

ЯДЕРНАЯ МЕДИЦИНА

MOLECULAR IMAGING

ОЦЕНКА РАСПРОСТРАНЕННОСТИ ИНФЕКЦИОННОГО ПРОЦЕССА ПРИ ПОДОЗРЕНИИ НА ИНФЕКЦИОННЫЙ ЭНДОКАРДИТ ПРОТЕЗИРОВАННОГО КЛАПАНА ПО ДАННЫМ ПЭТ/КТ

И. П. Асланиди, Д. М. Пурсанова, О. В. Мухортова,
И. В. Шурупова, Т. А. Катунина, И. В. Екаева

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии имени А. Н. Бакулева» Минздрава России, Москва, Россия

Диагностика инфекционного эндокардита протезированного клапана (ИЭ ПК) крайне сложна и представляет собой актуальную проблему современной клинической медицины. При постановке диагноза важным является определение распространенности инфекционного процесса — диагностика септических эмболов и других очагов инфекции. Раннее и точное обнаружение таких осложнений играет ключевую роль в определении тактики лечения и прогнозе.

PET/CT IN THE DIAGNOSIS OF EXTRACARDIAC FOCI OF INFLAMMATION IN PATIENTS WITH SUSPECTED PROSTHETIC VALVE INFECTIVE ENDOCARDITIS

Irakliy P. Aslanidis, Diana M. Pursanova, Olga V. Mukhortova,
Irina V. Shurupova, Tatyana A. Katunina, Irina V. Ekaeva

FSBI «A. N. Bakulev Scientific Center for Cardiovascular Surgery» of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia

Diagnosis of prosthetic valve infective endocarditis (PV IE) is complex and is an actual issue in modern clinical medicine. The diagnosis of extracardiac foci of infection and inflammation is crucial in patients with suspected PV IE. Early and accurate detection of such complications plays a key role in determining treatment tactics and prognosis.

Цель исследования: изучить возможности ПЭТ/КТ с ^{18}F -фтордезоксиглюкозой в оценке распространенности инфекционного процесса у больных с подозрением на ИЭ ПК.

Материалы и методы. В проспективный анализ включены результаты ПЭТ/КТ, выполненной 50 больным с лихорадкой неясного генеза в различные сроки (медиана 31 месяц) после протезирования клапанов сердца. Исследования проведены на ПЭТ/КТ сканнере (Biograph-64, Siemens) через 90 минут после внутривенного введения ^{18}F -ФДГ (175–200 МБк). Подготовка включала двое суток строгой безуглеводной диеты и 15–18 часов голодания. Окончательный диагноз поставлен на основании клинических (в том числе наблюдения в течение 6 месяцев после ПЭТ/КТ), лабораторно-инструментальных, а также интраоперационных ($n=35$) данных: подтвержден у 34 и исключен у 16 больных.

Результаты. Результаты ПЭТ/КТ позволили корректно диагностировать инфекционный процесс в зоне ПК 91% (32/34) и исключить его наличие у 69% (11/16) больных. У 14% (7/50) получены ложные результаты — ложноположительные ($n=5$) и ложноотрицательные ($n=2$). У 52% (26/50) пациентов анализируемой группы выполнение ПЭТ/КТ в режиме «все тело» позволило не только оценить зону интереса (ПК), но и выявить ранее неизвестные очаги воспаления другой локализации. Всего диагностировано 34 очагов воспаления вне зоны ПК: по ходу сосудистых протезов ($n=9$), в паренхиме легких и по плевре ($n=6$), в грудине ($n=5$), в других различных отделах средостения ($n=5$), другой локализации ($n=9$). Среди пациентов с исключенным впоследствии ИЭ ПК ($n=16$) выполнение ПЭТ/КТ позволило установить возможную причину повышения температуры тела у 6/16 (38%) больных. Кроме того, выполнение ПЭТ/КТ в режиме «все тело» у 1/50 (2%) больного при получении истинно положительного результата для зоны ПК позволило одновременно диагностировать не

выявленное ранее злокачественное образование ануса, которое впоследствии было верифицировано.

Заключение. Полученные результаты свидетельствуют о высокой информативности ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФДГ в оценке распространенности инфекционного процесса при подозрении на ИЭ ПК. Выполнение обследования в режиме «все тело» позволяет одновременно диагностировать ранее неизвестные очаги воспаления экстракардиальной локализации, а также неопластические процессы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Муратов Р.М., Бабенко С.И. *Рекомендации по профилактике и лечению инфекционного эндокардита*. ННПЦССХ имени А.Н.Бакулева. М., 2018. 32 с. [Muratov R.M., Babenko S.I. *Recommendations on prevention and treatment of infective endocarditis*. A.N.Bakulev NSPCCVS. Moscow, 2018, 32 p. (In Russ.).]
2. Habib G., Lancellotti P., Antunes M.J., Bongiorni M.G., Casalta J.P., Del Zotti F. et al. ESC Scientific Document Group. 2015. ESC Guidelines for the management of infective endocarditis: The Task Force for the Management of Infective Endocarditis of the European Society of Cardiology (ESC). Endorsed by: European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS), the European Association of Nuclear Medicine (EANM) // *Eur. Heart J.* 2015. Vol. 36. P. 3075–3128. doi: 10.1093/eurheartj/ehv319.
3. Orvin K., Goldber E., Bernstine H., Groshar D., Sagie A., Kornowski R. et al. The role of FDG-PET/CT imaging in early detection of extracardiac complications of infective endocarditis // *Clin. Microbiol. Infect.* 2015. Vol. 21. P. 69–76 (In Russ.). doi: 10.1016/j.cmi.2014.08.012.
4. Mikail N., Benali K., Mahida B. et al. ^{18}F -FDG-PET/CT Imaging to diagnose septic emboli and mycotic aneurysms in patients with endocarditis and cardiac device infections // *Curr. Cardiol. Rep.* 2018. Vol. 20. P. 14.

