

ЦИТОЛОГИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА РАКА ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ С ПОМОЩЬЮ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ НА БАЗЕ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ АГРЕГАТОВ

Ерохина О. А.², Курклинская Г. А.¹, Гапанович Е. А.²

¹Учреждение образования «Белорусский государственный медицинский университет», г. Минск, Республика Беларусь;

²Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр онкологии и медицинской радиологии им. Н. Н. Александрова», г. Минск, Республика Беларусь

Реферат. Характер узловых образований в поджелудочной железе, выявленных различными инструментальными методами (УЗИ, КТ, МРТ), достоверно можно разграничить с помощью морфологической диагностики, одним из методов которой является аспирационная тонкоигольная биопсия с изготовлением цитологических мазков. В зависимости от морфологического диагноза (добро- или злокачественное поражение) кардинально меняется тактика ведения пациента (терапевтическая, хирургическая), объемы вмешательств. Вместе с тем при изучении цитологических микропрепаратов имеются объективные трудности в оценке характера процесса. В настоящем исследовании доказана возможность повысить точность дооперационной цитологической диагностики рака поджелудочной железы с помощью одного из дополнительных методов морфологического анализа — морфометрии посредством создания экспертной системы.

Ключевые слова: поджелудочная железа, морфометрия, агрегаты эпителиальных клеток, цитологическая диагностика, экспертная система

Введение. Рак поджелудочной железы занимает 4-е место среди причин смерти от онкологических заболеваний в развитых странах. В Республике Беларусь, как и во всем мире, растет число случаев этой патологии: прирост заболеваемости за последние 10 лет (2007–2016 гг.) составил 40,7 %. Рак поджелудочной железы относится к группе опухолей с неблагоприятным прогнозом, абсолютное большинство пациентов погибает на первом году с момента установления диагноза, поэтому ранняя диагностика имеет первостепенное значение для улучшения показателей выживаемости [1].

Основными методами инструментального выявления рака поджелудочной железы являются ультразвуковое исследование, компьютерная томография и тонкоигольная аспирационная биопсия с последующим цитологическим исследованием. Точность цитологической диагностики злокачественного характера очаговых поражений поджелудочной железы составляет чуть более 70 %. В то же время ее чувствительность при разграничении аденокарциномы и хронического панкреатита может достигать всего 57 %, поскольку для хронического воспаления характерны значительная пролиферация соединительной ткани и небольшой удельный вес эпителиальных клеточных элементов с атипией, что значительно снижает информативность цитологического метода [1, 2].

Единственным методом полного излечения рака поджелудочной железы является хирургическое удаление опухоли, которое целесообразно лишь на ранних стадиях. Поскольку основной метод лечения панкреатита — консервативный, а рака — оперативный, большое значение имеет дооперационное разграничение добро- и злокачественного характера поражения. Взятие материала из поджелудочной железы для гистологического исследования более травматично и сопряжено с развитием значимых осложнений, что делает цитологический метод приоритетным [1, 3].

В связи с вышеизложенным нами были предприняты попытки повысить информативность цитологического метода в диагностике характера узлового поражения поджелудочной железы с помощью дополнительного метода морфологического анализа — морфометрии.

Цель работы — на базе морфометрических параметров эпителия поджелудочной железы создать экспертную систему дифференциальной цитологической диагностики хронического панкреатита и рака поджелудочной железы.

Материалы и методы. Объектом исследования служили агрегаты эпителиальных клеток в мазках поджелудочной железы у пациентов с подозрением на рак, проходивших обследование и лечение в ГУ «РНПЦ онкологии и медицинской радиологии им. Н. Н. Александрова» в период с 2008 по 2018 гг. Трепанобиопсия осуществлялась с помощью иглы Geotek EstraCore 18G × 20 см.

