

ведения данной категории больных с целью исключения необоснованного хирургического вмешательства.

Выводы

1. При всех степенях эпителиальных дисплазий, включая рак *in situ* в группе CIN III, и при инвазивном раке число Ki-67-положительно реагирующих ядер достоверно выше по сравнению с неизмененным эпителием.

2. Микроскопически определяли различные варианты расположения клеток с Ki-67-положительными

ядрами: это могут быть участки в виде «гнезд» или участки с равномерно расположенными мечеными Ki-67-клетками в разных слоях эпителия с кумуляцией в очагах дисплазии.

3. Уровень пролиферации эпителия (Ki-67) имел достоверные различия между всеми исследуемыми группами эпителиальных дисплазий и различной степени неоплазий, за исключением 2-х групп (CIN III, включая рак *in situ* и рак *invas.*), между которыми не было достоверных различий.

Литература

1. Бебнева Т.Н., Прилепская В.Н. Профилактика рака шейки матки: скрининг (обзор литературы) // Научно-практический медицинский журнал «Доктор. Ру». – 2009. – № 6 (50). – С. 14–15.

2. Кондриков Н. И. Патология матки. – М.: Практическая медицина, 2008. – 334 с.

3. Минкина Г.Н., Манухин И.Б. Пролиферативная активность эпителия при плоскоклеточных эпителиальных поражениях шейки матки // Журнал акушерства и женских болезней. – 2008. – № 1. – С. 34–36.

4. Петров С.В., Райхлин Н.Г. Руководство по иммуногистохимической диагностике опухолей человека. – Казань, 2000. – 287 с.

5. Прилепская В.Н., Роговская С.И. Новые технологии профилактики рака шейки матки. Патология шейки матки и генитальная инфекция. – М.: МЕД-пресс-информ, 2008. – С. 8–14.

6. Looi M.L., Dali A.Z., Ali S.A. Expression of p53, bcl-2 and Ki-67 in cervical intraepithelial neoplasia and invasive squamous cell carcinoma of the uterine cervix // Anal.Quant.Cytol.Histol. – 2008. – Vol. 30 (2). – P. 63–70.

7. Richart R.M. Cervical intraepithelial neoplasia // Pathology Annual. – 1973. – Vol. 8. – P. 301–328.

Координаты для связи с авторами: *Иевлева Надежда Федоровна* – кандидат мед. наук, заведующая хирургическим отделением ДКДЦ НУЗ «ДКБ на ст. Хабаровск-1 ОАО «РЖД», доцент кафедры акушерства и гинекологии ИПКСЗ Хабаровского края, тел.: 8-(4212)-98-01-04, +7-914-541-45-90, e-mail: nadezda.ievleva@dkb-dv.ru; *Чижова Галина Всеволодовна* – д.м.н., профессор, ректор ИПКСЗ, зав. кафедрой акушерства и гинекологии, e-mail: rec@ipkszh.khv.ru, тел. 8-(4212)-72-87-15; *Курунова Ирина Игоревна* – заведующая ПАО «Дорожная клиническая больница на ст. Хабаровск-1 ОАО «РЖД», тел. 8-(4212)-98-05-39, e-mail: irina.kurunova@dkb-dv.ru; *Флейшман Марина Юрьевна* – доктор мед. наук, главный научный сотрудник ЦНИЛ ДВГМУ, e-mail: marfl@yandex.ru.



УДК 681.324

Н.Э. Косых¹, В.В. Гостюшкин², Т.П. Потапова¹, С.З. Савин², А.В. Еременко¹

МЕТОДИКА АВТОМАТИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ КОСТНЫХ МЕТАСТАЗОВ ПО ДАННЫМ ПЛАНАРНОЙ ОСТЕОСЦИНТИГРАФИИ

¹Дальневосточный государственный медицинский университет, 680000, ул. Муравьева-Амурского, 35, тел. 8-(4212)-32-63-93, e-mail: nauka@mail.fesmu.ru;

²Вычислительный центр ДВО РАН, 680000, ул. Ким Ю Чена, 65, тел. 8-(4212)-22-72-67, e-mail: 1420@as.dv.khv.ru, г. Хабаровск

Резюме

Создана система автоматизированной компьютерной диагностики скелетных метастазов по данным планарной сцинтиграфии, основанная на принципах распознавания изображений и обладающая функциями экспертного анализа. Математический аппарат системы позволяет проводить расчет текстурных, гистограммных и морфометрических параметров очагов гиперфиксации радиофармпрепарата и более точно выявлять зоны скелета подозрительные на метастатическое поражение.

Ключевые слова: автоматическая компьютерная диагностика, сцинтиграфия скелета, костные метастазы.