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 01.02.2021 г.

Контакт/Contact: Пурсанова Диана Маноловна, dipoursanidou@gmail.com

Сведения об авторах:

Асланиди Ираклий Павлович — доктор медицинских наук, профессор, руководитель отдела ядерной диагностики федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н.Бакулева» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 121552, Москва, Рублевское шоссе, д. 135; e-mail: petom@mail.ru;

Пурсанова Диана Маноловна — кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отдела ядерной диагностики федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н.Бакулева» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 121552, Москва, Рублевское шоссе, д. 135; e-mail: petom@mail.ru;

Мухортова Ольга Валентиновна — доктор медицинских наук, старший научный сотрудник отдела ядерной диагностики федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н.Бакулева» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 121552, Москва, Рублевское шоссе, д. 135; e-mail: petom@mail.ru;

Шурупова Ирина Владимировна — доктор медицинских наук, старший научный сотрудник отдела ядерной диагностики федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н.Бакулева» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 121552, Москва, Рублевское шоссе, д. 135; e-mail: petom@mail.ru;

Катунина Татьяна Анатольевна — научный сотрудник лаборатории радиохимии отдела ядерной диагностики федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н.Бакулева» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 121552, Москва, Рублевское шоссе, д. 135; e-mail: petom@mail.ru;

Екаева Ирина Викторовна — кандидат химических наук, заведующий лабораторией радиохимии отдела ядерной диагностики федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н.Бакулева» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 121552, Москва, Рублевское шоссе, д. 135; e-mail: petom@mail.ru.

ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПЭТ-КТ С ¹⁸F-NAF В ВЫЯВЛЕНИИ МЕТАСТАТИЧЕСКОГО ПОРАЖЕНИЯ КОСТЕЙ СКЕЛЕТА (ПЕРВЫЙ ОПЫТ)

А. С. Зотова, Н. Г. Афанасьева, Д. А. Важенина

ГБУЗ «Челябинский областной клинический центр онкологии и ядерной медицины», Челябинск, Россия

Проанализирован первый опыт применения метода ПЭТ-КТ с ¹⁸F-NAF в диагностике метастатического поражения костной системы. Результаты указывают о том, что данный метод позволяет определить природу изменений, при наличии метастатического поражения — оценить распространенность и динамику.

DIAGNOSTIC CAPABILITIES OF PET-CT WITH ¹⁸F-NAF IN DETECTING METASTATIC LESIONS OF SKELETAL BONES (FIRST EXPERIENCE)

Anna S. Zotova, Nadezhda G. Afanasyeva, Darya A. Vazhenina
FSBI «Chelyabinsk Regional Clinical Center of Oncology and Nuclear Medicine», Chelyabinsk, Russia

We analyze the first experience of using the PET-CT method with ¹⁸F-NAF in the diagnosis of metastatic bone damage. The results indicate that this method allows to determine the nature of changes, and metastatic lesions to assess the prevalence and, the dynamics.

Цель исследования: определить возможности метода ПЭТ-КТ с ¹⁸F-NAF в диагностике метастатического поражения костной системы.

Материалы и методы. Проанализированы результаты 277 ПЭТ-КТ исследований у 272 пациентов: дообследованы при выявленном злокачественном образовании (ЗНО) — у 167 пациентов; уточнения наличия метастатического поражения костей — у 105 пациентов. Всем была проведена совмещенная ПЭТ-КТ с ¹⁸F-NAF.

Результаты. Преобладали пациенты с ЗНО предстательной (109) и молочной (85) желез; на втором месте пациенты с ЗНО легкого (11) и подозрением на метастатическое поражение костей скелета без выявленного первичного очага (10), с иными локализациями — 57. При ПЭТ-КТ обследовании с ¹⁸F-NAF признаки метастатического поражения костной системы были выявлены у 81 пациента; из них у 47 — имело место множественное поражение костей скелета, у 13 — были выявлены солитарные метастатические очаги, у 12 — единичные очаги, у 9 — субтотальное поражение костной системы. У 170 пациентов ПЭТ-КТ признаков метастатического поражения костной системы выявлено не было. У 21 пациента был сомнительный результат, в связи с чем было рекомендовано ПЭТ-КТ в динамике через 3–4 месяца. У 2 из пациентов, чьи результаты были сомнительны и прошедших ПЭТ-КТ исследование в динамике, метастатическое поражение костной системы было опровергнуто. Еще 3 пациента, которым было проведено по 2 исследования, были направлены на повторное исследование с целью оценки динамики проводимого лечения; у 2 пациентов имело место прогрессирование процесса за счет появления новых очагов, у 1 — положительная динамика за счет снижения уровня гиперфиксации ¹⁸F-NAF и уменьшения размеров очагов. У пациентов с подозрением на метастатическое поражение костей скелета без выявленного первичного очага указанная патология была опровергнута в 7 случаях, подтверждена — в 1 случае; в 1 случае было высказано предположение о дисгормональном характере изменений в проекции костной системы и рекомендовано динамическое наблюдение, в 1 случае имел место дифференциальный диагноз метастатического поражения и mielomной болезни.