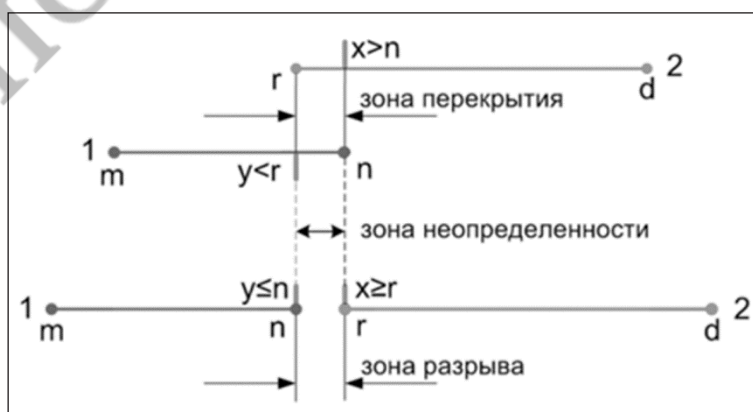
В ходе научно-исследовательской работы было изучено 390 историй болезни; в морфометрическое исследование включен материал только от пациентов с гистологически верифицированным диагнозом и оптимальным качеством препаратов. Для создания экспертной системы отобраны препараты 20 пациентов: по 10 случаев в группах хронического панкреатита и рака поджелудочной железы. Для проведения клинических испытаний взяты препараты 71 пациента, не задействованные при построении экспертной системы (28 — панкреатит и 43 — рак). В группу рака брали наблюдения с морфологическим вариантом аденокарциномы из клеток протоков (протоковая аденокарцинома). В целом включены препараты 91 пациента, в каждом случае обчислено не менее 80 агрегатов протокового эпителия, общий размер выборки составил 8563 агрегата.

Цитологические препараты, окрашенные по Паппенгейму, изучены посредством световой микроскопии с последующей фотографией и морфометрией агрегатов эпителиальных клеток, которые осуществлялись с помощью компьютерного анализатора цветных изображений на базе светового микроскопа Leica DMLB и цифровой фотокамеры Leica DC 200 (Leica, Germany), соединенной с помощью захватчика кадров с персональным компьютером. Морфометрия цитологических изображений агрегатов эпителиоцитов проведена посредством компьютерной программы «Morf.exe», разработанной В. А. Кирилловым с соавт. [4, 5] и предназначенной для анализа различных цитологических объектов (ядро, клетка, агрегат). Программное обеспечение системы работает в среде Microsoft Windows и имеет единую графическую оболочку, которая позволяет одновременно производить обработку изображений, сегментацию и морфометрический анализ. В результате создана база числовых морфометрических параметров агрегатов эпителия поджелудочной железы, характеризующих размеры и архитектуру скопления клеток по 13 параметрам.

Далее путем оценки среднего, дисперсии, построения гистограмм и регрессионного анализа с помощью программ MS Excel и «Statistica» выполнено математическое преобразование исходных морфометрических данных в количественные параметры [5, 6]. На основе исходных 13 морфометрических параметров получено и проанализировано 114 количественных параметров. Значимость различий количественных параметров исследуемых форм заболеваний оценена с помощью непараметрического U-критерия Манна-Уитни и λ -критерия Колмогорова–Смирнова (избранный уровень статистической значимости $p = 0,05$).

С учетом значимости различий параметров, интервала колебания их средних значений и зон неопределенности в группах сравнения эмпирически подобрана совокупность из 10 параметров, оцениваемых экспертной системой. Принцип построения экспертной системы, в основе которой лежат весовые коэффициенты количественных параметров и расчет диагностического индекса, подробно описаны в работах В. А. Кириллова с соавт. [5–7].

Результаты и их обсуждение. Разработка экспертной системы для диагностики рака поджелудочной железы. При обработке данных морфометрических измерений отмечено, что среднегрупповые значения рака и хронического панкреатита 12 из 13 параметров имеют статистически значимые различия, а вот диапазоны колебаний индивидуальных средних значений в основном перекрываются, что снижает эффективность диагностики по этим параметрам. То же касается и количественных параметров, полученных после математического преобразования прямых морфометрических параметров. Поэтому в своей работе для отбора наиболее информативных параметров мы использовали граничные значения, которые отсекаются зоной неопределенности. Принцип определения зоны неопределенности и граничных значений параметров представлен на рисунке 1.