A COMPUTER-ASSISTED DIAGNOSTIC METHOD FOR THE DIAGNOSIS OF SKELETAL METASTASES BASED ON PLANAR SCINTIGRAPHY DATA

¹Far East State Medical University;

²Computing center RAS, Khabarovsk

Summary

A computer-assisted diagnostic system for the diagnosis of skeletal metastases based on planar scintigraphy data has been developed. It is based on the principles of image recognition and has the function of expert analysis. The mathematical part of the system allows calculation of textural, histogram and morphometric parameters of radiopharmaceutical hyperfixation foci and provides more accurate detection of metastatic-suspicious skeletal zones.

Key words: computer-aided diagnosis (CAD), bone scintigraphy, bone metastasis.

Автоматическое распознавание патологических процессов на основе компьютерного анализа медицинских изображений является быстро развивающимся направлением лучевой диагностики. Для медицинских целей разрабатываются т. н. САД-системы (computer-aided diagnosis) существенно увеличивающие эффективность методов лучевой диагностики [2, 5, 10]. Остеосцинтиграфия является методом выбора в ранней диагностике скелетных метастазов. Однако интерпретация сканограмм представляет значительные сложности [4]. В связи с этим, необходим поиск подходов к оптимизации анализа результатов скинтиграфии. Применение САД-анализа могло бы существенно повысить эффективность остеосцинтиграфии.

Материалы и методы

В лаборатории медицинской информатики ВЦ ДВО РАН была разработана система автоматизированной компьютерной диагностики скелетных метастазов по данным планарной скинтиграфии, основанная на принципах распознавания изображений и обладающая функциями экспертного анализа [3, 8]. Система состояла из двух блоков. Задачей первого являлось формирование алгоритма распознавания очагов гиперфиксации (ОГФ) радиофармпрепарата (РФП) на скинтиграммах. Проводилось очерчивание (сегментация) области, соответствующей скелету, в которой определялось среднее значение яркости изображения и автоматическая сегментация ОГФ РФП. Для выделенных очагов осуществлялся расчет гистограммных, морфометрических параметров, а также текстурных параметров по методам Харалика и локальной бинарной текстуры [7, 9]. Общее число рассчитываемых параметров составило 41 [3]. Выделенные ОГФ разделялись экспертом на метастатические и не метастатические, затем формировалась обучающая выборка, где каждому объекту соответствовал просчитанный набор гистограммных, текстурных и морфометрических параметров. В качестве алгоритма распознавания ОГФ (их разделения на метастатические и не метастатические), использовался метод опорных векторов [1]. С его помощью на основе обучающей выборки создавался классификатор (классифицирующая функция). Данный классификатор отражал всю полноту числовой информации о патологических (метастатических) и не патологических (физиологических) ОГФ РФП.

Задачей второго блока диагностической компьютерной системы был анализ новых остеосцинтиграмм с помощью полученного классификатора. Для этого изучаемая скинтиграмма подвергалась сегментации. Числовые параметры выделенных ОГФ РФП анализировались с помощью классификатора. Степень, надежность классификатора по отношению к изучаемой выборке ОГФ РФП определялась с помощью показателя ожидаемой латентной изменчивости классификатора [6] (PLVC – predicted latent variables of classifier). Чем дальше от 0 были значения PLVC, рассчитанные для конкретного объекта, тем с большей вероятностью можно относить рассматриваемый объект к метастазу или к не метастазу.

В исследовании использовались сканограммы больных со скелетными метастазами рака молочной железы, выполненные в планарном режиме на двухдетекторной гамма-камере Infinia-Hawkeye, производства фирмы General Electrics с применением РФП пирфотех-^{99m}Tc.

Результаты исследования и обсуждение

В качестве примера представлен анализ данных больной N, имевшей рак молочной железы с метастазами в скелет. На рисунке 1а представлена планарная остеосцинтиграмма пациентки, на которой ручным методом проведена сегментация скелета. На рисунке 1б представлена сегментация ОГФ РФП, выполненная в автоматическом режиме. Как видно из рисунка 1б, отсегментировано 10 очагов. Для определения их природы был применен классификатор, разработанный по представленному ранее принципу. Результаты распознавания представлены в рисунке 1в. 7 из 10 очагов гиперфиксации РФП имели признаки метастазов. Однако более определенное суждение об отнесении данных очагов к метастатическим можно сделать при расчете показателя PLVC. Было принято условие, при котором метастатическими считались очаги с уровнями PLVC превышающими 0,1. Только в 2-х из 7-ми т. н. «метастатических» ОГФ РФП значения показателя PLVC были выше данного значения (очаг № 5 PLVC=0,21, очаг № 9 PLVC=0,49). Это позволило предположить, что данные очаги по значению гистограммных, морфометрических и текстурных параметров наиболее полно соответствуют определенными экспертами числовым признакам изображений метастатических очагов на планарных сканограммах скелета.

