

ЯДЕРНАЯ МЕДИЦИНА

ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДИНАМИЧЕСКОЙ ОДНОФОТОННОЙ ЭМИССИОННОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ В ОЦЕНКЕ ГЕМОДИНАМИЧЕСКОЙ ЗНАЧИМОСТИ СТЕНОЗОВ КОРОНАРНЫХ АРТЕРИЙ

К. В. Завадовский, А. Л. Крылов, А. Н. Мальцева

Научно-исследовательский институт кардиологии, ФГБУН «Томский национальный исследовательский медицинский центр» РАН, г. Томск, Россия

© К. В. Завадовский, А. Л. Крылов, А. Н. Мальцева, 2019 г.

Как известно, «золотым стандартом» оценки гемодинамической значимости стенозов КА на сегодняшний день остается показатель ФКР [1–3]. Однако инвазивность и высокая стоимость процедуры являются серьезными ограничениями для распространения данного метода в клинической практике. Между тем, неинвазивная оценка влияния сужений КА на гемодинамику венозного кровообращения с помощью способов радионуклидной диагностики, в частности динамической ОФЭКТ, является перспективным и многообещающим подходом.

THE POSSIBILITY OF A DYNAMIC SINGLE PHOTON EMISSION COMPUTED TOMOGRAPHY IN THE EVALUATION OF HEMODYNAMIC SIGNIFICANCE OF CORONARY ARTERY STENOSIS

Konstantin V. Zavadovsky, Aleksandr L. Krilov, Alina N. Maltseva

Scientifically Research Institute of Cardiology, «Tomsk National Research Medical Center» of the Russian Academy of Sciences, Tomsk, Russia

The «gold standard» for assessment the hemodynamic significance of coronary artery stenosis is the FFR [1–3]. However, the complexity of the procedure and the high cost are a serious limitation for the use of this method in clinical practice. Meanwhile, the non-invasive assessment of the hemodynamic significance of the constriction of the coronary arteries using radionuclide diagnostic methods, in particular dynamic single-photon emission computed tomography, is a perspective method.

Цель исследования: определить диагностическую точность динамической однофотонной эмиссионной компьютерной томографии в идентификации гемодинамической значимости стенозов коронарных артерий.

Материалы и методы: в исследование были включены 23 (12 женщин, 11 мужчин) больных ишемической болезнью сердца, которым после радионуклидных методов исследования (динамическая однофотонная эмиссионная компьютерная томография и стандартная перфузионная скintiграфия миокарда), с интервалом 1–7 дней, была проведена инвазивная коронарная ангиография с целью оценки функциональной значимости найденных сужений КА с помощью определения показателя фракционного коронарного резерва. В данном исследовании был использован оригинальный однодневный протокол проведения динамической однофотонной эмиссионной компьютерной томографии миокарда с определением резерва миокардиального кровотока, который заключался в проведении двухэтапной (покой-нагрузка) записи динамических томографических скintiграфических изображений первого прохождения болюса радиофармпрепарата по камерам и миокарду ЛЖ [4–6]. Резерв миокардиального кровотока вычисляли как в абсолютных, так и относительных величинах.

Результаты: измерение ФКР проводили в передней нисходящей артерии — 21 (75%) случаев, стенозы в огибающей артерии встречались реже — 4 (14%), в правой коронарной артерии — 3 (11%). Среднее значение фракционного коронарного резерва в группе с функционально незначимыми стенозами коронарных артерий составило $0,89 \pm 0,06$. Гемодинамически значимые стенозы характеризовались меньшим значением данного инвазивного показателя $0,72 \pm 0,08$. По данным перфузионной скintiграфии миокарда данный подгруппы достоверно различались по дефекту перфузии на фоне нагрузки. Этот показатель был снижен у пациентов с гемодинамически значимыми стенозами КА: 2 (1; 3) и 5 (3; 7), соответственно. Коронарный кровоток на фоне фармакологического стресс-теста был значимо ($p < 0,05$) ниже в группе с гемодинамически значимыми, по данным ФКР, стенозами коронарных артерий, это было справедливо как для глобального коронарного кровотока: $0,77 (0,67; 1,47)$ и $0,57 (0,42; 0,71)$, так и для коронарного кровотока в бассейне стенозированной артерии: $0,83 (0,65; 1,36)$ и $0,52 (0,36; 0,7)$. Проведенный ROC-анализ показал, что диагностическая точность динамической однофотонной эмиссионной компьютерной томографии в оценке гемодинамической значимости стенозов коронарных артерий выше стандартной перфузионной скintiграфии миокарда, чувствительность и специфичность составили 78,6% и 86,7%, соответственно.

Заключение: глобальное ухудшение стресс-индуцированного коронарного кровообращения и уменьшение резерва миокардиального кровотока, определенных с помощью динамической ОФЭКТ, являются адекватными скintiграфическими критериями коронарной недостаточности у больных ишемической болезнью сердца и в дальнейшем могут быть использованы для определения показаний к реваскуляризации миокарда.

Список литературы/References:

- Windecker S., Kolh P., Alfonso F. et al. 2014 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization: The Task Force on Myocardial Revascularization of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) Developed with the special contribution of the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI) // Eur. Heart J. 2014. No. 37. P. 2541–2619.
- Van Nunen L.X., Zimmermann F.M., Tonino P.A., Barbato E., Baumbach A., Engstrom T., Klauss V., McCarthy P.A., G. Manoharan, Oldroyd K.G., Lee P.N., Van't V.M., Fearon W.F.

De Bruyne B., Pijls N. H. Fractional flow reserve versus angiography for guidance of PCI in patients with multivessel coronary artery disease (FAME): 5-year follow-up of a randomised controlled trial // Lancet. 2015. Vol. 386 (10006). P. 1853–1860.

- Pijls N.J., van Schaardenburgh P., Manoharan G. et al. Percutaneous coronary intervention of functionally nonsignificant stenosis: 5-year follow-up of the DEFER study // J. Am. Coll. Cardiol. 2007. Vol. 49. P. 2105–2111.
- Mochula A.V., Zavadovsky K.V., Lishmanov Y.B. Method for studying the myocardial blood flow reserve by load dynamic single-photon emission computed tomography // Bulletin of Experimental Biology and Medicine. 2016. Vol. 160 (6). P. 864–866.
- Мочула А.В., Завадовский К.В., Андреев Л.С., Крылов А.Л., Лешманов Ю.Б. Скintiграфическая оценка резерва миокардиального кровотока у больных ишемической болезнью сердца с различной степенью выраженности атеросклеротического поражения коронарных артерий // Медицинская визуализация. 2017. Т. 21 (4). С. 72–81. [Mochula A.V., Zavadovsky K.V., Andreev L.S., Krylov A.L., Lishmanov Yu.B. Scintiograficheskaya ocenka rezerv miokardial'nogo krovotoka u bol'nykh ishemicheskoy bolezni' serdca s razlichnoy stepen'yu vyrazhennosti ateroskleroticheskogo porazheniya koronarnykh arterij. Medicinskaya vizualizaciya, 2017, Vol. 21 (4), pp. 72–81. (In Russ.)].
- Mochula A.V., Zavadovsky K.V., Andreev S.L., Lishmanov Y.B. Dynamic single-photon emission computed tomography data analysis: Capabilities for determining functional significance of coronary artery atherosclerosis // MATEC Web of Conferences. 2016. Vol. 79. P. 1–6. (In Russ.)].

