

## ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ ГИСТОЛОГИЧЕСКИХ СРЕЗОВ И РАСПОЗНАВАНИЕ ОПУХОЛЕВЫХ КЛЕТОК

Скобцов Ю.А., Мартыненко Т.В., Гульков Ю.К., Белявцев А.А.

Донецкий Национальный Технический Университет, кафедра АСУ  
Донецкий Национальный Медицинский Университет,  
кафедра патологической анатомии

E-mail: [skobtsov@kita.dgtu.donetsk.ua](mailto:skobtsov@kita.dgtu.donetsk.ua), [mart@kita.dgtu.donetsk.ua](mailto:mart@kita.dgtu.donetsk.ua)

*Скобцов Ю.О., Мартыненко Т.В., Гульков Ю.К., Белявцев О.А.  
“Обработка изображений гистологических срезов и распознавания  
опухолевых клеток”. Рассмотрена задача автоматизации обработки  
гистологических срезов с целью дальнейшего диагностирования и  
прогнозирования развития опухолей. Сегментация изображений и  
выявления морфометрических признаков используются для  
статистического оценивания формы и размера гистологических  
объектов.*

Актуальность задачи выявления опухолевых клеток определяется возрастанием процента раковых заболеваний, которые являются второй по частоте причиной смертности в развитых странах. Многочисленные медико-социологические исследования показывают, что примерно 33% людей либо имеют онкологические заболевания, либо с определенной вероятностью могут ими заболеть. По статистике 40% больных раком при различном лечении выживают на протяжении не менее 5 лет. Для диагностирования и прогнозирования прогрессирования опухолей обязательным является гистологическое исследование атипичных клеточных структур и определение гистологической принадлежности опухоли. Использование математических методов и алгоритмов обработки гистологических изображений дает возможность, как ускорить процесс анализа препаратов, так и повысить точность результатов исследования. Сложность получения качественных гистологических препаратов существенно снижает эффективность компьютерного анализа.

Многочисленными исследованиями установлено, что различные по гистологической (тканевой) принадлежности опухоли строго специфичны как на тканевом, клеточном так и на структурном уровне. Однако имеется ряд морфологических и цитологических методов, позволяющих отличить доброкачественность или злокачественность данной опухоли. Эти признаки, несмотря на многообразие опухолей, являются для них общими. Такими признаками являются размеры клеток, размеры ядра клеток и

ядерно-цитоплазматическое соотношение. Таким образом, анализ изображения гистологических срезов любой топологии сводится к морфологической оценке цитологической картины:

1. Фон препарата, наличие и характер межклеточного вещества.
  2. Количество и расположение клеток, образование комплексов или структур, сохранность клеточных границ.
  3. Размеры и формы клеток.
  4. Ядро — форма и размеры, расположение и окрашиваемость.
  5. Ядерно-цитоплазматическое соотношение.
  6. Характер строения хроматина.
  7. Ядрышки — количество, форма, размеры, четкость границ
  8. Цитоплазма — объем, окраска, четкость границ, секрета включения, вакуолизация.
  9. Наличие многоядерных клеток, фигур деления (атипичные митозы).
- Фрагмент гистологического среза желудка представлен на рисунке 1.

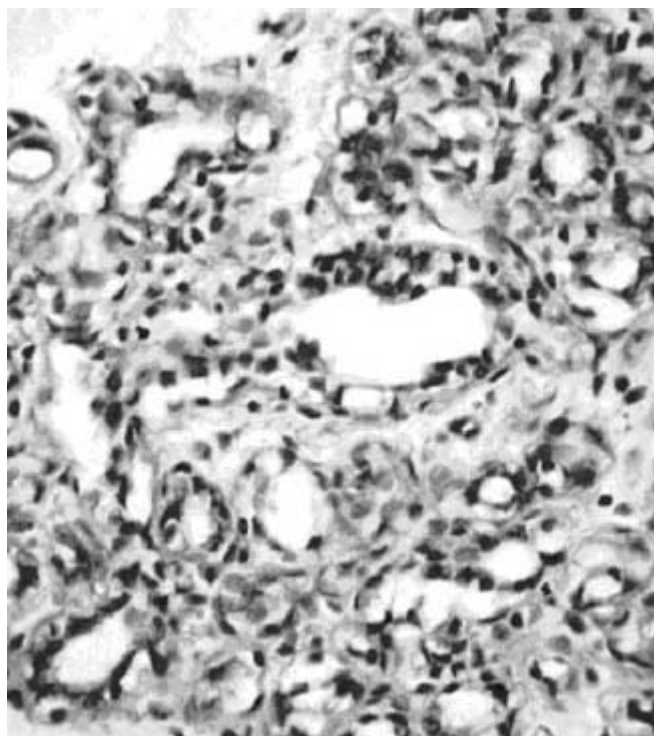


Рисунок 1 – Фрагмент гистологического среза желудка.

