

ЛИТЕРАТУРА

1. Knoll, G. F. Radiation detection and measurement / G. F. Knoll; New York: John Wiley & Sons, Inc. – 1979. – 816 p.
2. Райлли, Д. Пассивный неразрушающий анализ ядерных материалов / Дуглас Райлли [и др.]; пер. с англ. – М.: ВНИИА, 2000. – 43 с.
3. Detection of radioactive materials at borders : materials of Radiation Safety Section International Atomic Energy Agency, Vienna, September 2002. – Vienna: IAEA, 2002. – 12 p.
4. Транспортный порталный радиационный монитор: пат. 2245563 РФ, МПК7 G 01 T 1/167, / С. Ю. Кузнецов, А. А. Шевчик; заявитель ЗАО «ИНТРА» – №а 2003125235/28 ; заявл. 18.08.2003 ; опубл. 27.01.2005 // Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам. – 2005. – № 3.

АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ИЗОБРАЖЕНИЙ ПЭТ И ПАРАМЕТРОВ РЕКОНСТРУКЦИИ ANALYSIS OF THE QUALITY OF PET IMAGE AND RECONSTRUCTION PARAMETERS

Е. В. Емельяненко, И. Г. Тарутин
E. Emelianenko, I. Tarutin

*Республиканский научно-практический центр онкологии и медицинской радиологии
им. Н. Н. Александрова, г. Минск, Республика Беларусь
zheka-ava@mail.ru*

N. N. Alexandrov National Cancer Centre of Belarus, Minsk, Republic of Belarus

Проанализированы современные алгоритмы реконструкции и их влияние на качество изображения. Выполнена оценка изменения стандартизированного показателя накопления (SUV) и области интереса (метаболического объема, ROI) в зависимости от параметров реконструкции.

Modern reconstruction algorithms and their impact on image quality are analyzed. An assessment of the change in the standardized accumulation index (SUV) and the region of interest (metabolic volume, ROI) depending on the reconstruction parameters are considered.

Ключевые слова: итерация, подмножество, алгоритм реконструкции, качество, изображение, визуализация, накопление.

Keywords: iteration, subset, reconstruction algorithm, quality, image, visualization, accumulation.

Качества изображения в позитронно-эмиссионной томографии определяется множеством факторов, которые можно обобщить и дифференцировать на две основных группы: характеристики оборудования, и программная обработка данных, а именно реконструкция. В современной позитронно-эмиссионной томографии (далее ПЭТ) используются в основном итерационные методы реконструкции. Путем изменения параметров реконструкции, а именно подмножеств, итераций можно влиять на качество и характеристики получаемого изображения.

В данной работе все реконструкции изображений получены при обследовании реальных пациентов. Обследования выполнялись на аппарате DISCOVERY 710, позитронно-эмиссионном томографе совмещенном с компьютерным томографом. Детектирующая система выполнена на основе кристаллов LYSO. В качестве примера в данной работе выбран один пациент (для набора статистических данных использовано 10 исследований). Все пациенты имеют диагноз Лимфома. Исследование выполнено с препаратом фтордизоксиглюкоза (ФДГ). Интерес к пациентам с данным диагнозом связан с наличием множественных очагов накоплений различных размеров, формы и контраста. Основные параметры диагностического протокола: время набора – 20 мин., SHARP-IR-включен, фильтр cut-off- 6, Z-Axis Filter – отключен.

Выполнены реконструкции с изменением количества используемых подмножеств, которые варьируются от 1 до 48. Помимо значительной динамики визуальных характеристик отмечено изменение ROI (область интереса), SUV (стандартизированный показатель накопления), SD (стандартное отклонение). Для количественной оценки было выбрано два патологических очага, а именно в области средостения и печени. Данные измерений занесены в табл. 1.

Для оценки результатов, зависимости выполнено построение графиков, а также аппроксимация кривых. Была выполнена аппроксимация квадратичной, линейной, полиномиальной и логарифмической зависимостью. Наилучшая величина достоверности аппроксимации R^2 выбрана при полиномиальной зависимости (полином 3-ей степени, с величиной достоверности аппроксимации 0,98, рис. 1).

Изображения, реконструированные с использованием 48 подмножеств отличаются большим количеством деталей, которые могут быть приняты за «ложно-положительный результат».