Дата поступления: 25.01.2019 г.

Контактное лицо: Мочула Андрей Викторович, mochula.andrew@gmail.com

Сведения об авторах:

Завадовский Константин Валерьевич — доктор медицинских наук, заведующий лабораторией радионуклидных методов исследования НИИ кардиологии ФГБУН «Томский национальный исследовательский медицинский центр» РАН; 634012, г. Томск, Киевская ул., д. 111А; e-mail: mochula.andrew@gmail.com;

Крылов Александр Любомирович — врач рентген-эндоскопической диагностики и лечения отделения РХМД и Л, НИИ кардиологии ФГБУН «Томский национальный исследовательский медицинский центр» РАН; 634012, Томск, Киевская ул., д. 111А; e-mail: mochula.andrew@gmail.com;

Мальцева Алина Николаевна — клинический ординатор лаборатории радионуклидных методов исследования НИИ кардиологии ФГБУН «Томский национальный исследовательский медицинский центр» РАН; 634012, Томск, Киевская ул., д. 111А; e-mail: mochula.andrew@gmail.com.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БОР-НЕЙТРОНОЗАХВАТНОЙ ТЕРАПИИ В ЛЕЧЕНИИ АДЕНОКАРЦИНОМЫ ЯИЧНИКА: ЭКСПЕРИМЕНТ НА МОДЕЛИ ИММУНОДЕФИЦИТНЫХ МЫШЕЙ С ГЕТЕРОТОПИЧЕСКИМ КСЕНОТРАНСПЛАНТАТОМ ОПУХОЛЕВЫХ КЛЕТОК ЛИНИИ OVCAR-3

¹Е. Л. Завьялов, ^{1,2}В. В. Каныгин, ^{1,3}А. И. Касатова, ^{1,3}А. И. Кичигин, ^{1,4}И. А. Разумов, ²Р. В. Сибирцев, ^{1,5}С. Ю. Таскаев, ²Н. С. Филін

¹ФГБОУ ВПО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет», г. Новосибирск, Россия

²ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Новосибирск, Россия

³ФГБОУ ВПО «Иркутский государственный медицинский университет», г. Иркутск, Россия

⁴Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск, Россия

⁵ФГБУН «Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера» Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск, Россия

© Коллектив авторов, 2019 г.

Данная работа знакомит с методом бор-нейтронзахватной терапии, как с перспективным методом лечения онкопатологии репродуктивной системы. В эксперименте *in vivo* на мышях с подкожно имплантированной опухолью OVCAR-3 показано, что в контрольной группе наблюдался прогрессивный рост опухоли, в то время как в группе БНЗТ было отмечено уменьшение объема опухоли на 4-е сутки после облучения с продолжением роста на 8–10-е сутки. Требуется проведение дополнительных доклинических исследований.

THE STUDY OF BORON NEUTRON CAPTURE THERAPY IN THE TREATMENT OF OVARIAN ADENOCARCINOMA: EXPERIMENT ON THE MODEL OF IMMUNODEFICIENT MICE WITH HETEROTOPIC XENOGRAFT OF OVCAR-3 TUMOR CELLS

¹Evgenii L. Zavjalov, ^{1,2}Vladimir V. Kanygin, ^{1,3}Anna I. Kasatova, ^{1,3}Alexander I. Kichigin, ^{1,4}Ivan A. Razumov, ²Roman V. Sibirtsev, ^{1,5}Sergey Y. Taskaev, ²Nikita S. Filin

¹FSBEI HPE «Novosibirsk National Research State University», Novosibirsk, Russia

²FSBEI HE «Novosibirsk State Medical University», Novosibirsk, Russia

³FSBEI HPE «Irkutsk State Medical University», Irkutsk, Russia

⁴Institute of Cytology and Genetics SB RAS, Novosibirsk, Russia

⁵FSBI of Science «Budker Institute of Nuclear Physics» of Siberian Branch Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia

This work introduces the method of boron neutron capture therapy as perspective method of treatment the oncological pathology of the reproductive system. In experiment *in vivo* on mice with subcutaneously implanted tumor OVCAR-3 it was shown that in the control group, progressive tumor growth was observed, while in the BNCT group a decrease in tumor volume was observed.

me was observed 4 days after BNCT, with further growth continued on 8–10 days. Additional research is required.

Цель исследования: оценить влияние БНЗТ на динамику развития опухоли клеточной линии OVCAR-3 на модели иммунодефицитных мышей при облучении нейтронами в присутствии боркаптата натрия.

Материалы и методы: работа выполнена на базе SPF-вивария ИЦиГ СО РАН. В качестве экспериментальной модели использовали иммунодефицитных мышей с подкожно имплантированной суспензией опухолевых клеток OVCAR-3 (аденокарцинома яичника человека). Особей разделили на две группы: опытной вводили боркапнат и облучали нейтронами, контрольная осталась интактной. За 1 час до облучения опытной группе ввели боркапнат натрия, обкалывая опухолевый очаг. Перед облучением животных наркотизировали. Облучение проходило на источнике эпителиальных нейтронов ускорительного типа в ИЯФ СО РАН. Облучали в течение 2 часов 46 минут, плотность потока нейтронов имела величину до $3 \times 10^8 \text{ см}^{-2} \text{ с}^{-1}$, согласно расчетам, поглощенная доза в опухоли составила 7 Гр-экв. 3 раза в неделю проводился осмотр: оценка активности и общего состояния, а также измерение опухолевого очага с последующим расчетом объема.

Результаты: у особой контрольной группы наблюдался прогрессивный рост опухоли, в то время как в опытной группе, подвергавшейся облучению с предварительным введением боркаптата натрия, было отмечено уменьшение объема опухоли на 4-е сутки после БНЗТ с дальнейшим продолжением роста на 8–10-е сутки.

Заключение: требуется проведение дальнейших исследований с использованием опухолей меньшего объема для возможного достижения контроля над опухолью и замедления прогрессивного роста объемного образования.

Список литературы/References:

1. Таскаев С.Ю., Каныгин В.В. Бор-нейтронозахватная терапия. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2016. 216 с. [Taskaev S.Yu., Kanygin V.V. Boron neutron capture therapy. Novosibirsk: Izdatelstvo SO RAN, 2016. pp. 162–166 (In Russ.).]
2. Таскаев С.Ю., Каныгин В.В., Бывалцев В.А., Заборонюк А.А., Волкова О.Ю., Мечетина Л.В., Таранин А.В., Кичигин А.И., Яруллина А.И., Елисеев И.А., Накай К., Сато Э., Ямамото Т., Э. Исикава, Матсумура А. Перспективы использования ускорительного источника эпителиальных нейтронов для бор-нейтронозахватной терапии // Медицинская техника. 2018. № 2. С. 1–3. [Taskaev S., Kanygin V., Byvaltsev V., Zaboronok A., Volkova O., Mechetina L., Tarantin A., Kichigin A., Iarullina A., Eliseenko I., Nakai K., Sato E., Yamamoto T., Ishikawa E., Matsumura A. Opportunities for Using an Accelerator-Based Epithermal Neutron Source for Boron Neutron Capture Therapy. Biomedical Engineering, 2018. Vol. 52 (2), pp. 1–3 (In Russ.).]
3. Zaboronok A., Byvaltsev V., Kanygin V., Iarullina A., Kichigin A., Tarantin A., Volkova O., Mechetina L., Taskaev S., Muhamediyarov R., Zavyalov E., Nakai K., Sato E., Yamamoto T., Mathis B., Matsumura A. Boron-neutron capture therapy in Russia: preclinical evaluation of efficacy and perspectives of its application in neurooncology // New Armenian Medical Journal. Vol. 11, No. 1, 2017. P. 6–15.
4. Sauerwein W.A.G., Wittig A., Moss R., Nakagawa Y. Neutron Capture Therapy: Principles and Applications. Springer, 2012.

