

АКУШЕРСТВО И ГИНЕКОЛОГИЯ

УДК 612.014.464

КОМПЬЮТЕРНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЕРПОВИДНЫХ ТРЕЩИН НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ ФАЦИЙ ЦЕРВИКАЛЬНОЙ СЛИЗИ ЖЕНЩИНЫ*

В.Р. Крашенинников¹, М.Л. Албутова²,
А.С. Копылова³, А.В. Тарасова¹, Л.И. Трубникова²

¹Ульяновский государственный технический университет,

²Ульяновский государственный университет,

³ФНПЦ ОАО «НПО «Марс», г. Ульяновск

В работе рассмотрен способ компьютерной диагностики маркера «серповидные трещины», являющегося признаком ишемии, некробиоза и нарушений микроциркуляции, посредством обработки изображений цервикальной слизи женщины.

Ключевые слова: компьютерная медицинская диагностика, серповидные трещины, маркер, изображение цервикальной слизи.

Ранняя медицинская диагностика в значительной мере определяет успешность профилактических и лечебных мероприятий. Один из эффективных методов ранней диагностики основан на анализе изображений фаций биологических жидкостей человека [2]. При кристаллизации веществ высыхающей биологической жидкости на получающейся пленке (фации) возникают характерные структуры (маркеры), каждый из которых с достаточно высокой достоверностью является признаком патологий даже на самых ранних стадиях развития. При массовых обследованиях населения требуется проанализировать большое количество изображений фаций, поэтому актуальна задача разработки алгоритмов и программ для автоматизированной обработки изображений фаций, введенных в компьютер.

В данной работе предложен алгоритм обнаружения на изображении цервикальной слизи женщины маркера «серповидные трещины» (СТ), являющегося признаком ишемии, некробиоза и нарушений микроцирку-

ляции. Примеры изображений СТ показаны на рис. 1.

В предлагаемом алгоритме учитываются особенности СТ и при их наличии на участке фации принимается решение о наличии маркера. Рассмотрим этот алгоритм поэтапно на примере обработки изображения на рис. 1а.

Сначала с помощью процедуры контрастирования выделяется 10 % темных областей (рис. 2). Для обнаружения областей с резким перепадом яркостей на границах применяется градиент изображения, в котором частные производные вычисляются как конечные разности:

$$\nabla f = \left[G_x^2 + G_y^2 \right]^{\frac{1}{2}}.$$

Далее удаляются отдельные темные пиксели и мелкие области, так как они не могут образовывать СТ. После этого с помощью процедуры эрозии $A - B = \{z | (B)_z \subseteq A\}$ уточняются выделенные линии, и применяется процедура эрозии ко всему изображению [1]. Для устранения разрывов между близлежащими областями используется дилатация темных областей:

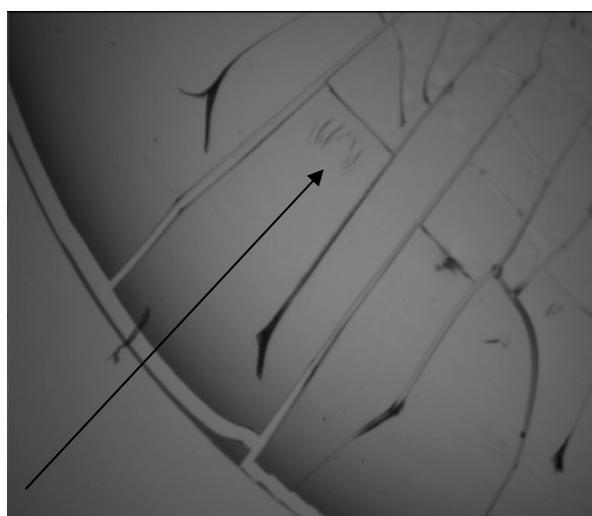
* Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант 13-01-00320.