1 — доброкачественная патология; 2 — злокачественная патология

Рисунок 1. — Принцип определения граничных значений параметров

При злокачественной патологии (2) диапазон значений параметров колеблется от r до d , а при доброкачественной (1) — от m до n . В случае наличия зоны перекрытия между диапазонами колебаний значений параметров в группах сравнения, граничным значением для рака является максимальное значение интервала колебаний параметра для панкреатита n , и значит, к аденокарциноме можно достоверно отнести случаи, у которых значения параметра были больше ($>$) данной величины (на рисунке они обозначены как величина x). В свою очередь, граничным значением для хронического панкреатита является минимальное значение интервала колебаний значения параметра для аденокарциномы r , и в группу доброкачественной патологии попадают случаи, у которых значения параметра были меньше ($<$) данной величины. При наличии зоны разрыва между диапазонами колебаний параметров в группах сравнения граничным значением для диагностики аденокарциномы становится минимальное значение диапазона колебаний параметра для группы злокачественной патологии r , а граничным значением для диагностики хронического панкреатита — максимальное значение параметра для доброкачественной патологии n . Следовательно, к злокачественной патологии относили случаи, у которых значение параметра было больше или равно (\geq) минимальной величины интервала колебаний для аденокарциномы (на рисунке 1 обозначены как x), а к доброкачественной — меньше или равно (\leq) максимальной величины интервала колебаний для хронического панкреатита. Таким образом, если зона неопределенности представляет собой область перекрытия диапазонов, то ей условно придают положительное числовое значение (со знаком +), если область разрыва — отрицательное (со знаком -).

Расчитанные индивидуальные средние значения морфометрических параметров агрегатов эпителия поджелудочной железы варьировали достаточно широко. В группах сравнения панкреатита и рака определен диапазон колебаний индивидуальных средних значений и зона их перекрытия или разрыва в процентном исчислении. Понятно, что чем меньше зона перекрытия и больше зона разрыва, тем больше достоверность различий между группами. Установлено, что средние значения 8 параметров перекрываются между собой, а для 5 характерна зона разрыва от -1,72 до -5,48 %. Из последних в экспертную систему отобрано 3 параметра: максимальный диаметр агрегата (-1,72 %), среднее расстояние между клетками в агрегате (-5,48 %) и отклонение координаты (усредненная сумма абсолютных значений расстояния от центра тяжести агрегата до каждой клетки; -2,08 %).

Наличие существенного стандартного отклонения у средних величин затрудняет определение их четких граничных значений, по которым случай можно отнести к одной из двух видов патологий, поэтому следующим этапом стало определение их дисперсии (средний квадрат отклонения случайной величины от своего среднего значения). Дисперсия, являясь интегральным параметром, служит численным выражением гетерогенности популяции по определенным признакам. В нашем случае разнородность агрегатов эпителиальных клеток по значению дисперсии в группах сравнения оказалась не такой уж существенной: зон разрывов не установлено, а зона перекрытия составила от 11,0 до 67,34 %. В экспертную систему отобрано 2 параметра: площадь агрегата (+41,17 %) и момент инерции (усредненная сумма квадратов расстояний от центра тяжести агрегата до каждой клетки; +39,92 %).

При изучении однопараметрических гистограмм, которые были построены для всех морфометрических параметров агрегатов, изменения морфометрических параметров в группах сравнения проявляются наглядно. Гистограммы позволяют провести сравнительный анализ субпопуляций объекта с его определенными пошаговыми значениями. Более выраженный полиморфизм агрегатов при злокачественной опухоли по сравнению с доброкачественной патологией нашел свое отражение в характере частотного распределения и числе классов: для группы рака наблюдался куполообразный характер распределения и большее число классов, а для панкреатита характерна экспоненциальная зависимость и меньшее число классов. В числовой форме рассчитываются 2 показателя: отношение доли агрегатов во 2 и 1 классах F_{II}/F_I и количество классов N . В экспертную систему включено 2 количественных параметра, имеющих зону разрыва: F_{II}/F_I площади агрегата и F_{II}/F_I среднего расстояния между клетками в агрегате, построенных с шагом 1100 мкм² и 20 мкм соответственно (зона разрыва -3,09 и -7,9 % соответственно).