Таблица 1 – Количественные данные патологических очагов

подмножества	Лимфоузел средостения			Очаг в печени		
	SUVmax, г/мл	STD	ROI, см³	SUVmax, г/мл	STD	ROI
1	1,44	0,14	38,68	1,27	0,11	38,73
2	2,29	0,24	31,77	2,11	0,22	24,38
3	3,09	0,37	18,3	2,9	0,39	6,43
4	3,84	0,51	8,87	3,64	0,52	3,84
6	4,98	0,71	4,96	5,08	0,74	1,96
8	5,79	0,86	3,91	5,99	0,92	1,78
9	6,02	0,9	3,65	6,56	0,99	1,52
12	6,5	0,98	3,35	7,41	1,11	1,26
16	6,96	1,09	3,09	7,53	1,21	1,35
18	7,09	1,07	3	7,98	1,22	1,26
24	7,46	1,13	2,83	8,14	1,29	1,26
32	7,07	1,1	2,83	7,97	1,4	1,35
36	7,35	1,17	2,87	8,07	1,4	1,35
48	7,62	1,2	2,78	7,99	1,43	1,39

В качестве примера на рис. 2 (а, б) представлены изображения, параметры реконструкции которых отличаются только количеством подмножеств. Несмотря на большую вариабельность при выборе подмножеств при реконструкции изображений следует учитывать характер зависимости SUV.

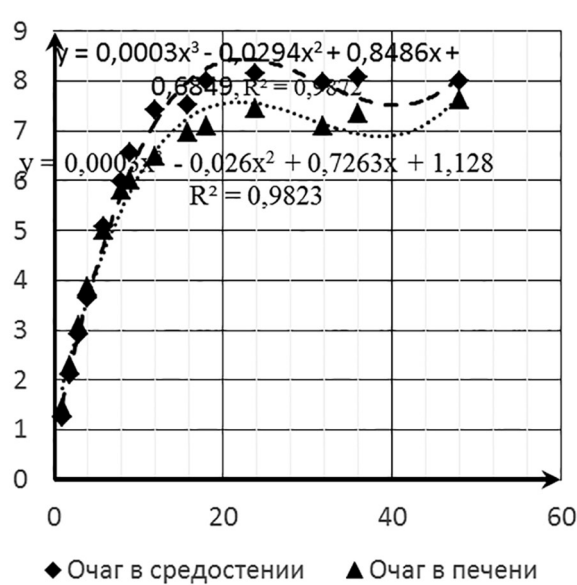


Рисунок 1 – Зависимость SUV от количества подмножеств, очаг в средостении, очаг в печени

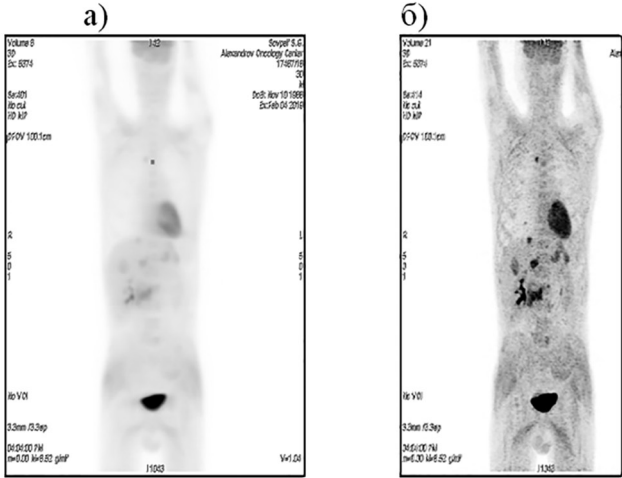


Рисунок 2 – Трехмерная реконструкция. а) 1 подмножество, б) 48 подмножеств

Анализ зависимости размера ROI от количества подмножеств (представлен степенной зависимостью, рис. 3), показал уменьшение метаболического объема с увеличением числа подмножеств. Отмечено, что изменение количества используемых подмножеств влияет на формирование формы очага накопления, а также на контраст.

Рассмотрение полученных изображений показало, что результаты, полученные с использованием подмножеств в количестве от 1 до 3, являются некорректными для дальнейшей оценки по следующим причинам:

- минимальный контраст необходимый для корректного рассмотрения;
- деформация очага;
- значительное увеличение в размерах, которое в последствии может привести к «слиянию» с другими очагами.

В соответствии с рис. 1 влияние подмножеств на SUV можно разделить на три группы:

- от 1 до 18;
- от 24 до 32;
- от 36 до 48;

Использование 36 и 48 подмножеств имеет не значительное влияние на SUV и ROI, однако изображения, реконструированные с использованием 48 подмножеств могут являться достаточно «шумными».