Заключение. Исходя из полученных результатов, с целью дифференциальной диагностики изменений в проекции костной системы для

исключения/подтверждения наличия метастатического поражения у пациентов с выявленной онкологической патологией, а также с подозрением на метастатическое поражение костей скелета без выявленного первичного очага, рекомендуется выполнять ПЭТ-КТ с радиофармпрепаратом ¹⁸F-NAF, позволяющее, в большинстве случаев, определить природу изменений в проекции костей скелета, а при наличии метастатического поражения — оценить распространенность процесса и, в дальнейшем, динамику на фоне проводимой терапии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Садуакасова А.Б., Калабаева М.К. Сравнительный анализ радиофармпрепаратов для радионуклидной диагностики костных метастазов рака молочной железы и рака простаты: ^{99m}Tc-метил дифосфонат при остеосцинтиграфии и ¹⁸F-натрия фторид при ПЭТ/КТ-исследовании // *Лучевая диагностика и терапия*. 2017. № 3 (8). С. 85. [Saduakassova A.B., Kalabaeva M.K. Comparative analysis of radiopharmaceuticals for radioisotope diagnostics of bone metastases of breast cancer and prostate cancer: ^{99m}Tc-methyl diphosphonate in osteoscintigraphy and ¹⁸F-sodium fluoride in PET / CT examination. *Radiation diagnostics and therapy*, 2017, No. 3 (8), pp. 85 (In Russ.)].
2. Кодина Г.Е., Малышева А.О., Клементьева О.Е. Остеотропные радиофармацевтические препараты в технологиях российской ядерной медицины // *Известия Академии наук. Серия химическая*. 2016. № 2. С. 350–362. [Kodina G.E., Malysheva A.O., Klementyeva O.E. Osteotropic radiopharmaceuticals in the technologies of Russian nuclear medicine. *News of the Academy of Sciences. Chemical series*, 2016, No. 2, pp. 350–362 (In Russ.)].
3. Beheshti M., Rezaee A., Geinitz H. et al. Evaluation of Prostate Cancer Bone Metastases with ¹⁸F-NAF and ¹⁸F-Fluorocholine PET/CT // *J. Nucl. Med.* 2016. Oct. 57 (Suppl. 3). P. 55–60.
4. Langsteiger W., Rezaee A., Pirich C. et al. ¹⁸F-NAF-PET/CT and ^{99m}Tc-MDP Bone Scintigraphy in the Detection of Bone Metastases in Prostate Cancer // *Semin. Nucl. Med.* 2016. Nov. Vol. 46, No. 6. P. 491–501.

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 22.01.2021 г.

Контакт/Contact: Зотова Анна Сергеевна, golden_fish79@mail.ru

Сведения об авторах:

Зотова Анна Сергеевна — кандидат медицинских наук, врач высшей квалификационной категории, врач-радиолог отделения радионуклидной диагностики государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Челябинский областной клинический центр онкологии и ядерной медицины»; Челябинск, ул. Блюхера, д. 42; e-mail: onco74@chelonco.ru;

Афанасьева Надежда Геннадьевна — кандидат медицинских наук, врач высшей квалификационной категории, заведующая отделением радионуклидной диагностики государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Челябинский областной клинический центр онкологии и ядерной медицины»; Челябинск, ул. Блюхера, д. 42; e-mail: onco74@chelonco.ru;

Важенина Дарья Андреевна — доктор медицинских наук, доцент, врач высшей квалификационной категории, врач-радиолог отделения радионуклидной диагностики государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Челябинский областной клинический центр онкологии и ядерной медицины»; Челябинск, ул. Блюхера, д. 42; e-mail: onco74@chelonco.ru.

Открыта подписка на 2-е полугодие 2021 года.

Подписные индексы:

ООО «Агентство „Книга-Сервис“» **Е42177**

МЕТОДЫ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ РАДИОНУКЛИДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Е. Д. Котина, Е. Б. Леонова, В. А. Плоских

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», Санкт-Петербург, Россия

Цифровая обработка данных радионуклидных исследований является важным этапом получения качественной и количественной диагностической информации, позволяет из большого количества данных получать значимые параметры и оценки. В настоящее время, когда развивается тенденция, направленная на полную автоматизацию процесса исследования, развитие и совершенствование методов цифровой обработки и анализа данных остается актуальной задачей.

DIGITAL PROCESSING METHODS OF RADIONUCLIDE STUDIES

Elena D. Kotina, Ekaterina B. Leonova, Viktor A. Ploskikh
FSBEI HE «St. Petersburg State University», St. Petersburg, Russia

Digital data processing of radionuclide studies is an important step in obtaining qualitative and quantitative diagnostic information, which allows us to obtain significant parameters and estimates from a large amount of data. At the present time, when there is a trend toward complete automation of data processing, the development and improvement of methods of digital data processing and analysis remains a challenging problem.

Цель исследования: разработка и апробация методов обработки радионуклидных исследований.

Материалы и методы. Для обработки радионуклидных исследований разрабатываются и совершенствуются методы, основанные на математическом моделировании [1–2], оптимизации [3], построении поля скоростей для последовательностей изображений [4–5], морфологическом анализе и методах визуализации данных.

Результаты. Разработан и развивается программный комплекс обработки радионуклидных исследований, проводимых с использованием гамма-камер и однофотонных эмиссионных компьютерных томографов (ОФЭКТ).

Заключение. Предложенные методы могут использоваться для обработки динамических, томографических и синхронизированных с ЭКГ радионуклидных исследований. Рассмотрены примеры обработки данных с использованием разработанных методов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

- Kotina E.D., Babin A.V., Bazhanov P.V., Ovsyannikov D.A., Ploskikh V.A., Shirokolobov A.Yu. *Mathematical and Computer Methods of Data Processing in Nuclear Medicine Studies*. Proceedings of RuPAC2016, 2017. P. 480–482.
- Ploskikh V., Kotina E. Quantitative analysis of gated myocardial perfusion SPECT // *Cybernetics and physics*. 2018. Vol. 7, No. 4. P. 220–227.
- Bazhanov P., Kotina E., Ovsyannikov D., Ploskikh V. Optimization algorithm of the velocity field determining in image processing // *Cybernetics and Physics*. 2018. Vol. 7, Issue 4. P. 174–181.
- Kotina E.D., Ovsyannikov D.A. Velocity field based method for data processing in radionuclide studies // *Problems of Atomic Science and Technology*. 2018. Vol. 115, No. 3. P. 128–131.
- Котина Е.Д., Леонова Е.Б., Плоских В.А. Обработка радионуклидных изображений с использованием дискретных систем // *Вестник Санкт-Петербургского университета. Прикладная математика. Информатика. Процессы управления*. 2019. Т. 15. Вып. 4. С. 543–553. [Kotina E.D., Leonova E.B., Ploskikh V.A. Radionuclide images processing with the use of discrete systems. *Vestnik of Saint Petersburg University. Applied Mathematics. Computer Science. Control Processes*, 2019, Vol. 15, iss. 4, pp. 544–554 (In Russ.).]