$$A \oplus B = \left\{ z \mid (\hat{B})_z \cap A \right\}.$$

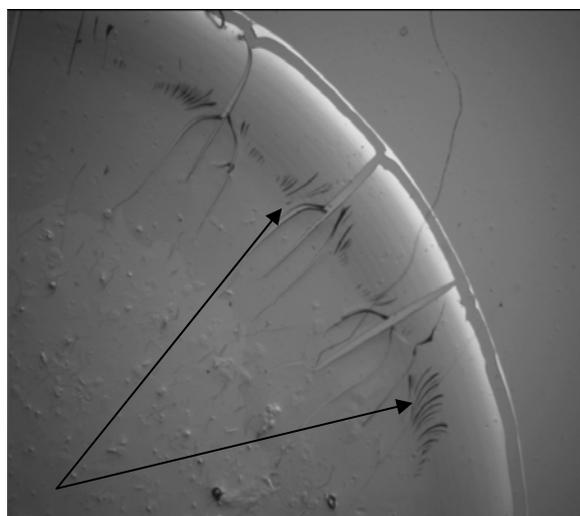
Для обнаружения скелета фации сопоставляются области с резкими перепадами. Если точка принадлежит области с резким перепадом яркости и темной области, то она принимается за точку скелета. К построенным линиям скелета применяется операция замыкания, то есть повторная дилатация, а затем эрозия для того, чтобы достроить радиальные трещины скелета (рис. 2):

$$A \bullet B = (A \oplus B) - B.$$

К темным областям, не принадлежащим радиальным трещинам скелета, применяется метод обхода для выделения границ. Поскольку СТ располагаются между радиальными трещинами скелета, производится их поиск на скелете по признаку радиального расположения на фации. На рис. 3 представлена процедура выделения радиальных трещин скелета.



а



б

Рис. 1. Серповидные структуры ($\times 400$)

Для поиска областей серповидной формы к их выделенным границам применяется аппроксимация окружностями с помощью метода наименьших квадратов. Производится подсчет полукруглых областей и их группировка по размеру и расположению. Каждая группа должна содержать три и более построенные окружности, центры которых находятся на относительно небольшом расстоянии друг от друга.

При наличии на изображении хотя бы одной группы, содержащей три и более построенные окружности, центры которых располагаются на относительно небольшом рас-

стоянии друг от друга, делается вывод о наличии СТ.

На рис. 4 показан результат применения описанного алгоритма к исходному изображению рис. 1а. В процессе обработки элементы скелета и темные области стали более заметными, чем на исходном изображении. На них искомого маркера быть не может, поэтому он искался вдали от этих областей. Показано пять (это более трех) аппроксимирующих окружностей, тесное расположение которых соответствует обнаружению одной группы СТ. При обнаружении СТ появляется окно с соответствующим сообщением.