Дата поступления: 20.01.2019 г.

Контактное лицо: Сибирцев Роман Викторович, yarullinaai@yahoo.com

Сведения об авторах:

Завьялов Евгений Леонидович — кандидат биологических наук, заведующий ЦКП «SPF»-виварий, с.н.с. лаб. МБП БНЗТ НГУ, ФГБОУ ВПО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет», Новосибирск, ул. Пирогова, д. 1; e-mail: rector@nsu.ru;

Каныгин Владимир Владимирович — кандидат медицинских наук, доцент, зав. лаб. МБП БНЗТ НГУ, ФГБОУ ВПО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»; 630091, Новосибирск, ул. Пирогова, д. 1; e-mail: rector@nsu.ru; завуч кафедры нейрохирургии ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России; 630091, г. Новосибирск, Красный проспект, д. 52;

Касатова Анна Исмаиловна — м. н. с. лаб. МБП БНЗТ НГУ, ФГБОУ ВПО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»; 630091, Новосибирск, ул. Пирогова, д. 1; e-mail: rector@nsu.ru, аспирант кафедры нейрохирургии ФГБОУ ВПО «Иркутский государственный медицинский университет»; 664003, г. Иркутск, ул. Красного Восстания, д. 1;

Кичигин Александр Иванович — м.н.с. лаб. МБП БНЗТ НГУ, ФГБОУ ВПО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»; 630091, Новосибирск, ул. Пирогова, д. 1; e-mail: rector@nsu.ru, аспирант кафедры нейрохирургии ФГБОУ ВПО «Иркутский государственный медицинский университет»; 664003, г. Иркутск, ул. Красного Восстания, д. 1;

Разумов Иван Алексеевич — доктор биологических наук, с.н.с. лаб. молекулярных механизмов патологических процессов, ИЦиГ СО РАН, ФГБН «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук»; 630090, Новосибирск, пр. акад. Лаврентьева, д. 10, с.н.с. лаб. МБП БНЗТ НГУ, ФГБОУ ВО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»; Новосибирск, ул. Пирогова, д. 1; e-mail: rector@nsu.ru; **Сибирцев Роман Викторович** — студент ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России; 630091, г. Новосибирск, Красный проспект, д. 52; e-mail: yarullinaai@yahoo.com;

Таскаев Сергей Юрьевич — доктор физико-математических наук, в.н.с. ИЯФ СО РАН, ФГБН «Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера» Сибирского отделения Российской академии наук; 630090, Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, д. 11, зав. лаб. БНЗТ НГУ, ФГБОУ ВПО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»; 630091, Новосибирск, ул. Пирогова, д. 1; e-mail: rector@nsu.ru; **Филин Никита Сергеевич** — студент, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России; 630091, г. Новосибирск, Красный пр., д. 52.

Открыта подписка на 2-е полугодие 2019 года.

Подписные индексы:
Агентство «Роспечать» 57991
ООО «Агентство „Книга-Сервис“» 42177

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БОР-НЕЙТРОНОЗАХВАТНОЙ ТЕРАПИИ В ЛЕЧЕНИИ КОЛОРЕКТАЛЬНОГО РАКА: ЭКСПЕРИМЕНТЫ IN VITRO НА КЛЕТОЧНОЙ ЛИНИИ SW-620

¹Е. Л. Завьялов, ^{1,2}В. В. Каныгин, ^{1,3}А. И. Касатова, ^{1,3}А. И. Кичигин, ^{1,4}И. А. Разумов, ²Р. В. Сибирцев, ⁵Т. В. Сычева, ^{1,3}С. Ю. Таскаев, ²Н. С. Филин

¹ФГБОУ ВПО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет», г. Новосибирск, Россия

²ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Новосибирск, Россия

³ФГБОУ ВПО «Иркутский государственный медицинский университет», г. Иркутск, Россия

⁴Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск, Россия

⁵ФГБН «Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера» Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск, Россия

© Коллектив авторов, 2019 г.

Бор-нейтронозахватная терапия является перспективным методом лечения онкопатологии. Приводятся результаты облучения культуры SW-620, в присутствии бора на источнике нейтронов ускорительного типа в ИЯФ СО РАН. Доля выживших клеток, облученных с бором, снизилась в 8 раз по сравнению с контролем, а в группе облученного контроля — в 1,3 раза. Предполагается, что бор-нейтронозахватную терапию можно использовать для лечения пациентов со злокачественными новообразованиями ободочной и прямой кишки.

AN INVESTIGATION OF THE POSSIBILITY USING BNCT IN TREATMENT OF COLORECTAL CANCER: IN VITRO EXPERIMENTS ON SW-620 CELL LINE

¹Evgenii L. Zavyalov, ^{1,2}Vladimir V. Kanygin, ^{1,3}Anna I. Kasatova, ^{1,3}Alexander I. Kichigin, ^{1,4}Ivan A. Razumov, ²Roman V. Sibircev, ⁵Tatyana V. Sycheva, ^{1,3}Sergey Y. Taskaev, ²Nikita S. Filin

¹FSBEI HPE «Novosibirsk National Research State University», Novosibirsk, Russia

²FSBEI HE «Novosibirsk State Medical University», Novosibirsk, Russia

³FSBEI HPE «Irkutsk State Medical University», Irkutsk, Russia

⁴Institute of Cytology and Genetics SB RAS, Novosibirsk, Russia

⁵FSBI of Science «Budker Institute of Nuclear Physics» of Siberian Branch Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia

Boron neutron capture therapy is a perspective method for treatment of oncopathology. The results of irradiation of SW-620 culture in presence of boron on accelerator based neutron source in BINP are shown. The survival fraction of cells irradiated with boron decreased by 8 times compared with the control, survival fraction in the irradiated control group by 1.3 times. It is suggested, that boron neutron capture therapy can be used for treatment of patients with tumors of the colon and rectum.

Цель исследования: оценить влияние БНЗТ на клеточную культуру SW-620 при облучении нейтронами в присутствии борфенилаланина и без него.