Еще более детально проанализировать распределение экспериментальных точек в группах сравнения позволяют двухпараметрические диаграммы рассеяния, совокупность экспериментальных точек которых математически хорошо описывается параболой. Трудности в дифференциальной диагностике, возникающие при микроскопическом изучении цитограмм, подтверждаются при изучении диаграмм рассеяния зависимости периметра от площади агрегатов: скопления экспериментальных точек, характеризующих аденокарциному и хронический панкреатит, в значительной степени перекрываются между собой. Разработанная В. А. Кирилловым с соавт. программа «Парабола» рассчитывает коэффициенты a , b и c уравнения параболы (как в программе «Statistica»), а также площадь A_S под отрезком параболы и площадь A_D под куполом параболы [5].

Поскольку графическое изображение регрессии представляет собой параболу, квадратный коэффициент a характеризует крутизну ветвей параболы, а линейный коэффициент b и свободный член c — координаты вершины. Поэтому смещение координат вершины вправо и вверх, а также уменьшение крутизны ветвей параболы указывает на более высокий полиморфизм агрегатов протоковых клеток при раке по сравнению с доброкачественным поражением поджелудочной железы. Площади A_S и A_D также отражают степень гетерогенности агрегатов эпителиоцитов по размерам. Значения этих параметров возрастают с увеличением разницы между минимальным и максимальным размером агрегатов. Смещение координат вершины вправо и вверх, уменьшение крутизны ветвей параболы, а также увеличение площадей A_S и A_D служат доказательством более высокого полиморфизма агрегатов эпителия поджелудочной железы при аденокарциноме по сравнению с хроническим панкреатитом.

Таким образом, регрессионный анализ скоплений экспериментальных точек на диаграммах рассеяния зависимости периметра от площади агрегатов позволил нам охарактеризовать аденокарциному и хронический панкреатит в количественной форме с помощью пяти параметров параболы, значения которых в группах сравнения существенно перекрывались между собой (от 18,8 до 33,3). В экспертную систему отобрано 3 параметра: линейный коэффициент уравнения параболы b (+22,71 %), площадь A_S под отрезком параболы (22,81 %) и площадь A_D под куполом параболы (18,84 %).

В результате преобразования морфометрических данных в информационные количественные параметры, отражающие степень агрегированности эпителиоцитов и характер их расположения внутри агрегатов при раке и хроническом панкреатите, в группах сравнения установлены достоверные различия, определены интервалы колебаний значений и граничные значения, по величине которых случай можно отнести к той или иной патологии.

С целью последующего включения в экспертную систему граничные значения количественных параметров агрегатов эпителиальных клеток поджелудочной железы, полученных в результате преобразования исходной базы данных путем расчета средних величин, дисперсии, построения гистограмм и регрессионного анализа, рассчитанные в соответствии с представленной на рисунке 1 схемой, объединены в систему пороговых критериев (таблица).

В 20 наблюдениях, включенных в исследование для разработки экспертной системы, сравнили индивидуальные значения отобранных 10 параметров с пороговыми значениями соответствующих параметров для аденокарциномы, чтобы рассчитать величины чувствительности, специфичности и точности каждого параметра в выявлении рака. Далее на основании указанных показателей рассчитан весовой коэффициент каждого параметра (формулы описаны в работах В. А. Кириллова с соавт.) [5–7]. Наибольшее значение весового коэффициента 10,87 % установлено у пяти параметров со 100 % точностью, чувствительностью и специфичностью. Зона неопределенности у этих параметров представляет собой зону разрыва в отличие от остальных параметров, значения которых в группах сравнения перекрывались (таблица). Сумма всех весовых коэффициентов количественных параметров равняется 100 %.