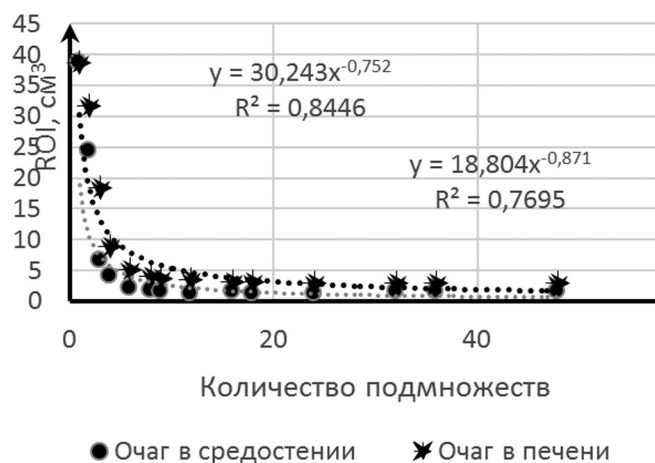
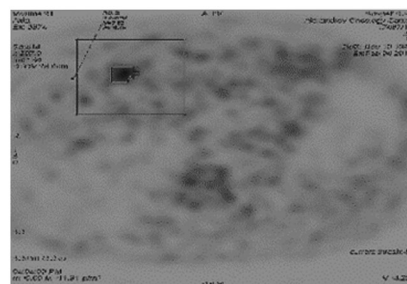


Рисунок 3 – Зависимость ROI от количества подмножеств, очаг в средостении, очаг в печени

а)



б)

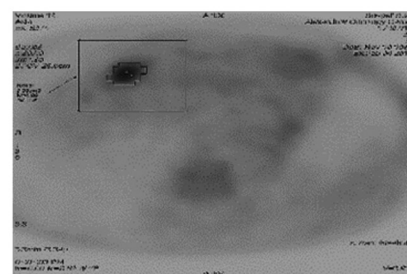


Рисунок 4 – Изменение формы очага, а) 36 подмножеств, б) 9 подмножеств

Дальнейшие реконструкции выполнялись с подмножествами 9,12,24 в интервале итераций от 4-х до 15, остальная часть диапазона подлежит дальнейшему изучению (табл. 2).

Таблица 2 – Зависимость количественных параметров от количества подмножеств и итераций

Итерации	Подмно- жества	SUV (г/ мл)	ROI (см ³)	Подмно- жества	SUV (г/ мл)	ROI (см ³)	Подмно- жества	ROI	SUV (г/ мл)
4	9	6,56	1,52	12	7,41	1,26	24	1,3	8,14
5		7,56	1,3		7,8	1,22		1,39	8,08
6		7,78	1,2		7,99	1,24		1,56	7,97
7		7,9	1,26		8,06	1,27		1,78	7,86
8		7,96	1,26		8,08	1,29		1,91	7,74
9		7,98	1,27		8,07	1,35		1,91	7,83
10		7,98	1,27		8,03	1,35		1,91	8
11		7,99	1,27		7,99	1,39		1,87	8,14
12		7,97	1,35		7,94	1,39		1,83	8,26
13		7,95	1,35		7,89	1,43		1,74	8,36
14		7,92	1,36		7,83	1,43		1,74	8,45
15		7,91	1,36		7,78	5,01		1,7	8,54

На основе данных (табл. 2) выполнены построения графиков (рис. 5, 6). Варьирование количеством итераций при количестве подмножеств 24 значительно влияет на увеличение размера области накопления (ROI) и уменьшение SUV. Подобная динамика наблюдается при использовании 9 и 12 подмножеств, однако она менее выражена. Зависимость SUV от количества итераций аппроксимирована полиномом второй степени.

Изменение количества итераций позволяет более «плавно» изменять параметры изображения и минимизировать шум с сохранением максимальной информативности для врача.

Коэффициент аппроксимации сравнительно небольшой, однако стоит помнить, что данные измерения выполнены на основе исследования реального пациента, а не на фантоме, который идеализирован отсутствием большого количества «фоновых накоплений», которые могут быть обусловлены особенностями биохимических процессов и не являться патологией.