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 01.02.2021 г.

Контакт/Contact: *Котина Елена Дмитриевна, e.kotina@spbu.ru*

Сведения об авторах:

Котина Елена Дмитриевна — доктор физико-математических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»; 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., 7–9, spbu@spbu.ru;

Леонова Екатерина Борисовна — аспирант, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»; 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., 7–9, spbu@spbu.ru;

Плоских Виктор Александрович — кандидат физ. мат. наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»; 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., 7–9, spbu@spbu.ru.

МЕТОД КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПЭТ/КТ-ИССЛЕДОВАНИЙ С ПОМОЩЬЮ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ ДИАГНОСТИЧЕСКОГО ПЭТ-ИЗОБРАЖЕНИЯ

А. В. Петрякова, Л. А. Чунца

СПб ГБУЗ «Городская больница № 40», Санкт-Петербург, Россия
ФБУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени проф. П. В. Рамзаева» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия

ФГБУ «Российский научный центр радиологии и хирургических технологий имени акад. А. М. Гранова», Санкт-Петербург, Россия
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», Санкт-Петербург, Россия

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

Одним из путей получения точных, сопоставимых и воспроизводимых результатов в позитронной эмиссионной томографии (ПЭТ) и вместе с тем достижения высокой диагностической эффективности является проведение процедур контроля качества, основанных на оценке количественных параметров качества ПЭТ-изображения. В работе представлен сравнительный анализ количественных параметров диагностических ПЭТ-изображений пациентов для контроля качества ПЭТ-изображений, полученных в разных ПЭТ-отделениях.

QUALITY CONTROL METHOD OF PET/CT EXAMINATIONS USING DIAGNOSTIC PET IMAGE QUANTITATIVE PARAMETERS

Anastasiia V. Petryakova, Larisa A. Chipiga

SPb SBHI «The City Hospital No. 40», St. Petersburg, Russia
FSAEI HE «Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University», St. Petersburg, Russia

FSBI «National Almazov Medical Research Centre» of the Ministry of Health of the Russian Federation, St. Petersburg, Russia
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia

FBIS «St. Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene named after professor P. V. Ramzaev», St. Petersburg, Russia

One of the options to get accurate, comparable, and repeatable results of positron emission tomography (PET) with high diagnostic efficiency is the image quality control based on quantitative analysis. The study aimed at the analysis of diagnostic PET image quantitative parameters for image quality control from different PET departments.

Цель исследования: определить параметры, применимые для оценки качества диагностических ПЭТ-изображений пациентов, полученных в разных ПЭТ-отделениях [1].

Материалы и методы. В работе была выполнена оценка ПЭТ-изображений, полученных на 11 ПЭТ/КТ-аппаратах разных моделей, расположенных в 8 различных ПЭТ-отделениях. На каждом из аппаратов случайным образом было получено по 15 серий изображений пациентов, прошедших ПЭТ/КТ-исследование всего тела с ^{18}F -ФДГ. Для всех ПЭТ-изображений были определены и проанализированы количественные параметры: шум изображения, отношение сигнал-шум (SNR) и отношение контраст-шум (CNR) [2]. Шум изображения был определен как стандартное отклонение значений накопленной объемной активности в области интереса, выбранной на аксиальном срезе печени. SNR был определен как отношение объемной активности в области интереса в зоне печени к шуму в данной области. CNR был определен как отношение абсолютной величины разности значений объемной активности в областях интереса для трех конфигураций: пул крови-печень, печень-пул крови и жировая ткань-печень к шуму изображения, определенному соответствующим конфигурации в области интереса в зоне: печени или пула крови (аорта). Сравнение параметров между всеми моделями ПЭТ/КТ-аппаратов было проведено методами непараметрической статистики: тест Краскела-Уоллиса с последующим парным сравнением тестом Манна-Уитни. Различия считались достоверно значимыми при уровне значимости $p < 0,05$. Также был проведен корреляционный анализ для выбранных параметров изображения и оценки их зависимости от антропометрических харак-

Открыта подписка на 2-е полугодие 2021 года.

Подписные индексы:

ООО «Агентство „Книга-Сервис“» **E42177**

теристик пациентов (ИМТ, масса тела) и вводимой активности. Корреляционный анализ проводился с использованием коэффициента ранговой корреляции Спирмена. Корреляция считалась слабой при коэффициенте корреляции $r < 0,3$.

Результаты. Сравнение между аппаратами показало достоверные различия по всем исследуемым параметрам для одного из аппаратов ($p < 0,05$). Для данного аппарата шум изображения достоверно ниже, что приводит к достоверно высоким значениям параметров SNR и CNR. Это, в первую очередь, обусловлено тем, что шум изображения зависит от применяемых методов реконструкции и коррекции изображения. Корреляционный анализ продемонстрировал отсутствие зависимостей ($r < 0,3$) между параметром CNR в конфигурациях печень-пул крови и пул крови-печень и антропометрическими характеристиками пациентов и вводимой активностью. Исследование корреляций между параметрами показало корреляцию между всеми параметрами изображения.