Материалы и методы: эксперимент проведен на базе SPF-вивария ИЦиГ СО РАН. Клеточную линию колоректального рака человека SW-620 инкубировали в растворе борфенилаланина с концентрацией бора-10 40 мкг 10 В/мл в течение 24 часов, контрольные образцы инкубировали без бора. В качестве источника нейтронов использовали ускоритель протонов тандемного типа с литиевой нейтрон-генерирующей мишенью. Облучали в течение 10 минут, плотность потока нейтронов составляла $3 \times 10^8 \text{ см}^{-2} \text{ с}^{-1}$, поглощенная доза для опытной группы с борфенилаланином по расчетам равна 6 Гр-экв, для облученной контрольной группы — 1 Гр-экв. После облучения выживаемость клеток оценивали с помощью клонированного теста, в интервале 10–14 суток после облучения. Сравнивали результаты опытной и контрольной группы, в которой облучение осуществляли без бора.

Результаты: выживаемость опухолевых клеток SW-620, инкубированных в среде с борфенилаланином, снижалась значительно в сравнении с контрольными образцами. Способность к пролиферации сохранили только 13% клеток, в то время как в группе облученного контроля — 78%, что может быть объяснено наличием сопутствующей гамма-составляющей.

Заключение: в эксперименте показано уменьшение выживаемости клеток линии SW-620 после проведения облучения на ускорительном источнике эпителиальных нейтронов в ИЯФ СО РАН в присутствии препарата борфенилаланина. Таким образом, можно предположить, что бор-нейтронозахватная терапия является перспективной для лечения пациентов с раком ободочной и прямой кишки. Для подтверждения эффективности данного вида лечения требуется проведение *in vivo* исследований. Авторы выражают благодарность А. Н. Макарову, И. М. Щудло, Д. А. Касатову, Я. А. Колесникову, Е. О. Соколовой, А. М. Кошкарёву, Т. А. Быкову за обеспечение генерации нейтронов.

Список литературы/References:

1. Таскаев С.Ю., Каныгин В.В. Бор-нейтронозахватная терапия. Новосибирск: Издательство СО РАН, 2016. 216 с. [Taskaev S.Yu., Kanygin V.V. Boron neutron capture therapy. Novosibirsk: Izdatelstvo SO RAN, 2016. P. 162–166 (In Russ.).]
2. Климанов В. А. Радиобиологическое и дозиметрическое планирование лучевой и радионуклидной терапии: Часть 2. Лучевая терапия пучками протонов, ионов, нейтронов и пучками с модулированной интенсивностью, стереотаксис, брахитерапия, радионуклидная терапия, оптимизация, гарантия качества: учебное пособие. М. : НИЯУ МИФИ, 2011. 604 с. [Klimanov V. A. Radiobiologicheskoe i dozimetricheskoe planirovanie лучевой i radionuklidnoy terapii: Chast' 2. Luchevaya terapiya puchkami protonov, ionov, nejtronov i puchkami s modulirovannoy intensivnost'yu, stereotaksis, brahiterapiya, radionuklidnaya terapiya, optimizaciya, garantiya kachestva: uchebnoe posobie. Moscow: NIYAU MIFI, 2011. 604 p. (In Russ.).]
3. Trivillin V.A., Pozzi E.C., Colombo L.L. et al. Abscopal effect of boron neutron capture therapy (BNCT): proof of principle in an experimental model of colon cancer // Radiat Environ Biophys. 2017. Vol. 56 (4). P. 365–375.

4. Dagrosa M.A., Crivello M., Perona M. et al. First evaluation of the biologic effectiveness factors of boron neutron capture therapy (BNCT) in a human colon carcinoma cell line // *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* 201. Vol. 79 (1). P. 262–268.
5. Nano R., Barni S., Chiari P. Efficacy of boron neutron capture therapy on liver metastases of colon adenocarcinoma: optical and ultrastructural study in the rat // *Oncol Rep.* 2004. Vol. 11 (1). P. 149–153.
6. Taskaev S., Kanygin V., Byvaltev V., Zaboronok A., Volkova O., Mechetina L., Taranin A., Kichigin A., Iarullina A., Eliseenko I., Nakai K., Sato E., Yamamoto T., Ishikawa E., Matsumura A. Opportunities for Using an Accelerator-Based Epithelial Neutron Source for Boron Neutron Capture Therapy // *Biomedical Engineering*. 2018. Vol. 52 (2). P. 1–4.

Дата поступления: 20.01.2019 г.

Контактное лицо: Сибирцев Роман Викторович, yarullinaai@yahoo.com

Сведения об авторах:

Завьялов Евгений Леонидович — кандидат биологических наук, заведующий ЦКП «SPF»-виварий, с.н.с. лаб. МБП БНЗТ НГУ, ФГБОУ ВПО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»; 630091, Новосибирск, ул. Пирогова, д. 1; e-mail: rector@nsu.ru;

Каныгин Владимир Владимирович — кандидат медицинских наук, доц., зав. лаб. МБП БНЗТ НГУ, ФГБОУ ВПО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»; 630091, Новосибирск, ул. Пирогова, д. 1; e-mail: rector@nsu.ru; завуч кафедры нейрохирургии НГМУ, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России; 630091, г. Новосибирск, Красный проспект, д. 52;

Касатова Анна Исмаиловна — м.н.с. лаб. МБП БНЗТ НГУ, ФГБОУ ВПО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»; 630091, Новосибирск, ул. Пирогова, д. 1; e-mail: rector@nsu.ru, аспирант кафедры нейрохирургии НГМУ, ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет»; 664003, г. Иркутск, ул. Красного Восстания, д. 1;

Кичигин Александр Иванович — м.н.с. лаб. МБП БНЗТ НГУ, ФГБОУ ВПО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»; 630091, Новосибирск, ул. Пирогова, д. 1; e-mail: rector@nsu.ru, аспирант кафедры нейрохирургии ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет», 664003, г. Иркутск, ул. Красного Восстания, д. 1;

Разумов Иван Алексеевич — доктор биологических наук, с.н.с. лаб. молекулярных механизмов патологических процессов, ИЦИГ СО РАН, ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук»; 630090, Новосибирск, пр. Акад. Лаврентьева, д. 10, с.н.с. лаб. МБП БНЗТ НГУ, ФГБОУ ВПО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»; 630091, Новосибирск, ул. Пирогова, д. 1; e-mail: rector@nsu.ru;

Сибирцев Роман Викторович — студент ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России; 630091, г. Новосибирск, Красный проспект, д. 52; e-mail: yarullinaai@yahoo.com;

Сычева Татьяна Викторовна — инженер-исследователь лаб. БНЗТ ИЯФ СО РАН, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук; 630090, Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, д. 11;

Таскаев Сергей Юрьевич — доктор физико-математических наук, в.н.с. ИЯФ СО РАН, ФГБНУ «Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера» Сибирского отделения Российской академии наук; 630090, Новосибирск, пр. Акад. Лаврентьева, д. 11, зав. лаб. БНЗТ НГУ, ФГБОУ ВПО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»; 630091, Новосибирск, ул. Пирогова, д. 1; e-mail: rector@nsu.ru;

Филин Никита Сергеевич — студент ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России; 630091, г. Новосибирск, Красный проспект, д. 52.

РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В ПЭТ-ДИАГНОСТИКЕ

И. А. Звонова

ФБНУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены им. проф. П.В. Рамзаева», Санкт-Петербург, Россия

© И. А. Звонова, 2019 г.