Таблица — Пороговые критерии количественных параметров в дифференциальной диагностике аденокарциномы и хронического панкреатита

Патология	Параметр									
	дисперсия, мкм ⁴		средние значения, мкм			гистограмма F_{II}/F_I		парабола, усл. ед.		
	$\sigma^2_{AREA} \times 10^6$	$\sigma^2_{MOMENT} \times 10^6$	MAXD	AVDIST	COORDDISP	AREA	AVDIST	$b, \times 10^3$	$A_S, \times 10^6$	$A_D \times 10^6$
Аденокарцинома	>18,573	>1,277	$\geq 105,90$	$\geq 38,58$	$\geq 4,512$	> 1	> 1	>20,276	>10,507	>18,895
Хронический панкреатит	<3,769	<0,359	$\leq 103,80$	$\leq 36,97$	$\leq 4,424$	< 1	< 1	<12,799	<4,996	<9,551
Зона неопределенности, %	41,17	39,92	-1,72	-5,48	-2,08	-3,09	-7,9	22,71	22,81	18,84

Примечания:

- 1) AREA — площадь агрегата;
- 2) MOMENT — момент инерции;
- 3) MAXD — максимальный диаметр агрегата;
- 4) AVDIST — среднее расстояние между клетками в агрегате;
- 5) COORDDISP — отклонение координаты.

Наличие весового коэффициента у каждого параметра позволяет проводить дифференциальную диагностику аденокарциномы и хронического панкреатита в количественной форме по величине диагностического индекса D [5–7]. Для этого была создана экспертная система, включающая в себя двумерную эталонную S-матрицу и одномерную исследовательскую X-матрицу (рисунок 2). Система содержит: 1 столбец — перечень количественных параметров экспертной системы; 2 столбца эталонной S-матрицы — весовой коэффициент и пороговый критерий параметра, заполненные неизменными значениями, рассчитанными по наблюдениям исследовательской группы; 1 столбец исследовательской X-матрицы, в который следует внести значение параметра искомого наблюдения в процессе уточняющей диагностики; 1 столбец — для расчета диагностического индекса D. Индекс D определяется по сумме значений весовых коэффициентов параметров, попавших в заданный диапазон, при сравнении параметров исследуемого препарата с пороговыми критериями параметров эталонной S-матрицы (величина весового коэффициента параметра, не попавшего в диапазон пороговых критериев, проставляется как «0»).

С целью поиска пороговых значений диагностического индекса проведено тестирование экспертной системы на 20 образцах (по 10 случаев с гистологическим диагнозом аденокарцинома и хронический панкреатит), которые использованы для создания экспертной системы. Результаты тестирования показали, что значения диагностического индекса для аденокарциномы колебались в интервале от 54,35 до 100 %, а для хронического панкреатита — от 0 до 21,74 %. Данные значения диагностического индекса и установили как пороговые величины для дифференциации аденокарциномы и хронического панкреатита. При попадании индекса в диапазон 21,75–54,34 % (зона неопределенности/разрыва — 32,61 %) экспертная система не может достоверно определить принадлежность материала к той или иной группе сравнения, рекомендовано повторить цитологическое исследование для получения более адекватного материала либо выполнить гистологическое исследование.

Клинические испытания экспертной системы. Для клинических испытаний экспертной системы использованы цитологические образцы, не задействованные в построении экспертной системы. Сформировано три ретроспективные группы наблюдений: с цитологическим заключением «аденокарцинома» в утвердительной форме (29 случаев), «без опухоли» в утвердительной форме (28 случаев) и предположительным заключением «подозрение на рак» (14 случаев). В первых двух группах цитологический диагноз совпал с клинико-гистологической верификацией аденокарциномы и хронического панкреатита соответственно, в последней был установлен заключительный диагноз рака.

Тестирование показало, что величина диагностического индекса, рассчитанная с помощью экспертной системы, для всех 57 случаев 1 и 2-й группы попала в диапазон, соответствующий диагнозу. При этом с коэффициентом 80–100 % диагностировано 23 случая аденокарциномы (79,3 % наблюдений), минимальное значение индекса 54,35 % — 3 случая. Величина D равнялась 0 % в 27 из 28 наблюдений хронического панкреатита (96,4 % наблюдений) и 9,78 % в одном случае. Другими словами, верифицированный экспертной системой диагноз совпал с цитологическим и гистологическим заключением во всех 57 случаях с удовлетворительным клеточным материалом в цитологических мазках, т. е. чувствительность, специфичность и точность диагностики с помощью экспертной системы составили 100 %. Эти эксперименты свидетельствуют об адекватности разработанной экспертной системы в дифференциальной диагностике протоковой аденокарциномы и хронического панкреатита поджелудочной железы на дооперационном этапе.

