (слюна, слезная жидкость, моча, лимфа и т. п.). Диагностическая процедура в большинстве случаев применения не требует вмешательства в организм пациента, нетравматична, быстро выполняема, не имеет противопоказаний к применению.

В качестве потребителей аппаратно-программно-комплекс, в частности, могут быть клиники, диагностические поликлиники и профилактические центры, лечебные и оздоровительные учреждения,

медицинские кабинеты, школы, ясли, родильные дома, врачи общей практики. Аппаратная часть комплекса и его программное обеспечение естественным образом интегрируются в информационные системы дистанционного медицинского обслуживания (телемедицина, телеметрия) и автоматизированные рабочие места врачей.

### Выводы

1. Разработанный аппаратно-программный комплекс, примененный в сочетании с вероятностно-логическим методом формирования решающего правила на базе алгоритма бинарного дерева классификации CART, по показателям пропускания инфракрасного излучения в частотных диапазонах: D2 – (3085–2832 см<sup>-1</sup>), D3 – (2120–1880 см<sup>-1</sup>), D4 – (1710–1610 см<sup>-1</sup>), D5 – (1600–1535 см<sup>-1</sup>), D8 – (1127–1057 см<sup>-1</sup>) проб сыворотки крови детей позволяет с высокой эффективностью диагностировать развитие (или отсутствие) спаечного процесса у ребенка после абдоминальных операций.

2. Предлагаемый аппаратно-программный комплекс по существу представляет собой новую технологию медицинской диагностики состояния организма пациента, позволяющую существенно сузить область неопределенности принимаемого врачом решения.

### Литература/References

1. *Красильников Д.М.* Диагностика и лечение послеоперационной спаечной непроходимости кишечника // Казанский мед. журнал. – 1994. – Т. 75, № 3. – С. 207–210.  
*Krasil'nikov D.M.* Diagnostika i lechenie posleoperacionnoj spaechnoj neprohodimosti kischechnika // Kazanskij med. zhurnal. – 1994. – Т. 75, № 3. – С. 207–210.  
 2. *Исаков Ю.Ф., Степанов Э.А., Красовская Т.А.* Абдоминальная хирургия у детей. – М., 1988. – С. 143–148.  
*Isakov Ju.F., Stepanov E.A., Krasovskaja T.A.* Abdominal'naja hirurgija u detej. – М., 1988. – С. 143–148.  
 3. *Магалашвили Р.Д.* К вопросу о материальном субстрате предрасположенности к спаечной болезни // Сообщение Грузинской академии мед. наук. – 1985. – № 1. – С. 157–158.  
*Magalashvili R.D.* K voprosu o material'nom substrate predraspolozhennosti k spaechnoj bolezni // Soobshhenie Gruzinskoj akademii med. nauk. – 1985. – № 1. – С. 157–158.  
 4. *Филенко Б.П.* Возможности профилактики и лечения острой спаечной кишечной непроходимости: автореф. дис. ... докт. мед. наук. – СПб., 2000. – 44 с.  
*Filenko B.P.* Vozmozhnosti profilaktiki i lechenija ostroj spaechnoj kischechnoj neprohodimosti: avtoref. dis. ... dokt. med. nauk. – SPb., 2000. – 44 s.  
 5. *Арапов Д.А.* О спаечной болезни // Вестн. хирургии им. Грекова. – 1969. – № 1. – С. 85–89.  
*Arapov D.A.* O spaechnoj bolezni // Vestn. hirurgii im. Grekova. – 1969. – № 1. – С. 85–89.  
 6. *Осипов В.И.* Результаты профилактики спаечной болезни брюшины после острой непроходимости кишечника // Актуальные вопросы реконструктивной и восстановительной хирургии: тез. докл. конф. Часть 2. – Иркутск, 1989. – С. 245.  
*Osipov V.I.* Rezul'taty profilaktiki spaechnoj bolezni brjushiny posle ostroj neprohodimosti kischechnika // Aktual'nye voprosy rekonstruktivnoj i vosstanovitel'noj hirurgii: tez. dokl. konf. Chast' 2. – Irkutsk, 1989. – С. 245.  
 7. *Bazira L., Nsabimana C., Armstrong O.* Influence de la necrose intestinale dans le pronostic post-operatoire des occlusions intestinales aigues // Ann. Chir. – 1989. – V. 43 (10). – P. 811–813.