Рассмотрены требования радиационной безопасности при проектировании, строительстве и эксплуатации центров и отделений позитронной эмиссионной томографии в действующих отечественных регулирующих документах и в рекомендациях международных организаций, представлены предложения по изменениям и дополнениям в СанПиН 2.6.1.3288-15.

RADIATION SAFETY IN PET EXAMINATIONS

Irina A. Zvonova

St. Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene, St. Petersburg, Russia

Consideration of Radiation safety requirements in the design, construction and operation of centers and departments of positron emission tomography in existing national regulatory documents and in the recommendations of international organizations are reviewed, proposals for changes and amendments to SanPIN 2.6.1.3288-15 are submitted.

За последнее десятилетие произошло массовое внедрение методов позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ) в медицинскую практику: число действующих ПЭТ сканеров выросло с 5–7 единиц до примерно 45–50 аппаратов в настоящее время. Информативность метода ПЭТ выше, чем при однофотонной радионуклидной диагностике (РНД) за счет высокой чувствительности метода. Фотонное излучение позитрон-излучающих радионуклидов (ПИР) с энергией 511 кэВ обладает большей проникающей способностью по сравнению с излучением Тс-99m (140 кэВ), поэтому использование ПИР требует более массивной радиационной защиты как самого источника, так и усиленной стационарной защиты помещений, например, для 10-кратного ослабления излучения F-18 потребуются 16 мм свинца, а для Тс-99m — 0,95 мм.

В докладе рассматриваются требования к обеспечению радиационной безопасности (РБ) в отделениях ПЭТ-диагностики в соответствии с СанПиН

2.6.1.3288-15 «Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при подготовке и проведении позитронной эмиссионной томографии» и согласно рекомендациям международных организаций.

СанПиН 2.6.1.3288-15 впервые были разработаны в начале 2010-х гг, утверждены и введены в действие 07.09.2015 г. За годы строительства и эксплуатации новых ПЭТ-отделений появились вопросы к обеспечению РБ при проектировании и работе отделений, которые потребовали доработки документа в виде проекта «Изменений № 1 к СанПиН 2.6.1.3288-15». Часть правок касается уточнения формулировок и терминологии, которые вызвали неоднозначное понимание пользователей. В требованиях к размещению и проектированию помещений ПЭТ-центра исключены жесткие запреты на размещение некоторых помещений контролируемой зоны, в подвальных и цокольных помещениях. ПЭТ-комплексы, размещенные на шасси транспортных средств и в блоках модульных конструкций необходимо устанавливать в рабочее положение на территории медицинской организации с обеспечением соблюдения всех требований РБ для ПЭТ-отделения. Уточнены правила хранения радиоактивных отходов, направленные на снижение время контакта персонала с ПИР с учетом их коротких периодов полураспада — менее 110 мин.

Прописано допущение кратковременного повышения мощности дозы в рабочем помещении, которые неизбежны при стандартной технологии проведения ПЭТ-исследований, при этом главным требованием является не превышение предела дозы для персонала 20 мЗв/год, а не допустимая мощность амбиентной дозы, которая рассчитывается из предположения стандартного времени работы 1700 часов в год. Диагностическая ценность возрастает, при использовании гибридных ПЭТ/КТ-аппаратов значительно увеличивает диагностическую информативность метода, оно при этом существенно возрастает дозы облучения пациентов, для их оценки добавлены коэффициенты пересчета параметра eDLP в эффективную дозу от внешнего рентгеновского излучения КТ для исследования всего тела у пациентов разного возраста.

Предлагаемые изменения разработаны в ответ на поступившие замечания и предложения пользователей, они базируются на отечественных регулирующих документах и международных рекомендациях и должны способствовать повышению уровня РБ в ПЭТ диагностике.

Список литературы/References:

1. Санитарные правила и нормативы. СанПиН 2.6.1.3288-15 «Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при подготовке и проведении позитронной эмиссионной томографии». М.: Роспотребнадзор, 2015 [Sanitary rules and regulations. SanPIN 2.6.1.3288-15 «Hygienic requirements for ensuring radiation safety during the preparation and conduct of positron emission tomography». Moscow: Rosпотребнадзор, 2015 (In Russ.)].
2. Чипига Л.А., Звонова И.А., Рыжкова Д.В., Меньков М.А., Долгушин М.Б. Уровни облучения пациентов и возможные пути оптимизации ПЭТ-диагностики в России // Радиационная гигиена. 2017. № 10 (4). С. 31–43. DOI: 10.21514/1998-426X-2017-10-4-31-43 [Chipiga L.A., Zvonova I.A., Ryzhkova D.V., Menkov M.A., Dolgushin M.B. Levels of patients exposure and a potential for optimization of the pet diagnostics in the Russian Federation. *Radiatsionnaya Gygiena*, 2017, Vol. 10 (4), pp. 31–43. (In Russ.)] <https://doi.org/10.21514/1998-426X-2017-10-4-31-43>.
3. International atomic energy agency, Planning a clinical PET centre // *Human Health Series*, No. 1, IAEA, Vienna, 2010.
4. International atomic energy agency, Radiation protection in newer medical imaging techniques: PET/CT // *Safety Reports Series*. No. 58, IAEA, Vienna, 2008.
5. Madson M.T. et al. AAPM Task Group 108: PET and PET/CT Shielding Requirements // *Medical Physics*. 2006. Vol. 33, No. 4. doi: 10.1118/1.2135911.

Контактное лицо: Звонова Ирина Александровна, ir_zv@bk.ru

Сведения об авторе:

Звонова Ирина Александровна — доктор технических наук, главный научный сотрудник ФБНУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены им. проф. П. В. Рамзаева»; 197136, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8; e-mail: ir_zv@bk.ru.

ШКАЛА GENEVA И ПЕРФУЗИОННАЯ СЦИНТИГРАФИЯ В ДИАГНОСТИКЕ ТРОМБОЭМБОЛИИ ЛЕГОЧНОЙ АРТЕРИИ

А. С. Карасаев

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В. А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия
СПб ГБУЗ «Городская поликлиника № 37», Санкт-Петербург, Россия

© А. С. Карасаев, 2019 г.

Данное исследование нацелено на изучение возможностей шкалы Geneva-2006 в оценке предполагаемого диагноза ТЭЛА. В настоящее время мало подтверждающей информации об успешном или отрицательном опыте использования врачами данной шкалой. Результаты предварительные будем проверять с помощью радионуклидного метода диагностики, перфузионной сцинтиграфии легких, которая, как известно, дает до 92% точности в вопросе есть ли диагноз ТЭЛА. Сделаем выводы на основе полученных данных.

THE GENEVA SCORE AND PERFUSION SCINTIGRAPHY IN THE DIAGNOSIS OF PULMANORY EMBOLISM

Alikhan S. Karashev

FSBI «National Almazov Medical Research Centre», Ministry of Health of the RF, St. Petersburg, Russia
Municipal Polyclinic № 37, St. Petersburg, Russia

This research aims to study of the Geneva 2006 score in assessing the assumed diagnosis of pulmonary embolism. Currently there is little information that can confirm positive or negative experience of using the Geneva score by physicians. Preliminary results will be checked using a radioisotope scintigraphy method, perfusion lung scintigraphy that is known to be up to 92% accurate in confirming pulmonary embolism. Conclusions will be drawn from the data we will receive during our studies.

