

СТРУКТУРНАЯ ДЕТАЛИЗАЦИЯ ОБЪЕКТОВ ИЗОБРАЖЕНИЙ ВИДЕОЭНДОСКОПИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Т. А. Гинько¹, Я. А. Астапенко², Л. В. Калацкая²

¹Минский консультационно-диагностический центр,
Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

Одной из актуальных задач медицинской диагностики является раннее выявление предраковых изменений, в частности, дисплазии метаплазированного эпителия, а также морфологическая верификация диагноза и оценка эффективности лечения при диффузных, равномерно распределенных по органу поражениях, что требует автоматизированной обработки хромоскопических изображений, включая автоматическое распознавание, и определение параметров объектов. Известные видеоэндоскопические системы Fujinon, MedRay Vision, OLYMPUS, Pentax позволяют получать и обрабатывать качественные изображения, но не всегда учитывают специфику обработки изображений, связанных с конкретными предраковыми изменениями, в частности интраэпителиальной дисплазии ЖКТ [1].

Установлено, что при использовании видеоэндоскопических систем все типы метаплазированного эпителия в пищевode визуализируются, в основном, как ярко-красные участки различной протяженности [2].

Для точной диагностики и динамического эндоскопического наблюдения за основными фенотипами атрофии (метаплазии), дисплазии необходимо использовать такие фотофизические и фотохимические свойства витальных красителей, как устойчивость при введении в организм, туморотропность, интенсивный максимум поглощения в области наибольшей прозрачности биологической ткани [3, 4]. При этом фокусы кишечной метаплазии в пищевode и желудке интенсивно окрашиваются метиленовым синим при хромогастроскопии за счет абсорбции витального красителя.

Большее внимание в оценке риска развития рака предлагается придавать объему метаплазии, а не ее типу. По степени кишечная метаплазия разделяется на слабую, при которой поражены отдельные железы и их группы (до 5%), умеренную (до 20%) и выраженную (более 20%) [4].

ВЫДЕЛЕНИЕ КОНТУРОВ ОБЪЕКТОВ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Определение параметров объектов хромоскопических изображений связано с необходимостью учета их особенностей при окрашивании с

раствором метиленового синего. При переходе к полутоновым изображениям и последующей их обработке теряется полезная, и появляется побочная информация. Более того, некоторые информационные цвета на снимке при таком переходе приобретают значения, совпадающие с неинформационными цветами, и в результате накапливается либо ошибка потери, либо ошибка переизбытка.

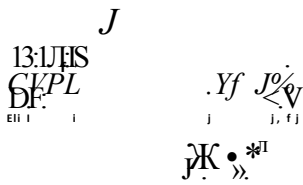
Параллельно с анализом различных цветовых составляющих, необходимо решать задачу подбора цветов для информативных и неинформативных зон. Так как информативные зоны имеют строгий диапазон значений цветов, пересекающийся с диапазоном цветов паразитных зон лишь на границах этого диапазона, в работе получена условная зависимость одной цветовой составляющей от другой. Полученная цветовая зависимость также требует учета неравномерности освещения исходного снимка и разброса значений цветовых составляющих для различных пикселей, воспринимаемых глазом как одинаковые. При анализе различных образцов снимков на основе гистограмм, выявлены две особенности:

1. Пораженная зона не может принимать значения ниже некоторого порогового (для каждой составляющей свой порог);
2. Пораженная зона не может принимать значения выше некоторого предельного (для каждой составляющей свой предел).

На рис. 1 а приведен пример эндоскопического снимка ЖКТ с дисплазией метаплазированного эпителия после окрашивания раствором метиленового синего.

Если каждую цветовую составляющую округлить, в соответствии с пороговыми значениями, то можно получить качественную картину с четко локализованными границами. Однако введение пороговых значений не позволяет учесть неравномерную освещенность исходного снимка, но даже усугубляет ее. Пороговые значения для красной и зеленой составляющих значительным образом пересекаются и образуют много паразитных пересечений, что ухудшает алгоритм порогового разделения, приводя к быстрому накоплению ошибок.