Полученные результаты целесообразно использовать для формирования диагностического протокола для исследования лимфомы на ПЭТ/КТ. На основании оценки качественных и количественных данных можно сделать следующие выводы:

– количество подмножеств целесообразно увеличивать в интервале от 4 до 36 для подавления высокой контрастности шумов. Наиболее информативные изображения в данном случае получены с использованием 9,12,24 подмножеств.

– использование возможности изменять количество итераций позволяет плавно воздействовать на контраст изображения, увеличивать SUV и уменьшать ROI.

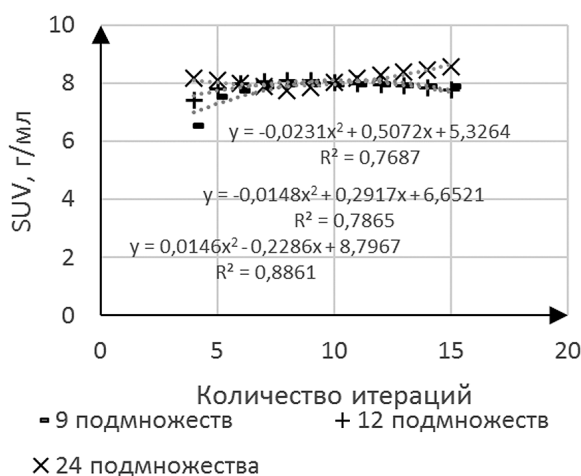


Рисунок 5 – Зависимость SUV от количества итераций

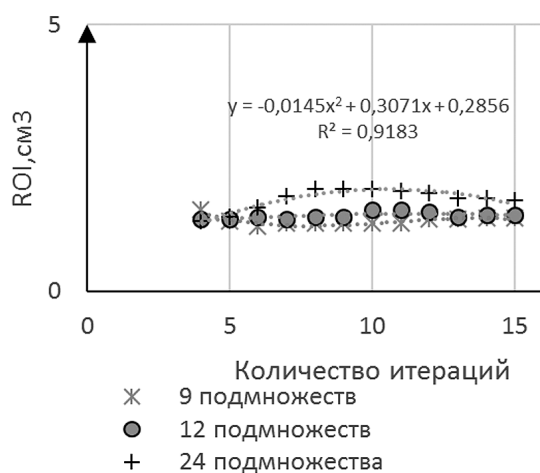


Рисунок 6 – Зависимость ROI от количества итераций

ЛИТЕРАТУРА

1. Cherry, S. R. PET: Physics, Instrumentation, and Scanners / S. R. Cherry, M. Dahlbom // PET: Molecular Imaging and Its Biological Applications / Ed.: M.E. Phelps. – New-York: Springer-Verlag, 2004.
2. Alessio, A., Kinahan, P., Lewellen, T. “Improved Quantitation for PET/CT Image Reconstruction with System Modeling and Anatomical Priors,” SPIE Med Imaging. – San Diego, 2005.
3. Comtat, C. Kinahan, P. E., Fessler, J. A., Beyer, T., Townsend, D. W., Defrise, M., Michel, C. Clinically feasible reconstruction of 3D whole-body PET/CT data using blurred anatomical labels // Phys. Med. Biol. – 2002. – Vol. 47. – P. 1–20.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ ПО ЯДЕРНОЙ МЕДИЦИНЕ МЕЖДУНАРОДНОГО АГЕНТСТВА ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ INFORMATION RESOURCES ON NUCLEAR MEDICINE OF INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY

В. А. Иванюкович, Е. А. Николаенко
U. Ivaniukovich, E. Nikalaenka

Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова,
г. Минск, Республика Беларусь
u.ivaniukovich@gmail.com
Belarusian State University, ISEI, Minsk, Republic of Belarus

Описаны основные информационные ресурсы по ядерной медицине, предоставляемые МАГАТЭ – библиографическая информационная система ИНИС и Кампус по охране здоровья человека. Особое внимание уделено интенсивно развивающейся базе данных NUMDAB.

The main information resources on nuclear medicine, provided by IAEA, are described. These are bibliographic information system INIS and Human Health Campus. The intensively developing NUMDAB database is described in details.

Ключевые слова: информационные ресурсы, МАГАТЭ, ядерная медицина, публикации, ИНИС, базы данных, медицинские учреждения, медицинские физики, здоровье человека.

Keywords: information resources, IAEA, nuclear medicine, publications, INIS, databases, medical establishments, medical physicists, human health.

В 2018 г. в Беларуси состоялся первый выпуск по специальности «Медицинская физика». Прделана большая работа по созданию специальности, составлению учебно-методических документов, организации учебного