Цель работы: оценить возможности шкалы Geneva 2006 (G. Le Gal et al., 2006) в своевременной диагностике ТЭЛА на догоспитальном этапе с помощью перфузионной сцинтиграфии.

Материалы и методы: модифицированная шкала Geneva 2006 (Le Gal G. et al., 2006) вероятности ТЭЛА, включает в себя 8 клинических характеристик и баллов. При подсчете баллов можно установить вероятность ТЭЛА (низкая, средняя, высокая). Следует отметить, что при низкой и средней вероятности ТЭЛА количество баллов практически одинаково. После оценки по шкале Geneva производится перфузионная сцинтиграфия легких, которая включает в себя введение в кровь радионуклидного препарата и регистрации его распределения в микроциркуляторном русле малого круга кровообращения. В исследовании участвовали 100 пациентов Национального медицинского исследовательского центра им. В.А. Алмазова радиоизотопной диагностики, с подозрением на ТЭЛА в 2017–2018 гг. 51 человек с высокой, 21 со средней и 28 низкой вероятностью ТЭЛА по шкале Geneva 2006. Далее пациентам была проведена перфузионная сцинтиграфия легких с целью подтверждения или опровержения диагноза ТЭЛА.

Результаты: на основании результатов перфузионной сцинтиграфии, у пациентов с высокой вероятностью ТЭЛА по шкале Geneva 2006, диагноз был подтвержден у 48 пациентов что равно 98% от этой группы, со средней 16 пациентов что равно 76% и низкой 8 пациентов 18% от этой группы.

Заключение: использование шкалы Geneva 2006 (Le Gal G. et al., 2006) дает возможность своевременно предположить диагноз ТЭЛА с высокой вероятностью его подтверждения инструментальными данными.

Применение шкалы Geneva 2006 (Le Gal G. et al., 2006) в менее оборудованных отделениях позволяет с высокой вероятностью предположить диагноз ТЭЛА.

Список литературы/References:

1. Лишманов Ю.Б., Кривоногов Н.Г., Завадовский К.В. Радионуклидная диагностика патологии малого круга кровообращения. Томск: STT, 2007. 180 с. [Lishmanov Yu.B., Krivonogov N.G., Zavadovskij K.V. Radionuklidnaya diagnostika patologii malogo kruga krovoobrashcheniya. Tomsk: STT, 2007. 180 p. (In Russ.).]
2. Лишманов Ю.Б. Вентиляционно-перфузионная сцинтиграфия легких в диагностике тромбоэмболии легочной артерии // Клиническая медицина. 2007. № 3. С. 37–40. [Lishmanov Yu.B. Ventilacionno-perfuzionnaya scintigrafiya legkih v diagnostike tromboembolii legochnoj arterii. Klinicheskaya medicina, 2007, No. 3, pp. 37–40. (In Russ.).]
3. Терновой С.К., Королева И.М. Алгоритмы обследования пациентов с подозрением на тромбоэмболию легочной артерии // Медицинская визуализация. 2003. № 4. С. 6–9. [Ternovoj S.K., Koroleva I.M. Algoritmy obsledovaniya pacientov s podozreniem na tromboemboliyu legochnoj arterii. Medicinskaya vizualizaciya, 2003, No. 4, pp. 6–9. (In Russ.).]
4. Le Gal G., Righini M., Roy P.-M. et al. Prediction of Pulmonary Embolism in the Emergency Department: The Revised Geneva Score // Ann. Intern. Med. 2006. Feb. 7, Vol. 144. P. 165–171.
5. Doğan H., de Roos A., Geleijns J. et al. The role of computed tomography in the diagnosis of acute and chronic pulmonary embolism // Diagn. Interv. Radiol. 2015.

Сведения об авторах:

Карасаев Аликхан Сергеевич — врач-ординатор радиолог, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова» Минздрава России, отделение радиоизотопной диагностики, ПЭТ-центр; 197341, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, д. 2; e-mail: imrc@almazovcentre.ru, СГБ ГБУЗ «Городская поликлиника № 37»; 191186, Санкт-Петербург, ул. Горюховая, д. 6; e-mail: p37@zdrav.spb.ru; e-mail: Karas1791@mail.ru.

ВОЗМОЖНОСТИ СОЧЕТАННОЙ ПЭТ/КТ С 18F-ФДГ ПРИ АНАЛИЗЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕЧЕНИЯ РАКА ЛЕГКОГО

Е. В. Ковалева, И. С. Пискунов

ФГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Курск, Россия
ООО «ПЭТ-Технологии», г. Курск, Россия

© Е. В. Ковалева, И. С. Пискунов, 2019 г.

Заболеваемость раком легкого неуклонно растет и занимает одно из лидирующих мест по смертности. Рассмотрены пациенты с рецидивом рака легкого, получившие различные виды лечения, которым проводилась позитронно-эмиссионная томография, совмещенная с компьютерной томографией (ПЭТ/КТ) с 18F-фтордезоксиглюкозой (ФДГ), показано распределение динамики процесса в зависимости от гистологического строения опухоли и проведенного лечения.

POSSIBILITIES OF COMBINED PET/CT WITH 18F-FDG IN THE ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF LUNG CANCER TREATMENT

Elena V. Kovaleva, Igor S. Piskunov

FSBEI HE «Kursk State Medical University», Kursk, Russia
LLC «Pat Technology», Kursk, Russia

The incidence of lung cancer is steadily increasing and it takes one of the leading places in mortality. The patients with recurrent lung cancer who received various types of treatment were reviewed, they were examined with positron emission tomography combined with computed tomography (PET/CT) with 18F-fluorodeoxyglucose (FDG), the distribution of the process dynamics was shown depending on the histological structure of the tumor and the treatment performed.

Цель исследования: изучение возможностей ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ в оценке эффективности лечения у пациентов с рецидивом рака легкого в зависимости от гистологического строения опухоли.

Материалы и методы: проведен анализ результатов 115 исследований ПЭТ/КТ у 51 пациента, проходившего этот вид диагностики с целью уточнения диагноза рака легкого и контроля после полного лечения в связи с указанной патологией. Все исследования проведены на аппарате ПЭТ/КТ Optima 560 фирмы GE с соблюдением стандартного протокола.