Заключение. Полученные достоверные различия между аппаратами демонстрируют возможность использования выбранных количественных параметров (шум изображения, SNR, CNR) для проведения процедур контроля качества. Результаты корреляционного анализа указывают на взаимозаменяемость параметров, однако отсутствие зависимости CNR в конфигурациях печень-пул крови и пул крови-печень от антропометрических характеристик пациента и введенной активности говорит о предпочтительности использования параметра CNR в данных конфигурациях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Чипига Л.А., Водоватов А.В., Катаева Г.В. и др. Современные подходы к обеспечению качества диагностики в позитронно-эмиссионной томографии // *Медицинская физика*. 2019. 82, № 2. С. 78–92. [Chipiga L.A., Vodovatov A.V., Kataeva G.V. et al. Proposals of quality assurance in positron emission tomography in Russia. *Medical Physics*. 2019, No. 82 (2), pp. 78–92 (In Russ.).]
2. Петрякова А.В., Чипига Л.А., Иванова А.А. и др. Сравнение методов оценки качества ПЭТ-изображения // *Медицинская физика*. 2020. Т. 88, № 4. С. 62–73. [Petryakova A.V., Chipiga L.A., Ivanova A.A. et al. Comparison of image quality control methods in positron emission tomography. *Medical Physics*, 2020, No. 88 (4), pp. 62–73 (In Russ.).]

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 25.01.2021 г.

Контакт/Contact: *Петрякова Анастасия Валерьевна, nastya.petryakova@gmail.com*

Сведения об авторах:

Петрякова Анастасия Валерьевна — студент федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»; 195251, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29; e-mail: office@spbstu.ru; дозиметрист группы радиационной безопасности отделения лучевой диагностики Санкт-Петербургского государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Городская больница № 40»; 197706, Санкт-Петербург, Сестрорецк, ул. Борисова, д. 9; e-mail: b40@zdrav.spb.ru;

Чипига Лариса Александровна — кандидат технических наук, научный сотрудник федерального бюджетного учреждения науки «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены им. проф. П.В.Рамзаева» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека; 197101, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8; e-mail: irh@niirg.ru; федеральное государственное бюджетное учреждение «Российский научный центр радиологии и хирургических технологий им. акад. А.М.Гранова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197758, Санкт-Петербург, пос. Песочный, ул. Ленинградская, д. 70; e-mail: info@rctsr.ru; доцент федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А.Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 197341, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, д. 2; e-mail: fmrcc@almazovcentre.ru.

ВЫЯВЛЕНИЕ АДЕНОМ ПАРАЩИТОВИДНЫХ ЖЕЛЕЗ В РАМКАХ ЕДИНОГО ДИАГНОСТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА С ПРИМЕНЕНИЕМ УЗИ И ОФЭКТ/КТ

Д. А. Сапогов, В. В. Ипатов, И. В. Бойков

ГБУЗ «Калининградская областная клиническая больница»,
Калининград, Россия

ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова»
Минобороны России, Санкт-Петербург, Россия

УЗИ является методом первичной диагностики аденом паращитовидной железы, в то время как ОФЭКТ/КТ с ^{99m}Tc -МИБИ позволяет определить их точную анатомическую локализацию, поэтому представляет интерес применение этих методов в рамках единого диагностического комплекса.

DETERMINATION OF PARATHYREOID GLAND ANENOMAS USING SONOGRAPHY AND SPECT/CT DIAGNOSTICAL COMBINATION

Dmitry A. Sapogov, Victor V. Ipatov, Igor V. Boikov

SBNI «Kaliningrad Regional Clinical Hospital», Kaliningrad, Russia
FSBMEI HE «S. M. Kirov Military Medical Academy» of the Ministry
of Defence of the Russian Federation, St. Petersburg, Russia

Ultrasonography is primary imaging modality for diagnosis of parathyroid adenomas and SPECT/CT with ^{99m}Tc -MIBI allows depiction of their accurate anatomical localization, so it looks profitable to use these modalities in concomitant diagnostic complex application.

Цель исследования: представить возможности единого диагностического комплекса с применением УЗИ и ОФЭКТ/КТ с технетрилом в выявлении аденом паращитовидных желез

Материалы и методы. Обследованы 27 пациентов с подозрением на аденому паращитовидных желез. Показаниями к проведению исследований являлось: повышение уровня паратгормона в периферической крови выше референтных значений, гиперкальциемия и жалобы на боли в костях. Всем пациентам проводилось УЗИ щитовидной и паращитовидных желез для определения топологии узловых образований, затем — исследование с внутривенным введением РФП — МИБИ (технетрилом) на предмет диагностики аденом паращитовидных желез по стандартной методике с записью скинтиграмм через 20 мин и через 2 часа после введения (на тиреоидных и паращитовидных фазах исследования) и проведением совмещенного ОФЭКТ/КТ исследования области шеи и верхнего средостения. При выявлении узловых образований в щитовидной железе пациентам проводилось ее дополнительное обследование с Tc^{99m} -пертехнетатом на следующий день для дифференциальной диагностики между функционирующими и нефункционирующими узлами.

Результаты. Выделены три группы пациентов:

1. По данным УЗИ у 19 пациентов из общего числа обследованных определялись узловые образования как в щитовидной железе, так и у нижних ее полюсов (проекция нижних паращитовидных желез).

2. У 6 пациентов в щитовидной железе узловых образований не определялось, но выявлялись узловые образования у нижних полюсов долей щитовидной железы, у 5 из которых были выявлены аденомы, которые характеризовались как гипозоногенные округлой формы образования, размерами до 25 мм в диаметре, со смешанным типом васкуляризации (по УЗИ), плотностью от 20 до 60 HU (по КТ) и гиперметаболизмом РФП по скинтиграммам и ОФЭКТ. У одного пациента образование у нижнего полюса правой доли щитовидной железы оказалось функционирующим узлом нижнего полюса правой доли самой щитовидной железы, которое характеризовалось «отшнурованным» изоэзоногенным узловым образованием, с перинодулярной васкуляризацией, который накапливал туморотропный РФП на тиреоидной фазе исследования (как и ткань щитовидной железы), но «вымывал» РФП на паратиреоидной фазе. При дополнительном исследовании щитовидной железы с Tc -пертехнетатом на следующий день был выявлен функционирующий узел.

