

СТЕНДОВАЯ СЕССИЯ

ИССЛЕДОВАНИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ТИПОВ ЯДЕР КЛЕТОК ПО ИХ СТРУКТУРЕ НА ОКРАШЕННЫХ AgNOR ПРЕПАРАТАХ

Самородов А.В.¹, Полянская М.Г.¹, Славнова Е.Н.², Спиридонов И.Н.¹, Волченко Н.Н.²

¹ Кафедры БМТ-1, МГТУ им. Н.Э. Баумана,

² Отделения онкоцитологии МНИОИ им. П.А. Герцена;
Москва, Россия

Одними из основных задач цитологической диагностики в онкологии являются дифференциация злокачественных, доброкачественных и реактивных изменений и определение степени дифференцировки раковых клеток. К наиболее перспективным методам цитоанализа относится использование окраски препаратов азотнокислым серебром (AgNOR), которая позволяет достоверно установить наличие злокачественного процесса и степень его дифференцировки по морфологическим параметрам ядер клеток на препарате. Однако в настоящее время не существует формализованного описания морфологических типов ядер клеток, встречающихся при различных состояниях, формализованных критериев для классификации препаратов, а результаты анализа существенно зависят от квалификации врача-цитолога.

На изображении цитологического препарата, окрашенного азотнокислым серебром, могут присутствовать ядра разных морфологических типов. Анализ цитологического изображения должен заключаться в сегментации ядер и их классификации. Отсутствие выделенных классов ядер по их морфологическим типам для рассматриваемого способа окрашивания препаратов приводит к необходимости решения задачи формирования пространства признаков изображений ядер и их кластеризации.

Для исследования использовались изображения ядер клеток, сегментированных на верифицированных цитологических препаратах. Для решения задачи дифференциации злокачественных, доброкачественных и реактивных изменений использовались препараты почечного эпителия, для задачи определения степени дифференцировки опухоли – препараты эпителия молочной железы. Размер выборки составил по 50 ядер каждого их рассматриваемых состояний: реактивные изменения (РИ, отсутствие опухолевого процесса), ангиомиолипома (АМЛ, доброкачественная опухоль), высоко дифференцированный почечно-клеточный рак (ВДПКР), высококодифференцированный (ВД) инвазивный протоковый рак молочной железы (ИПРМЖ), умереннокодифференцированный (УД) ИПРМЖ и низкокодифференцированный (НД) ИПРМЖ.

Основные отличия между различными морфологическими типами ядер проявляются в текстуре их изображения, поэтому в работе было предложено формировать векторы признаков на основе текстурных характеристик, рассчитанных по матрице градиентов, матрице длин серий и геометрическим инвариантам. Всего было рассмотрено 37 признаков.

Высокая размерность признакового пространства была снижена за счет анализа информативности признаков и последующей оценки качества кластеризации для различного числа наиболее информативных признаков. В качестве метода кластеризации использовался метод k-средних. Наилучшие результаты были получены при разбиении экспериментальной выборки ядер клеток почечного эпителия и эпителия молочной железы на $k=10$ кластеров. В таблицах 1 и 2 указано число ядер, выделенных на препаратах с верифицированным состоянием, отнесенное к соответствующему кластеру.

Кластерный анализ ядер эпителия молочной железы показывает наличие кластеров с преимущественным содержанием ядер определенной дифференцировки: три кластера ядер НД (5, 8, 9), три кластера ядер УД (2, 4, 6) и два кластера ядер ВД (3, 10). Кроме того, выделяются кластеры ядер, встречающихся на препаратах НД и ВД (1, 7).

При кластерном анализе ядер клеток почечного эпителия выделяются три кластера, содержащие только ядра АМЛ (6, 7, 8), три кластера с преимущественным содержанием ядер РИ (3, 4, 5), три кластера ядер ВДПКР (1, 2, 10) и кластер, содержащий ядра препаратов с РИ и ВДПКР (9).

Выделенные классы ядер в достаточной степени разнесены в сформированном признаковом пространстве, что обеспечивает возможность использования для их классификации простых решающих правил, таких как метод эталонов.

Таблица 1

РЕЗУЛЬТАТЫ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ЯДЕР КЛЕТОК ЭПИТЕЛИЯ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

№ кластера	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
степень дифференцировки										
НД	6	2	1	1	11	4	3	12	10	-
УД	-	10	-	13	3	15	-	7	1	1
ВД	7	1	21	3	-	3	3	-	-	12

Результаты работы позволяют формализовать описание морфологических типов ядер клеток, что является необходимым этапом при создании системы вычислительной дифференциальной цитологической диагностики в онкологии.

Таблица 2

РЕЗУЛЬТАТЫ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ЯДЕР КЛЕТОК ПОЧЕЧНОГО ЭПИТЕЛИЯ

№ кластера	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
состояние										
АМЛ	-	-	-	-	-	10	6	34	-	-
РИ	-	-	14	12	22	-	-	-	1	1
ВДКР	2	16	-	5	-	-	-	-	2	25