8. *Буянов В.М.* Лапароскопия при острой непроходимости кишечника // Клин. хир. – 1989. – № 4. – С. 36–38.  
*Bujanov V.M.* Laparoskopija pri ostroj neprohodimosti kischechnika // Klin. hir. – 1989. – № 4. – С. 36–38.  
 9. *Тарбаев Ю.С.* Спаечная болезнь брюшины: автореф. дис. ... докт. мед. наук. – М., 1980. – 36 с.  
*Tarbaev Ju.S.* Spaechnaja bolezni brjushiny: avtoref. dis. ... dokt. med. nauk. – М., 1980. – 36 s.  
 10. *Дронов А.Ф.* Острая спаечная кишечная непроходимость у детей (новый подход к диагностике и лечению) // Врач. – 1994. – № 7. – С. 6–10.  
*Dronov A.F.* Ostraja spaechnaja kischechnaja neprohodimost' u detej (novyj podhod k diagnostike i lecheniju) // Vrach. – 1994. – № 7. – С. 6–10.  
 11. *Иванова М.Н.* Патогенетическое лечение спаечной болезни у детей // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 1996. – Т. 41, № 4. – С. 64.  
*Ivanova M.N.* Patogeneticheskoe lechenie spaechnoj bolezni u detej // Rossijskij vestnik perinatologii i pediatrii. – 1996. – Т. 41, № 4. – С. 64.  
 12. *Лукоянова Г.М.* Прогнозирование течения спаечного процесса в брюшной полости у детей // Хирургия. – 1988. – № 7. – С. 128–132.  
*Lukojanova G.M.* Prognozirovanie techenija spaechnogo processa v brjushnoj polosti u detej // Hirurgija. – 1988. – № 7. – С. 128–132.  
 13. *Прутовых Н.Н.* Иммунологические и биохимические аспекты формирования спаечной болезни брюшины у детей // Детская хир. – 2002. – № 3. – С. 29–33.  
*Prutovyh N.N.* Immunologicheskie i biohimicheskie aspekty formirovanija spaechnoj bolezni brjushiny u detej // Detskaja hir. – 2002. – № 3. – С. 29–33.  
 14. *Земляной А.Г.* Спаечная болезнь // Вестн. хир. – 1989. – № 6. – С. 6–9.  
*Zemljanov A.G.* Spaechnaja bolezni // Vestn. hir. – 1989. – № 6. – С. 6–9.  
 15. *Портенко Г.М., Портенко Е.Г., Каргаполов А.В.* Способ диагностики хронического тонзиллита с помощью инфракрасной спектроскопии по исследованию слюны // Ежегодный сб. научн.-практ. работ «Итоги и перспективы лечебно-профилактической, научно-исследовательской и нозологической деятельности». – Тверь. – 2004. – С. 16.  
*Portenko G.M., Portenko E.G., Kargapolov A.V.* Sposob diagnostiki hronicheskogo tonsillita s pomoshch'ju infrakrasnoj spektroskopii po issledovaniju sljuny // Ezhegodnyj sb. nauchn.-prakt. rabot «Itogi i perspektivy lechebno-profilakticheskoj, nauchno-issledovatel'skoj i nozologicheskoj dejatel'nosti». – Tver'. – 2004. – С. 16.  
 16. *Каргаполов А.В., Шматов Г.П.* Возможности использования инфракрасной спектроскопии для исследования водной основы растворов и биологических жидкостей // Использование ИК-спектроскопии в медицине, экологии и фармации. – Тверь: Триада. – 2003. – С. 5–19.  
*Kargapolov A.V., Shmatov G.P.* Vozmozhnosti ispol'zovanija infrakrasnoj spektroskopii dlja issledovanija vodnoj osnovy rastvorov i biologicheskikh zhidkostej // Ispol'zovanie IK-spektroskopii v medicine, jekologii i farmacii. – Tver': Triada. – 2003. – С. 5–19.  
 17. *Каргаполов А.В.* Использование ИК-спектроскопии в медицине, экологии и фармации. – Тверь: Триада, 2003. – 216 с.  
*Kargapolov A.V.* Ispol'zovanie IK-spektroskopii v medicine, jekologii i farmacii. – Tver': Triada, 2003. – 216 s.  
 18. *Воейков В.Л.* Роль воды в биоэнергетике // Материалы научно-практической конференции «Состояние воды в биологических и модельных системах», Тверь, 20–21 декабря 2007. – С. 11.  
*Voeykov V.L.* Rol' vody v bioenergetike // Materialy nauchno-prakticheskoj konferencii «Sostojanie vody v biologicheskikh i model'nyh sistemah», Tver', 20–21 dekabrja 2007. – С. 11.

19. Ричард Гербер. Вибрационная медицина. – М.: КОР, 1997. – 320 с.

Richard Gerber. Vibracionnaja medicina. – М.: KOR, 1997. – 320 s.

20. Шабалина В.Н., Шатохина С.Н. Морфология биологических жидкостей человека. – М.: Хризостом. – 2001. – 303 с.