После учета неинформативных и шумовых пикселей из гистограммы разностей вероятностей выбирается пороговая точка R (рис. 2 б), в соответствии со значением которой округляются цветовые компоненты, затем проводится линейная обработка цветовых составляющих, в результате которой выделяются контуры областей здоровых тканей (рис. 1°б).



13:14HS
CKPL
DE

$i f \wedge i \cdot 1 at$

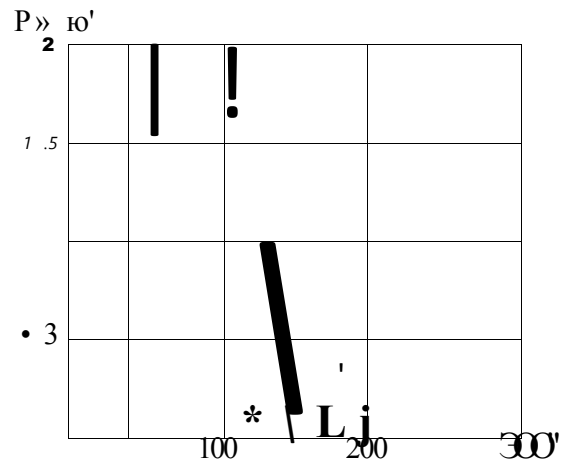
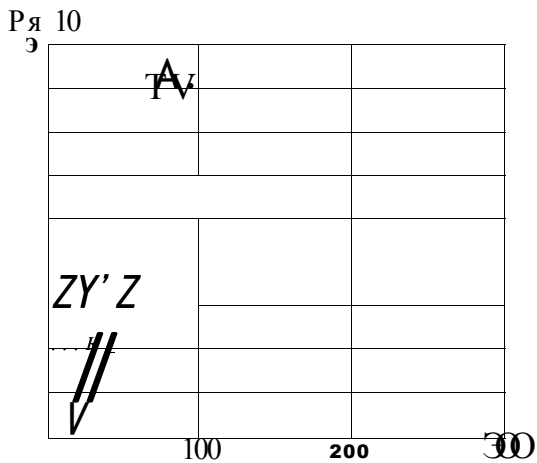
$\cdot sr$

a)

b)

Рис. 1. Снимок ЖКТ:

a - с дисплазией метаплазированного эпителия,
б - обработанное изображение, содержащее здоровые участки



a)

b)

Рис. 2. Гистограммы:

a - вероятностей для зеленой и красной компоненты, б - разности вероятностей и определение точки R

Анализ гистограмм изображений показал, что гистограммы примера изображения, приведенного на рис. 2, не являются характерными для всех изображений. В связи с этим точку R приходится выбирать с учетом особенностей каждого отдельного объекта изображения.

АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОЩАДИ ОБЪЕКТОВ ЭНДОСКОПИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Для определения площадей объектов видеоэндоскопических изображений и их фоновых составляющих предложен алгоритм, порогового разделения цветных изображений, использующий значение R. Значение величины порогового разделения определяется по гистограммам красной и зеленой составляющих и их разностей. Граф-схема алгоритма

обработки приведена на рис. 3, а пример результата реализации алгоритма порогового разделения - на рис. 2 б.