3. У двух пациентов узловых образований в щитовидной железе и проекции паращитовидных желез не определялось, но в последствии были выявлены aberrантные аденомы паращитовидных желез (в проекции ярменной вырезки слева и справа), которые характеризовались как округлые образования, мягкотканной плотности с гиперметаболизмом туморотропного радиофармпрепарата.

Открыта подписка на 2-е полугодие 2021 года.

Подписные индексы:

ООО «Агентство „Книга-Сервис“» **Е42177**

Заключение. В рамках единого диагностического комплекса совместное применение УЗИ и ОФЭКТ/КТ с технетрилом дает возможность максимально полно охарактеризовать изменения со стороны парашитовидных желез и определить наличие признаков, характерных для наличия аденомы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Слепцова Е.А., Гончар А.А. Ультразвуковое исследование с использованием балльной шкалы в дифференциальной диагностике аденомы и гиперплазии парашитовидной железы // *Дальневосточный медицинский журнал*. 2015. № 1. С. 33–36. [Sleptsova E.A., Gonchar A.A. Ultrasound examination using a point scale in the differential diagnosis of adenoma and parathyroid hyperplasia. *Far Eastern Medical Journal*, 2015, No. 1, pp. 33–36 (In Russ.).]
2. Ермолаева Т.И., Степанов Е.А., Бурцев А.К. Однофотонная эмиссионная компьютерная томография, совмещенная с компьютерной томографией в диагностике аденомы парашитовидной железы // *Здравоохранение Чувашии*. 2017. № 4. С. 31–37. [Ermolaeva T.I., Stepanov E.A., Burtsev A.K. Single-photon emission computed tomography combined with computed tomography in the diagnosis of parathyroid adenoma. *Healthcare of Chuvashia*, 2017, No. 4, pp. 31–37 (In Russ.).]
3. Touska P. et al. SPECT/CT-guided ultrasound for parathyroid adenoma localization: a 1-stop approach // *J. Nucl. Med. Technol.* 2019. Vol. 47 (1). P. 64–69.
4. Tawfik A.I., Kamr W.H., Mahmoud W. et al. Added value of ultrasonography and Tc-99m MIBI SPECT/CT combined protocol in preoperative evaluation of parathyroid adenoma // *Eur. J Radiol Open*. 2019. Vol. 6. P. 336–342.

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 30.01.2021 г.

Контакт/Contact: *Ипатов Виктор Владимирович, rgsda@mail.ru*

Сведения об авторах:

Сапогов Дмитрий Александрович — врач-радиолог отделения радионуклидной диагностики государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Калининградская областная клиническая больница»; 236016, Калининград, ул. Клиническая, д. 74; e-mail: info@kokb.ru;

Ипатов Виктор Владимирович — доцент кафедры рентгенологии и радиологии с курсом ультразвуковой диагностики федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия им. С.М.Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; *Бойков Игорь Валерьевич* — заместитель начальника кафедры рентгенологии и радиологии с курсом ультразвуковой диагностики федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия им. С.М.Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6.

СТАБИЛЬНОСТЬ УРОВНЯ ЗАХВАТА ¹¹C-МЕТИОНИНА В НОВООБРАЗОВАНИЯХ ГОЛОВНОГО МОЗГА НА ПОЗДНЕЙ ФАЗЕ НАКОПЛЕНИЯ

Т. Ю. Скворцова

ФГБУН «Институт мозга человека имени Н.П. Бехтеревой»
Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия

Проведен ретроспективный анализ ПЭТ/КТ изображений 66 взрослых больных с объемными образованиями головного мозга. Произведена оценка стабильности различных характеристик — уровней и индексов накопления ¹¹C-метионина — на нескольких временных интервалах после введения радиофармпрепарата. Рассмотрены возможности уменьшения времени сканирования и принципы выбора оптимального интервала.

STABILITY OF ¹¹C-METHIONINE UPTAKE LEVEL IN BRAIN NEOPLASMS ON THE LATE PHASE OF ACCUMULATION

Tatyana Yu. Skvortsova

FSBIS «N.P. Bechtereva Institute of the Human Brain» RAS,
St. Petersburg, Russia

The study included a retrospective analysis of 66 adult patient PET/CT images with brain neoplasms. The stability of levels and ratios of ¹¹C-methio-

nine uptake was assessed at four time intervals postinjection. The possibilities of decreasing the scanning time and the principles of choosing the optimal interval are considered.

Цель исследования: работа посвящена изучению характеристик накопления ¹¹C-метионина в новообразованиях головного мозга человека на различных временных интервалах после введения РФП с целью поиска возможностей по уменьшению необходимого времени сканирования пациентов относительно рекомендаций Европейского Общества Ядерной Медицины.

Материалы и методы. Пациенты были разделены на группы по уровню накопления РФП и степени злокачественности образования. Сканирование проводилось на ПЭТ/КТ-аппарате «GE Discovery 710». Введенная доза ¹¹C-метионина составила 5,0–8,1 мКи. Сбор динамических данных продолжался 40 минут. Были реконструированы интервалы: 10–20, 20–30 и 30–40 минуты после введения РФП; интервал 10–30 минуты, использовался как референсный. Измерены уровни нормального накопления (SUVbw) ¹¹C-метионина в коре — в обширной области серповидной формы, а также в внутри окружности диаметром 10 мм. В новообразованиях оценивались максимальные значения SUV, а также усредненные значения в трех областях интереса: обрисованных по порогу 1,3 и 1,5 от уровня в здоровой коре, и в наиболее «горячей» 10-мм области. Рассчитаны пять индексов накопления (ИН) — соотношений уровней захвата в образованиях и здоровой ткани. Статистическая обработка включала дисперсионный анализ с повторными измерениями и непараметрические оценки. Ошибка множественной проверки гипотез контролировалась методом Бонферрони на уровне FWER<0,05.