Результаты: распределение больных по полу: 41 мужчин (80%), 10 женщин (20%). Возраст пациентов колебался в диапазоне от 38 до 80 лет. Исследуемые были разделены на 3 группы в зависимости от ответа на проведенное лечение. В первую группу вошли 16 пациентов (31,4%), у которых была положительная реакция на лечение. Распределение по гистологическому строению таково: 10 пациентов (62,5%) — плоскоклеточный рак; 2 (12,5%) — аденокарцинома; один (6,25%) — мелкоклеточный рак; у 3 (18,75%) — нет данных. Распределение в зависимости от проведенного лечения: 7 пациентам (43,75%) проведено оперативное лечение; 3 (18,75%) получили химиотерапию (ХТ); 2 (12,5%) — ХТ + дистанционную лучевую терапию (ДЛТ); один (6,25%) — ХТ + операция; один (6,25%) — ДЛТ + операция; 2 (12,5%) — ХТ+ДЛТ+оперативное лечение. Вторая группа составила 9 человек (17,6%), у которых произошла стабилизация процесса. Распределение по гистологии: у 4 больных (44,5%) выявлен плоскоклеточный рак; у 2 (22,2%) — аденокарцинома; у одного (11,1%) — мелкоклеточный рак; у одного (11,1%) — карцином; у одного (11,1%) данные не представлены. Распределение в зависимости от проведенного лечения: у 3 исследуемых (33,4%) было проведено оперативное лечение; одному (11,1%) — ХТ; у 2 (22,2%) — операция + ХТ; одному (11,1%) — ХТ+ДЛТ; у 2 (22,2%) — ХТ+ДЛТ+операция. Третью группу составили больные с отрицательной динамикой процесса — всего 24 (47%). Распределение в зависимости от гистологического строения опухоли: 9 пациентов (37,5%) с плоскоклеточным раком; 8 (33,3%) — аденокарцинома; 2 (8,3%) — мелкоклеточный рак; один (4,2%) — стромальная полиморфноклеточная опухоль с высокой степенью злокачественности; у 4 (16,7%) — нет данных. Распределение в зависимости от полученного лечения: 6 пациентам (25%) проведено оперативное лечение; 3 (12,5%) — ХТ; 7 (29,1%) — операция + ХТ; 4 (16,7%) — ХТ + ДЛТ; 3 (12,5%) — ХТ+ДЛТ+операция; один (4,2%) — без лечения. У 2 пациентов (4%) диагноз рака легкого не подтвердился (мужчина 64 лет с изменениями воспалительного характера, а у женщины 40 лет верифицирована псевдоопухоль). По результатам ПЭТ/КТ всем больным был скорректирован вид проводимого лечения, внесены изменения в состав и сроки повторных курсов ХТ.

Заключение: ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ является эффективным и надежным лучевым методом в диагностике рака легкого и его рецидивов, а также в оценке эффективности проводимого лечения и должен входить в диагностический маршрут больных с данной патологией.

Список литературы/References:

1. Rosado-de-Christenson M.L., Carter B.W. Лучевая диагностика. Опухоли органов грудной клетки. М.: Издательство Панфилова, 2018. 608 с.
2. Фролова И.Г., Величко С.А., Черемисина О.В. и др. Выявление рецидива рака легкого при использовании комплекса методов лучевой диагностики // Сибирский онкологический журн. 2011. Приложение № 2. С. 79–81.
3. Lynch T.B. PET/CT in Clinical Practice. London: Springer-Verlag London Limited, 2007. 249 с.
4. Kramer E.L., Ko J.P., Ponzio F., Mourtzikos K. Positron Emission Tomography Computed Tomography. A Disease-Oriented Approach // Informa Healthcare USA, Inc., 2008. 494 с.

Дата поступления: 18.01.2019 г.

Контактное лицо: Ковалева Елена Валерьевна, lenka.kovaleva@mail.ru

Сведения об авторах:

Ковалева Елена Валерьевна — очный аспирант, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Курский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 305041, Курская область, г. Курск, ул. К. Маркса, д. 3; e-mail: lenka.kovaleva@mail.ru; Пискунов Игорь Сергеевич — доктор медицинских наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Курский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 305041, Курская область, г. Курск, ул. К. Маркса, д. 3; e-mail: kurskmed@mail.ru.

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ РАДИОНУКЛИДНОЙ ДИАГНОСТИКИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ЗА ПЕРИОД 2008–2017 ГГ.

Е. Р. Ладанова, И. А. Звонова

ФБУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены им. проф. П.В. Рамзаева», Санкт-Петербург, Россия

© Е. Р. Ладанова, И. А. Звонова, 2019 г.

Изменения в радионуклидной диагностике (РНД) проанализированы по форме № 3-ДОЗ статистического наблюдения за 2008–2017 гг. В 2013–2014 гг. коллективные дозы облучения пациентов от РНД увеличились с 1500 до 2000 чел · Зв, средняя доза за процедуру возросла вдвое до 3,9 мЗв при стабильном общем количестве — около 510 тысяч исследований в год. Изменения вызваны внедрением современной диагностической аппаратуры и новейших технологий в отечественную медицинскую практику.

TENDENCIES OF DEVELOPMENT OF RADIONUCLIDE DIAGNOSTICS IN THE RUSSIAN FEDERATION FOR 2008–2017

Eugenia R. Ladanova, Irina A. Zvonova

St. Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene, St. Petersburg, Russia

Changes in nuclear medicine diagnostics are analyzed according to the form № 3-DOZ of statistical observation for 2008–2017. In 2013–2014, the collective radiation doses of patients from nuclear medicine diagnostics increased from 1,500 to 2,000 people · Sv, the average dose per procedure doubled to 3,9 mSv with a stable total number of about 510,000 studies per year. The changes are caused by the introduction of modern diagnostic equipment and the latest technologies in domestic medical practice.

Цель исследования: анализ тенденций развития радионуклидной диагностики в РФ за 2008–2017 гг. на основе данных формы № 3-ДОЗ федерального госу-

дарственного статистического наблюдения «Сведения о дозах облучения пациентов при проведении медицинских рентгенорадиологических исследований».

Материалы и методы: сведения о дозах медицинского облучения собираются из всех медицинских организаций и обобщаются в ФБУН НИИРГ им. П. В. Рамзаева в форму № 3-ДОЗ для РФ в целом, которые явились предметом исследования. В форму № 3-ДОЗ предоставляются данные о количестве проведенных исследований за год и о коллективной дозе, полученную пациентами в результате исследований. Информация по радионуклидной диагностике (РНД) подразделена на три категории: функциональные исследования, скинтиграфические и прочие, и представляется по восьми выделенным органам и девятой графе «Прочие» с исследованиями, не подходящими под градиацию перечисленных органов. [1]. В данной работе анализируются данные формы № 3-ДОЗ для РФ [2–4].

Результаты: общее количество РНД уменьшилось в 2008–2010 примерно на 100 тысяч, установившись на уровне 480–520 тысяч в год. А число функциональных исследований за 10-летие уменьшилось примерно в три раза до 78 тысяч в 2017. Количество скинтиграфических процедур за 2008–2013 гг. было стабильным на уровне около 300 тысяч исследований в год, а к 2017 г. увеличилось до 367 тысяч. Из-за неопределенности понятия категории «Прочие», их количество колебалось от одной до 100 тысяч исследований в год, в 2017 г. 77 тысяч исследований отнесено к «Прочим». В период 2008–2013 гг. КД пациентов, получивших РНД снижалась, продолжая снижение предыдущих лет, с 1,5 до 1,0 тысяч Чел·Зв, а в последние годы резко возросла до 2 тысяч Чел·Зв, что свидетельствует об изменениях средней дозы на одну процедуру РНД: 2,7 мЗв в 2008 г., уменьшение до 1,9 мЗв в 2013 г., рост до 3,9 мЗв в 2017 г. Анализ изменений по категориям РНД показывает, что средняя доза на процедуру при функциональных исследованиях остается неизменной на уровне около 1,6 мЗв; при скинтиграфических исследованиях уменьшилась с 3,5 мЗв в 2007 г. до 2,3–2,4 мЗв; а в категории «Прочие» средняя доза на процедуру увеличилась: от 2 мЗв в начале периода исследования до 11–13 мЗв на процедуру в 2016–2017 гг. Отмеченные изменения объясняются обновлением диагностического оборудования, а также внедрением гибридных аппаратов. Все эти высокоинформативные исследования сопровождаются высокими дозами у пациентов как за счет внутреннего облучения от РФП, так и за счет внешнего облучения от рентгеновского КТ [5].