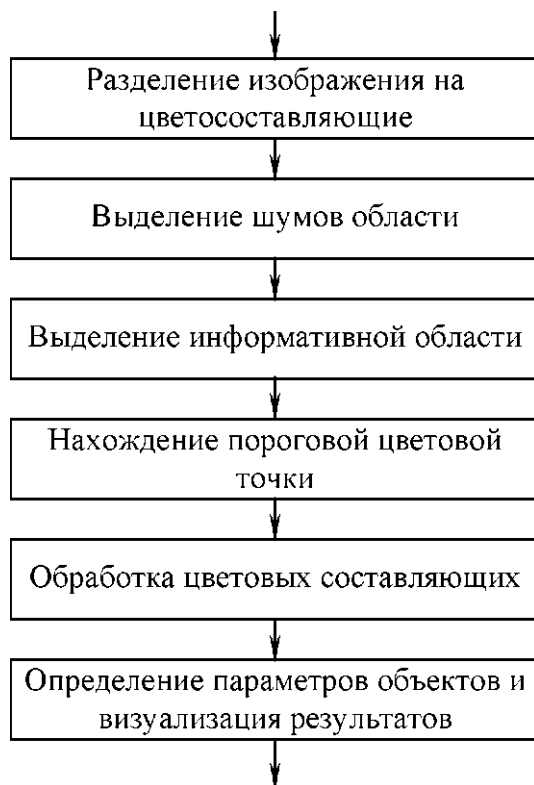


Рис. 3. Блок-схема алгоритма обработки видеондоскопических изображений

Нахождение информативных площадей осуществляется в соответствии с действиями завершающего блока приведенной схемы, и может быть улучшено при учете распределения яркостей всех составляющих исследуемого объекта.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАБОТКИ АЛГОРИТМОМ ПОРОГОВОГО РАЗДЕЛЕНИЯ

В работе проведен анализ набора изображений, результаты обработки фрагмента которого приведены в табл. 1. Морфология метаплазии, проведенная в соответствии со стандартами эндоскопической и морфологической диагностики [5], обозначена в соответствии с табл. 2.

Оценка результатов медикаментозного и эндоскопического лечения предраковых состояний и изменений соотношения морфологических факторов риска канцерогенеза может эффективно производиться с использованием предложенного алгоритма порогового разделения

объектов видеэндоскопических изображений и учетом изменения площадей патологических очагов [6].

Таблица 1

Характеристика обработанных изображений

№	Относительная площадь здоровых тканей	Относительная площадь шумовых составляющих	Пороговая точка	Морфология метаплазии	Степень метаплазии
1	0,70	0,0058	120	Sm2	умеренная
2	0,807	0,0102	130	Sm2	умеренная
3	0,7382	0,0288	125	Sm2 Sm3	выраженная
4	0,6568	0,005	120	Sm2	выраженная
5	0,7522	0,0119	130	Sm2	выраженная
6	0,7753	0,0058	100	Sm2	выраженная
7	0,6938	0,1101	160	Sm2	выраженная
8	0,7379	0,055	150	Sm2	выраженная
9	0,4669	0,0162	110	Sm4 Sm3 Sm2	выраженная
10	0,7941	0,0256	115	Sm3 Sm2	выраженная

Таблица 2

Sm0	Метаплазия отсутствует
Sm1	Метаплазия желудочного типа
Sm2	Специализированная кишечная метаплазия
Sm3	Неоплазия (дисплазия) низкой степени
Sm4	Неоплазия (дисплазия) высокой степени
Sm5	Поверхностная аденокарцинома пищевода

Литература

1. Гинько, Т. А. Применение эндоскопической фотодинамической терапии в лечении предопухоловой патологии желудка и пищевода Барретта // Современные диагностические технологии на службе здравоохранения. Сб. рец. статей, 2004.
2. Пирогов, С. С. Эндоскопические методики в уточняющей диагностике и лечении больных с пищеводом Барретта. Автореф. дис. канд. мед. наук, 2008.
3. Аруин, Л. И. Морфологическая диагностика болезней желудка и кишечника / Л. И. Аруин, Л. Л. Капуллер, В. А. Исаков. М. : Триада-Х, 1998.
4. Аруин, Л. И. Актуальные вопросы патологической анатомии // Мат. 3 съезда Российского общества патологоанатомов. Самара, 2009. Т. 1. С. 5-8.
5. Федоров, Е. Д. Стандарты эндоскопической диагностики ГЭРБ в России // Клиническая и экспериментальная гастроэнтерология, 2004. № 5.
6. Астапенко, Я. А. Структурная детализация изображений видеэндоскопических систем в гастроинтестинальной эндоскопии / Я. А. Астапенко, Т. А. Гинько, Л. В. Калацкая // Электроника Инфо, 2009. № 2. С. 42-45.