Третья группа клинических испытаний включала 14 пациентов, которым ввиду малочисленности числа групп клеток с атипией или не выраженной атипией был поставлен цитологический диагноз «подозрение на рак», а окончательно клинико-гистологически верифицирована «аденокарцинома».

Клинические испытания показали, что величина D, рассчитанная экспертной системой для указанной группы, в 10 из 14 случаев попала в диапазон аденокарциномы (54,35–100 %), в 2 случаях — в зону неопределенности (21,75–54,34 %) и в 2 — в зону хронического панкреатита (0–21,74 %). Значит, верифицированный экспертной системой диагноз совпал с окончательным гистологическим заключением в 10 наблюдениях (71,4 %). Таким образом, применение экспертной системы в случаях цитологического заключения «подозрение на рак» позволяет увеличить эффективность диагностики на 71,4 % по сравнению с традиционным цитологическим методом.

Количественный параметр	S-матрица		X-матрица Значение параметра исследуемого образца	D
	Весовой коэффициент k_i , %	Пороговое значение параметра		
Дисперсия площади - σ^2_{AREA} , МКМ ⁴	8,70	$>18,573 \times 10^6$		=
Дисперсия момента инерции - σ^2_{MOMENT} , МКМ ⁴	8,15	$>1,277 \times 10^6$		+
Максимальный диаметр - MAXD, МКМ	10,87	$\geq 105,9$		+
Расстояние между клетками в агрегате - AVDIST, МКМ	10,87	$\geq 38,578$		+
Отклонение координаты - COORDDISP, МКМ	10,87	$\geq 4,512$		+
Отношение частот на гистограмме площади - F_{II}/F_I	10,87	>1		+
Отношение частот на гистограмме расстояния между клетками в агрегате - F_{II}/F_I	10,87	>1		+
Регрессионный анализ - коэффициент b	9,78	$>20,276 \times 10^3$		+
Регрессионный анализ - площадь A_S , усл. ед.	9,24	$>10,507 \times 10^6$		+
Регрессионный анализ - площадь A_D , усл. ед.	9,78	$>18,895 \times 10^6$		+

$D \geq 54,35$ — аденокарцинома

$D \leq 21,74$ — хронический панкреатит

Рисунок 2. — Экспертная система, состоящая из двумерной эталонной S-матрицы и одномерной исследовательской X-матрицы, которую следует заполнить пользователю

В научной литературе широко дискутируется вопрос о правомочности панкреатодуоденальной резекции при дооперационном цитологическом диагнозе «подозрение на рак». При этом ряд специалистов высказывается в пользу резекции поджелудочной железы при подозрении на опухоль. Так, в работе Н. В. Путова с соавт. [1] приведены результаты обследования 52 пациентов с выполненной панкреатодуоденальной резекцией по поводу подозрения малигнизации. Послеоперационное гистологическое исследование показало, что лишь у половины пациентов диагностирован рак. Другая группа исследователей во главе с Г. Б. Зегер [3] выявила, что у 12 % пациентов, которым была выполнена резекция поджелудочной железы по поводу хронического панкреатита, при гистологическом исследовании был выявлен рак. Такую активную тактику хирургического лечения при невозможности исключить рак на дооперационном этапе эти исследователи аргументируют тем, что никакие современные методы до- и интраоперационной диагностики, включая тон-

коигольную аспирационную биопсию с цитологическим исследованием, не дают достоверных результатов. Поэтому разработанная нами экспертная система, которая позволяет повысить эффективность дооперационной диагностики рака поджелудочной железы при подозрении малигнизации, весьма актуальна для обоснования необходимости резекции или удаления органа. Ранее было показано, что аналогичные экспертные системы позволяли в затруднительных случаях проводить дифференциальную диагностику зло- и доброкачественных заболеваний щитовидной железы [5, 6].