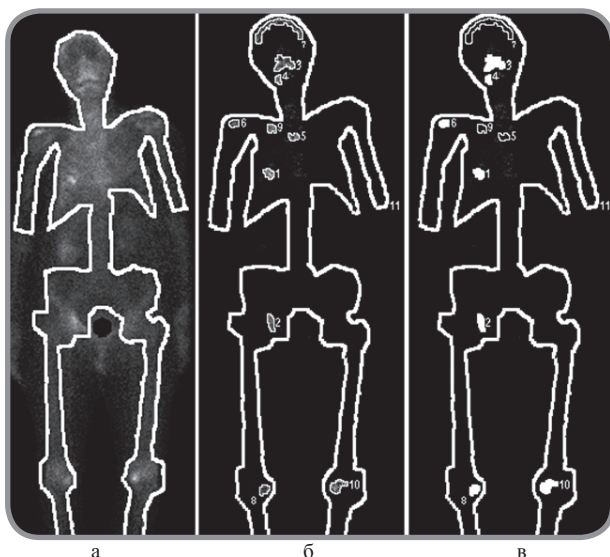


Рис. 1. Планарная сцинтиграмма скелета больной N.

а – Сегментация скелета;
б – сегментация очагов гиперфиксации РФП;
в – Результаты распознавания очагов гиперфиксации РФП с помощью экспертной системы (заливка – «метастатические» очаги, отсутствие заливки – неопухолевая гиперфиксация)

Рассмотренная CAD-система обладает функциями экспертного анализа и основана на принципах

распознавания изображений. В такой системе представления эксперта о визуальных признаках метастатического очага выражены в соответствующих числовых значениях параметров. Это является основой для объективной классификации анализируемых изображений. Важной особенностью представленной CAD-системы является расчет значений показателя ожидаемой латентной изменчивости классификатора (PLVC). По данным этого показателя из группы исследуемых ОГФ РФП можно выделить не только те, которые, безусловно, относятся к патологическим (в данном случае – метастатическим), но и другие, уточнение природы которых требует дополнительных исследований и динамического наблюдения.

Выводы

Представленная CAD-система позволяет успешно проводить анализ планарных сканограмм скелета на основе автоматизированной компьютерной диагностики, повышая диагностическую значимость метода остеосцинтиграфии.

Точность распознавания очагов гиперфиксации РФП может быть определена с помощью показателя ожидаемой латентной изменчивости классификатора.

Литература

1. Вапник В.Н., Червоненкис А.Я. Теория распознавания образов. – М.: Наука, 1974. – 240 с.
2. Дабагов А.Р. Цифровая радиология и диагностика. Достижения и перспективы // Журнал радиоэлектроники. – 2009. – № 5. – С. 140–152.
3. Косых Н.Э., Смагин С.И., Гостюшкин В.В., Савин С.З., Литвинов К.А Система автоматизированного компьютерного анализа медицинских изображений // Информационные технологии и вычислительные системы. – 2011. – № 3. – С. 51–60.
4. Паша С.П., Терновой С.К. Радионуклидная диагностика. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 204 с.
5. Bram van Dinneken, Bart M., Max A. Computer-aid detection and diagnosis of breast cancer // Radiologic Clinics N.Amer. – 2001. – Vol. 20, – № 12. – P. 1228–1241.
6. De Brabanter K., Karsmakers P., Ojeda F. et al. LS-SVMlab Toolbox User's Guide, <http://www.esat.kuleuven.be/sista/lssvmlab/>.
7. Haralick R.M., Shanmugam K., Dinstein I. Textural Features of Image Classification, IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics. – 1973. – Vol. SMC-3, № 6. – P. 18–45.
8. Kosykh N.E., Gostuyshkin V.V., Savin S.Z., Vorozhtov I.V. Designing the systems of computer diagnostics of medical images // Proc. of The First Russia and Pacific Conference on Computer Technology and Applications (RPC 2010). Vladivostok, Russia. 6–9 September, 2010. – P. 4–10.
9. Ojala T., Pietikainen M., Maenpaa T. Multiresolution Gray-Scale and Rotation Invariant Texture Classification with Local Binary Patterns // IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2002. – Vol. 24, № 7. – P. 971–987.
10. Sadik M. Bone scintigraphy. A new approach to improve diagnostic accuracy. – University of Gothenburg, 2009. – P. 44.

Координаты для связи с авторами: Косых Николай Эдуардович – доктор мед. наук, профессор, заведующий кафедрой онкологии с курсом радиологии ДВГМУ, e-mail: kosyh.n@bk.ru; Гостюшкин Валерий Владимирович – науч. сотрудник лаборатории медицинской информатики ВЦ ДВО РАН; Потапова Татьяна Петровна – аспирант кафедры онкологии с курсом радиологии ДВГМУ, тел. 8-(4212)-32-63-93.; Савин Сергей Зиновьевич – канд. тех. наук, зав. лабораторией медицинской информатики ВЦ ДВО РАН; Еременко Андрей Владимирович – аспирант кафедры онкологии с курсом радиологии ДВГМУ, тел. 8-(4212)-32-63-93.