Выделяют следующие признаки злокачественности для элементов цитологической картины:

1. Клетка:

- размер клеток превосходит размеры клеток той ткани, которая явилась источником опухолевого роста: клетки могут быть гигантских размеров. Изменение размера не абсолютный показатель — размеры клеток могут быть не изменены;

- изменение формы клеток — не полностью или мало соответствует той форме, которая свойственна клеткам нормальной ткани. Может определяться отчетливый клеточный полиморфизм, т. е. клетки могут быть разных размеров и формы;
- изменяется ядерно-цитоплазматическое соотношение и как правило в пользу ядра (за счет увеличения последнего);
- появление многоядерных клеток, с отчетливым ядерным полиморфизмом;
- атипичное расположение ядра;
- диссоциация в созревании ядра и цитоплазма (молодое ядро в зрелой клетке, зрелое ядро в незрелой цитоплазме).

## 2. Ядро:

- увеличение размера ядра;
- изменение формы ядра, иногда ядра приобретают причудливую форму, ядерный полиморфизм;
- контур ядра неправильный, неравномерно извилистый, иногда с глубокими вырезками, нередко грубо очерчен;
- ядерная мембрана неравномерно утолщена, разрывы.

## 3. Строение хроматина:

- неравномерность, грубость, разряженность;
- в недифференцированных и низкодифференцированных опухолях хроматин может быть тонкодисперсный и распределён равномерно;
- окрашиваемость чаще всего — гиперхромия.

## 4. Ядрышки:

- чаще всего выделяются на фоне изображения;
- размеры увеличены;
- форма неправильная, нередко полиморфизм.
- число увеличено.

Одной из основных задач автоматизации обработки гистологических срезов является обнаружение и измерение геометрических параметров интересующих объектов на препарате. Эта задача решается с помощью методов цифрового анализа изображений и представляется в виде совокупности подзадач: повышение качества введенного изображения, отделение гистологических объектов от всей совокупности микрочастиц изображения, определение их геометрических характеристик (размеры, площадь, форма).

Недостаточная контрастность и неравномерное распределение яркости по полю изображения являются существенной помехой для обнаружения гистологических объектов. Разработанный и реализованный метод сглаживания с последующим контрастированием позволяет избавиться от этих недостатков. С целью сокращения информационной избыточности в результате пороговой обработки полутоновое изображение среза преобразуется в бинарное. Пороговая обработка полутонового

изображения заключается в разделении всех элементов изображения на два класса по признаку яркости. Сегментация изображения позволяет произвести подсчет количества и вычисление признаков гистологических объектов. Морфометрические признаки такие, как площадь, длины максимальной и минимальной осей инерции и эксцентриситет используются для статистического оценивания формы и величины объектов на изображении.

Для программной реализации разработанных алгоритмов использовался ряд функций Image Processing Toolbox из пакета прикладных программ MATLAB 6.

Выполненная обработка изображений гистологических срезов позволяет произвести дальнейшее распознавание атипичных клеточных структур. С этой целью предполагается использовать нейросетевые методы распознавания.

## Литература

1. У.К. Прэтт. Цифровая обработка изображений. – М.: Мир, 1982. Т.1.-2. 792 с.
2. Сойфер В.А. Компьютерная обработка изображений. Часть 2 Методы и алгоритмы. – Соросовский образовательный журнал, №3, 1996.
3. Рудаков П.И., Сафронов И.В. Обработка сигналов и изображений MATLAB 5.x / под общ. ред. к. т. н. В. Г. Потемкина. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2000. – 416 с.
4. Дьяконов В., Абраменкова И. MATLAB. Обработка сигналов и изображений. Специальный справочник. – СПб.: Питер, 2002. – 608 с.
5. Аруин А.И., Кануллер Л.Л., Исаков В.А. Морфологическая диагностика болезней желудка и кишечника – М.: Триада-Х, 1998.
6. [http://www.nsu.ru/matlab/MatLab\\_RU/imageprocess/index.asp.htm](http://www.nsu.ru/matlab/MatLab_RU/imageprocess/index.asp.htm)

Поступила в редакцию 11 января 2004 года