Заключение. Исходными данными для анализа служили цветные изображения агрегатов эпителия поджелудочной железы в цитологических мазках: исследовательская работа заключалась в определении морфометрических параметров биологических объектов и их преобразовании в количественную форму путем статистической и математической обработки; конечный продукт — экспертная система для дифференциальной цитологической диагностики рака и доброкачественного поражения поджелудочной железы. Дифференциальная диагностика осуществляется по величине диагностического индекса: для аденокарциномы 54,35–100 %, хронического панкреатита — 0–21,74 %.

Клинические испытания показали 100 % эффективность экспертной системы в диагностике протоковой аденокарциномы и хронического панкреатита на адекватном цитологическом материале и 71,43 % в случаях ограниченного материала с цитологическим заключением «подозрение на рак» на светооптическом уровне, что вносит существенный вклад в уточнение диагноза на дооперационном этапе. Общая эффективность системы на материале из 71 наблюдения составила 94,4 %.

Разработанная экспертная система является важным шагом к автоматизации процесса постановки морфологического диагноза.

Литература

1. Путов, Н. В. Рак поджелудочной железы / Н. В. Путов, Н. Н. Артемьева, Н. Ю. Коханенко. — СПб. : Питер, 2005. — 396 с.
2. Шапиро, Н. А. Цитологическая диагностика опухолей печени, желчного пузыря и поджелудочной железы / Н. А. Шапиро, Ю. К. Батороев, В. В. Дворниченко. — М. : Репроцентр, 2012. — 256 с.
3. Зегер, Г. Б. Терапевтическая дилемма при очаговых поражениях поджелудочной железы — воспалительные или опухолевые? // Хирургия поджелудочной железы на рубеже веков : тез. докл. Российско-Германского симпозиума. — М., 2000. — С. 161–162.
4. Thyroid carcinoma diagnosis based on a set of karyometric parameters of follicular cells / V. Kirillov [et al] // Cancer. — 2001. — Vol. 92, № 7. — P. 1818–1827.
5. Гладышев, А. О. Экспертная система атипий клеток в диагностике заболеваний щитовидной железы / А. О. Гладышев, О. А. Емельянова, В. А. Кириллов // Здоровоохранение. — 2011. — № 4. — С. 56–60.
6. Kirillov, V. Technology of building an expert system based on a set of quantitative features of tumor cell nuclear for diagnosing breast cancer / V. Kirillov // Diagn. Cytopathol. — 2013. — Vol. 41, № 6. — P. 475–484.
7. Возможности экспертной системы в диагностике патологии поджелудочной железы по кариометрическим параметрам / В. А. Кириллов [и др.] // Онкол. журн. — 2018. — Т. 12., № 1. — С. 46–54.

CYTOLOGICAL DIAGNOSIS OF PANCREATIC CARCINOMA BY THE EXPERT SYSTEM BASED ON A SET OF MORPHOMETRICAL PARAMETERS OF CELL AGGREGATES

Erokhina O. A.², Kurklinskaya G. A.¹, Gapanovich E. A.²

¹*Educational Establishment “The Belarusian State Medical University”, Minsk, Republic of Belarus;*

²*State Institution “Republican Scientific and Practical Center of Oncology and Medical Radiology”, Minsk, Republic of Belarus*

The nature of the nodules in the pancreas, identified by various instrumental methods (ultrasound, CT, MRI), can be reliably verified using morphological diagnostics, one of whose is fine needle aspiration biopsy. Depending of morphological diagnosis (benign or malignant), dramatically changes the tactic of patients management (conservative or surgical therapy), the volume of interventions. At the same time, when studying smears there are objective difficulties. The current research proved the possibility of improving the accuracy the preoperative cytological diagnosis of pancreatic carcinoma using one of the modern methods of morphological analysis — morphometry with creating of the expert system.

Keywords: pancreas, morphometry, aggregates, cytological diagnosis, expert system.

Поступила 24.07.2018