Результаты. Уровень захвата в здоровой коре монотонно возрастал на всех этапах сканирования. Среди уровней накопления в новообразованиях наибольшей изменчивостью во времени обладал SUVmax (до 56,3%, в среднем 14,5%), а наименьшей — SUV1,5 (до 33,1%, в среднем 5,5%). В доброкачественных образованиях SUVmax и SUV1,3 были значимо выше на последнем этапе накопления по сравнению с референсным интервалом. ИН, рассчитанные на основе уровней накопления в 10мм-областях, чаще снижались, что приводило к достоверным различиям на последнем этапе сканирования по сравнению с референсным интервалом, но только для злокачественных опухолей с высоким показателем метаболизма (средний уровень снижения 9,2%). Остальные ИН чаще проявляли тенденцию к росту величины индекса накопления при доброкачественных образованиях, в то время как злокачественные характеризовались стабильным уровнем индекса, либо снижением. Вариабельность ИНmax, была наибольшей — до 39% при среднем 14,4%.

Заключение. Все измеренные параметры накопления ¹¹C-метионина показали отсутствие достоверных различий относительно референсного интервала при сканировании в период 10–20 и 20–30 мин после введения радиофармпрепарата. Данные интервалы рекомендованы для 10-минутного протокола сканирования. Показатели максимального накопления характеризуются высокой изменчивостью во времени — для их оценки при лонгитюдном исследовании рекомендовано строгое соответствие временных параметров скана. Полученные данные свидетельствуют о гетерогенности динамики накопления метионина в опухолях и указывают на возможные перспективы изучения его кинетических характеристик.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Скворцова Т.Ю., Бродская З.Л., Савинцева Ж.И., Гурчин А.Ф. Современные проблемы мониторинга лечения церебральных глиом и возможности повышения точности диагностики при помощи ПЭТ с [¹¹C]метионином // *Лучевая диагностика и терапия*. 2014. № 2 (5). С. 5–16. [Skvortsova T.Yu., Brodskaya Z.L., Savintseva Zh.I., Gurchin A.F. Modern problems of monitoring the treatment of cerebral gliomas and the possibility of improving the accuracy of diagnosis using PET with [¹¹C] methionine. *Radiation diagnostics and therapy*, 2014, No. 2 (5), pp. 5–16 (In Russ.).]
2. Скворцова Т.Ю., Захс Д.В., Гурчин А.В. ПЭТ с [¹¹C]метионином в диагностике глиальных опухолей головного мозга // *Вестник РОНЦ имени Н.Н. Блохина*. 2016. Т. 27, № 4. С. 61–69. [Skvortsova T.Yu., Zakhs D.V., Gurchin A.V. [¹¹C] methionine PET in the diagnosis of glial brain tumors. *Bulletin of the Russian Oncology Center N.N.Blokhin*, 2016, Vol. 27, No. 4, pp. 61–69 (In Russ.).]

- Moulin-Romsée G., D'Hondt E., de Groot T. et al. Non-invasive grading of brain tumours using dynamic amino acid PET imaging : does it work for (11) C-Methionine? // *Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging*. 2007. Vol. 34. P. 2082–2087.
- Nomura Y., Asano Y., Shinoda J., Yano H., Ikegame Y., Kawasaki T. et al. Characteristics of time-activity curves obtained from dynamic ¹¹C-methionine PET in common primary brain tumors // *J. Neurooncol*. 2018. Vol. 138, No 3. P. 649–658.
- Law I., Albert N.L., Arbizu J. et al. Joint EANM/EANO/RANO practice guidelines/SNMMI procedure standards for imaging of gliomas using PET with radiolabelled amino acids and [¹⁸F]FDG: version 1.0 // *Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging*. 2019. Vol. 46, No 3. P. 540–557.

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 01.02.2021 г.

Контакт/Contact: *Котомин Иван Александрович, Kotomin@ihb.spb.ru*

Сведения об авторе:

Скворцова Татьяна Юрьевна — кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт мозга человека им. Н.П.Бехтерева» Российской академии наук; 197376, Санкт-Петербург, ул. Академика Павлова, д. 9; e-mail: office@ihb.spb.ru.

РЕЗУЛЬТАТЫ РАДИОНУКЛИДНОЙ ТЕРАПИИ ПРЕПАРАТОМ РАДИЯ-223 ПАЦИЕНТОВ С КОСТНЫМИ МЕТАСТАЗАМИ КАСТРАЦИОННО-РЕЗИСТЕНТНОГО РАКА ПРЕДСТАТЕЛЬНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

Т. М. Шарабура, И. М. Топеха, Л. М. Родыгин, Т. Н. Бочкарева
ГБУЗ «Санкт-Петербургский клинический научно-практический центр специализированных видов медицинской помощи (онкологический)» Санкт-Петербург, Россия
ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И. И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

За последние годы произошли существенные изменения в лечении пациентов с кастрационно-резистентным раком предстательной железы. Применение радия-223 позволило не только получить противоболевой эффект, но и продлить жизнь при наличии изолированных костных метастазов. Недостаточно изучена эффективность применения радия-223 в зависимости от выраженности и продолжительности болевого синдрома.