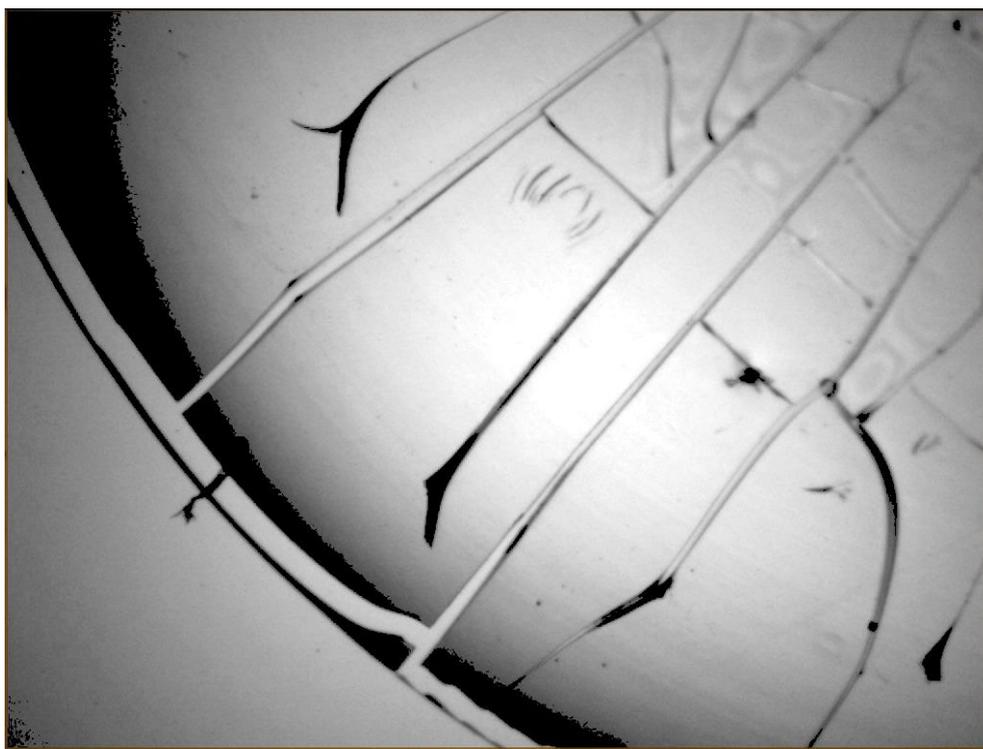


Рис. 2. Выделение темных областей

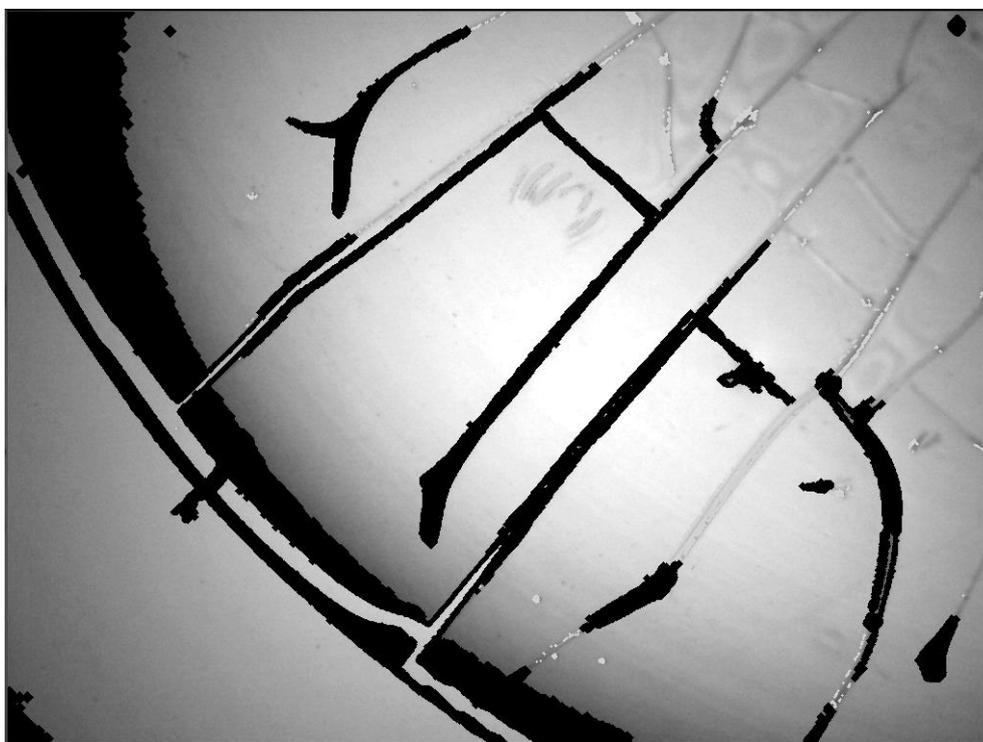


Рис. 3. Выделение скелета

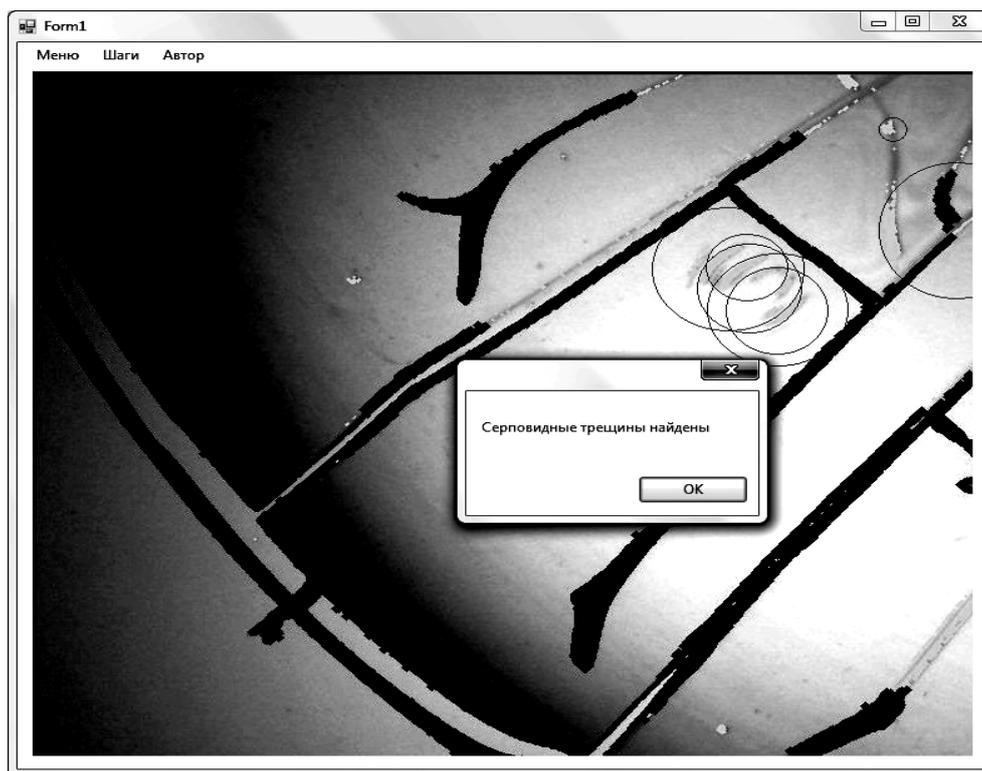


Рис. 4. Обнаруженные серповидные трещины

Проведенные испытания описанного алгоритма на нескольких десятках имеющихся изображений фаций показали, что пропусков серповидных трещин не было. Ложные обнаружения зафиксированы на 14 % изображений.

1. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений : пер. с англ. / Р. Гонсалес, Р. Вудс. – М. : Техносфера, 2005. – С. 209–219, 753–765.

2. Шабалин В. Н. Морфология биологических жидкостей человека / В. Н. Шабалин, С. Н. Ша-тохина. – М. : Хризостом, 2001. – 304 с.

THE ALGORITHM FOR DETECTION OF SICKLE CRACK IN IMAGES OF CERVICAL MUCUS WOMAN FACIAS

V.R. Krasheninnikov¹, M.L. Albutova², A.S. Kopylova³, A.V. Tarasova¹, L.I. Trubnikova²

¹Ulyanovsk State Technical University,

²Ulyanovsk State University,

³Scientific Production Association «Mars», Ulyanovsk

The way to detect a marker «sickle crack» in images of cervical mucus women facias is proposed. This marker is a sign of ischemia, necrobiosis and microcirculatory disorders and it may be used in computer diagnostic.

Keywords: medical computer diagnostics, sickle crack, marker, images of cervical mucus woman facias.