Shabalina V.N., Shatohina S.N. Morfologija biologicheskikh zhidkostej cheloveka. – М.: Hrizostom. – 2001. – 303 s.

21. Андреев И.М. Описание алгоритма CART // Exponenta Pro. Математика в приложениях. – 2004. – № 3–4. – С. 48–53.

Andreev I.M. Opisanie algoritma CART // «Exponenta Pro. Matematika v prilozhenijah». – 2004. – № 3–4. – S. 48–53.

22. Портенко Ю.Г., Каргаполов А.В. А.С. 2243561 RU, МПКЗ 7 G 01N 33/49. Способ диагностики спаечной болезни брюшины. – № 2004109173/15; заяв. 26.03.2004; опубл. 2004. Бюл. № 36 (1V и). – С. 961.

Portenko Ju.G., Kargapолоv A.V. A.S. 2243561 RU, MPKZ 7 G 01N 33/49. Sposob diagnostiki spaечноj bolezni brjushiny. – № 2004109173/15; zajav. 26.03.2004; opubl. 2004. Vjul. № 36 (1V i). – S. 961.

23. Портенко Ю.Г., Румянцева Г.Н., Шматов Г.П. Современный метод диагностики спаечной болезни брюшины у детей с помощью инфракрасной скопии крови // Детская хирургия. – 2009. – № 1. – С. 22–24.

Portenko Ju.G., Rumjanceva G.N., Shmatov G.P. Sovremennij metod diagnostiki spaечноj bolezni brjushiny u detej s pomoshch'ju infrakrasnoj skopii krovi // Detskaja hirurgija. – 2009. – № 1. – S. 22–24.

24. Кейтс М. Техника липидологии. – М.: Мир, 1975. – 324 с.

Kejts M. Tehnika lipidologii. – М.: Mir, 1975. – 324 s.

Портенко Юрий Геннадьевич (контактное лицо) – к. м. н., доцент кафедры детской хирургии ГБОУ ВПО Тверской ГМУ Минздрава России. Адрес: 170100, г. Тверь, ул. Советская, 4; тел. 8-903-805-30-50, e-mail: gennadij-portenko@yandex.ru.

УДК 618.1-006-08 (471.331)

М.В. Зинченко<sup>1</sup>, А.А. Соколов<sup>1</sup>, О.В. Терехов<sup>2</sup>, Н.В. Жиганова<sup>2</sup>, Е.И. Кочергина<sup>1</sup>

## СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ БРАХИТЕРАПИИ ОПУХОЛЕЙ ЖЕНСКОЙ РЕПРОДУКТИВНОЙ СИСТЕМЫ В ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ

<sup>1</sup>Кафедра лучевой диагностики ГБОУ ВПО Тверской ГМУ Минздрава России  
<sup>2</sup>ГБУЗ «Тверской областной клинический онкологический диспансер»

В статье рассматриваются вопросы состояния и перспектив развития лучевой терапии в Тверской области. Рассмотрены этапы развития онкологической службы, возможности лечения онкологических больных и современные технологии, применяемые для лечения гинекологического и других локализаций рака.

**Ключевые слова:** лучевая терапия опухолей, брахитерапия, комбинированное лечение, ручное и автоматизированное введение источника излучения, режимы фракционирования, конформная лучевая терапия.

## STATE AND PROSPECTS OF BRACHYTHERAPY DEVELOPMENT OF FEMALE REPRODUCTIVE SYSTEM TUMORS IN THE TVER REGION

M.V. Zinchenko<sup>1</sup>, A.A. Sokolov<sup>1</sup>, O.V. Terechov<sup>2</sup>, N.V. Zhiganova<sup>2</sup>, E.I. Kochergina<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tver State Medical University  
<sup>2</sup>Tver Regional Oncology Center

The article deals with the state and prospects of development of radiotherapy in the Tver region. The stages of development of oncology services, treatment options for cancer patients and modern technologies used in the treatment of gynecological and other cancer sites are discussed.

**Key words:** radiation therapy of tumors, brachytherapy, combined treatment, manual and automated administration of the radiation source, fractionation regimes, conformal radiation therapy.

Несмотря на значимые успехи хирургических технологий и существенные достижения в лекарственной терапии опухолей, достигнутые в последние годы, лучевая терапия сохраняет свое значение как ведущий метод противоопухолевой терапии и входит в программы лечения свыше 60% больных со злока-

чественными новообразованиями различной локализации. Брахитерапия как один из видов лучевого лечения, несмотря на более чем 100-летнюю историю развития, отвечает большинству современных требований к радиационной терапии. Ее характеризуют высокая прецизионность – возможность локального