THE RESULTS OF RADIONUCLIDE THERAPY WITH RADIUM-223 MEN WITH BONE METASTASES OF CASTRATION-RESISTANT PROSTATE CANCER

Tatiana M. Sharabura, Irina M. Topexha, Leonid M. Rodygin, Tatiana N. Bochkaeva
SBHI «Saint-Petersburg clinical scientific and practical center for specialized types of medical care (oncological)», St. Petersburg, Russia
FSBEI HE «North-Western State Medical University named after I. I. Mechnikov» of the Ministry of Health of the Russian Federation, St. Petersburg, Russia

In recent years there have been significant changes in treatment men with castration-resistant prostate cancer. Radium-223 has been shown to extend survival in men with symptomatic bone metastases. It is important to evaluate the effectiveness of radium-223 depending on the severity and duration of the bone pain.

Цель исследования: оценить эффективность и токсичность применения радия-223 у пациентов с метастазами кастрационно-резистентного рака предстательной железы (КРРПЖ) с длительным анамнезом.

Материалы и методы. Проанализированы результаты применения в течение 2020 г. в СПбКНПЦСВМП (о) препарата, содержащего радия хлорид [²²³Ra], у 26 пациентов с КРРПЖ. Основанием для назначения радия-223 являлось наличие костных метастазов при отсутствии признаков висцерального поражения. Во всех случаях были диагностированы множественные костные метастазы. Хронический болевой синдром (ХБС), обусловленный костными метастазами, у большинства пациентов был слабый или умеренно выраженный при длительности анамнеза с момента выявления костных метастазов более года. Общий статус по шкале ECOG соответ-

ствовал 0–1 баллам. Препарат, содержащий радия хлорид [²²³Ra], вводился в дозе 55 кБк на кг массы тела раз в 28 дней.

Результаты. 13 пациентов завершили полный курс лечения, включавший 6 введений радия-223. Гематологическая токсичность явилась причиной прекращения радионуклидной терапии (РНТ) у двух пациентов, после 3 и 4 введений соответственно. Во всех других случаях не зафиксировано клинически значимых гематологических реакций. Еще у двух пациентов пришлось завершить введение радия-223 в связи с появлением висцеральных метастазов в одном случае и появлением признаков компрессии спинного мозга — в другом. Два пациента погибли в процессе лечения вследствие обострения сопутствующей патологии, не связанного с РНТ. 7 пациентов продолжают лечение. Эффективность лечения оценивалась по динамике уровня щелочной фосфатазы (ЩФ) и простат-специфического антигена (ПСА), выраженности ХБС. У большинства пациентов, имевших повышенный уровень ЩФ, отмечено снижение данного показателя уже после первого введения радия-223, лишь у одного пациента уровень ЩФ повысился. Среди завершивших РНТ уровень ПСА оставался стабильным у 6 пациентов, у трех пациентов уровень ПСА снизился и еще у четырех — повысился. ХБС регрессировал в процессе РНТ в 38% случаев, в том числе более половины пациентов отказались от противоболевой терапии. У четырех пациентов ХБС отсутствовал до начала РНТ и на протяжении всех 6 месяцев лечения. Не удалось уменьшить боли и отказаться от наркотических анальгетиков у одного пациента с выраженным ХБС.

Заключение. РНТ препаратом, содержащим радия хлорид [²²³Ra], является эффективным и безопасным методом лечения пациентов с костными метастазами КРРПЖ. Вместе с тем большинство пациентов имели длительный анамнез с момента выявления костных метастазов и длительный ХБС, что могло повлиять на выраженность противоболевого эффекта РНТ. Вероятно, оправдано ранее (до появления ХБС) проведение РНТ Ra-223 при костных метастазах КРРПЖ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

- Nilsson S., Cislo P., Sartor O. et al. Patient-reported quality-of-life analysis of radium-223 dichloride from the phase III ALSYMPCA study // *Ann. Oncol*. 2016. Vol. 27. P. 868–874.
- Smith M., Parker C., Saad F. et al. Addition of radium-223 to abiraterone acetate and prednisone or prednisolone in patients with castration-resistant prostate cancer and bone metastases (ERA 223): a randomised, double-blind, placebo-controlled, phase 3 trial // *Lancet Oncol*. 2019. Vol. 20. P. 408–419.
- Janjan N., Lutz S.T., Bedwinek J.M. et al. Therapeutic guidelines for the treatment of bone metastasis: a report from the American College of Radiology Appropriateness Criteria Expert Panel on Radiation Oncology // *J. Palliat. Med*. 2009. Vol. 12. P. 417–426.

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 20.01.2021 г.

Контакт/Contact: *Топеха Ирина Михайловна, tatyana1612@yandex.ru*

Сведения об авторах:

Шарабура Татьяна Михайловна — кандидат медицинских наук, врач-радиотерапевт, заведующий радиотерапевтическим отделением государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Санкт-Петербургский клинический научно-практический центр специализированных видов медицинской помощи (онкологический)»; 197758, Санкт-Петербург, пос. Песочный, ул. Ленинградская, д. 68, лит. А;

Топеха Ирина Михайловна — врач-радиотерапевт, врач-онколог радиотерапевтического отделения государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Санкт-Петербургский клинический научно-практический центр специализированных видов медицинской помощи (онкологический)»; 197758, Санкт-Петербург, пос. Песочный, ул. Ленинградская, д. 68, лит. А;

Родыгин Леонид Маркович — кандидат медицинских наук врач-онколог, уролог онкологического урологического отделения государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Санкт-Петербургский клинический научно-практический центр специализированных видов медицинской помощи (онкологический)»; 197758, Санкт-Петербург, пос. Песочный, ул. Ленинградская, д. 68, лит. А;

Бочкарева Татьяна Николаевна — кандидат биологических наук, медицинский физик, заведующий учебной частью, доцент кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И.Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 191015, Санкт-Петербург, Кирочная ул., д. 41.