Заключение: в последние годы (2014–2017 гг.) наблюдается значительный рост доз облучения пациентов от процедур РНД, из-за внедрения современных высокотехнологических методов исследований. Форма сбора информации № 3-ДОЗ не позволяет отследить причины изменений, необходимы дополнительные исследования для выяснения за счет каких процедур, РФП и технологий происходит рост медицинского облучения, необходимые для оптимизации соотношения диагностической пользы и радиационной безопасности использования этих процедур.

Список литературы/References:

1. Методические рекомендации. Заполнение форм федерального государственного статистического наблюдения № 3-ДОЗ (MP 11–2 319–09): утв. от 20 декабря 2001 г. М.: Роспотребнадзор, 2001. 11 с. [Metodicheskie rekomendacii. Zapolnenie form federal'nogo gosudarstvennogo statisticheskogo nablyudeniya № 3 DOZ (MR 11–2 319–09): utv. ot 20 dekabrja 2001 g. Moscow: Izdatel'stvo Rospotrebнадзора, 2001. 11 p. (In Russ.).]
2. Сведения о дозах облучения пациентов при проведении медицинских рентгенорадиологических исследований в Российской Федерации за 2008–2017 гг. // Форма 3-ДОЗ. Утв. приказом Росстата. 21.09.2006 № 51; 16.10.2013. № 411 51. [Svedeniya o dozah obluheniya pacientov pri provedenii medicinskih rentgenoradiologicheskikh issledovanij v Rossijskoj Federacii za 2008–2017 gg. Forma 3 DOZ. Utv. prikazom Rosstat. 21.09.2006 № 51; 16.10.2013. No. 411. P. 51 (In Russ.).]
3. Барковский А.Н. и др. Итоги функционирования единой государственной системы контроля и учета индивидуальных доз облучения граждан российской Федерации по данным за 2017 г. // Радиационная гигиена. 2018. № 11 (4). С. 98–128. [Barkovskij A.N. et al. Itogi funkcionirovaniya edinoj gosudarstvennoj sistemy kontrolya i ucheta individual'nyh doz obluheniya grazhdan rossijskoj federacii po dannym za 2017 g. Radiacionnaya gigiena, 2018, No. 11 (4), pp. 98–128 (In Russ.).]
4. Radiation protection № 180 part 1/2. Medical Radiation Exposure of the European Population. / European Commission, Luxembourg, 2014. 181 p.
5. Zvonova I.A., Chipiga L.A., Balonov M.I., Suhov V.J. Radionuclide diagnostics in St. Petersburg: current status and development challenges // Radiacionnaya Gygiyena. 2015. Vol. 8 (4). P. 32–41.

Дата поступления: 23.01.2019 г.

Контактное лицо: Ладанова Евгения Романовна, LadanovaEvgenia@yandex.ru

Сведения об авторах:

Ладанова Евгения Романовна — аспирант и младший научный сотрудник лаборатории радиационной гигиены медицинских организаций, ФБУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены им. проф. П. В. Рамзаева»; 197136, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8; e-mail: LadanovaEvgenia@yandex.ru;
Звонова Ирина Александровна — доктор технических наук, кандидат биологических наук, главный научный сотрудник лаборатории радиационной гигиены медицинских организаций, ФБУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены им. проф. П. В. Рамзаева»; 197136, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8; e-mail: IRN@EK6663.spb.edu.

СКИНТИГРАФИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СИМПАТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ СЕРДЦА И ДИССИНХРОНИИ В ОПРЕДЕЛЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ КАРДИОРЕСИНХРОНИЗИРУЮЩЕЙ ТЕРАПИИ

А. И. Мишкина, К. В. Завадовский, Д. И. Лебедев, М. О. Гуля,
Ю. В. Варламова, Ю. Б. Лешманов

Научно-исследовательский институт кардиологии, ФГБУН «Томский национальный исследовательский медицинский центр» Российской академии наук, г. Томск, Россия

© Коллектив авторов, 2019 г.

Методы радионуклидной визуализации сердца у пациентов с хронической сердечной недостаточностью (ХСН) успешно используют для определения долгосрочного прогноза и оценки эффективности лечения [1]. Одним из эффективных методов лечения ХСН является кардиоресинхронизирующая терапия (КРТ). Однако у 20–30% пациентов не достигается положительного результата от данного лечения, поэтому целью данного исследования является поиск новых критериев отбора пациентов на КРТ [2].

SCINTIGRAPHIC EVALUATION OF CARDIAC SYMPATHETIC ACTIVITY AND DYSSYNCHRONY IN DETERMINING THE EFFECTIVENESS OF CARDIAC RESYNCHRONIZATION THERAPY

Anna I. Mishkina, Konstantin V. Zavadovskiy, Denis I. Lebedev,
Marina O. Gulya, Yuliya V. Varlamova, Yuriy B. Lishmanov

Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Centre, Russian Academy of Sciences, Tomsk, Russia

The methods of nuclear cardiology are used to evaluate long-term prognosis and efficacy of heart failure patients treatment [1]. Cardiac resynchronization therapy (CRT) is one of the most effective methods of chronic heart failure treating. However, 20–30% of patients do not not achieve a positive result from this therapy. Therefore the aim of this study is to develop the new patient selection criteria for CRT [2].

Цель исследования: определить скинтиграфические критерии эффективности кардиоресинхронизирующей терапии (КРТ).

Материалы и методы: в исследование вошли 28 пациентов с хронической сердечной недостаточностью III функционального класса по NYHA (17 мужчин, 11 женщин; средний возраст 56,5±10,2 лет; среднее значение QRS=161,2±17,56 мс). Всем пациентам перед КРТ выполняли скинтиграфию миокарда с 123I-метатидобензилгуанидином (123I-МИБГ), перфузионную скинтиграфию миокарда с ^{99m}Tc-МИБИ в состоянии покоя. По результатам скинтиграфии с 123I-МИБГ рассчитывали ранний и отсроченный индекс сердце/средостение (H/M), отражающий симпатическую активность сердца и скорость вымывания препарата (WR). По данным перфузионной скинтиграфии миокарда с ^{99m}Tc-МИБИ оценивали размер дефекта накопления РФП (нормализованное значение SRS) [3]. Перед КРТ и через 6 месяцев после нее всем пациентам проводили равновесную радионуклидную томографию (РТВГ) для определения конечно-диастолического (КДО), конечно-систолического (КСО) объемов и фракции выброса (ФВ) обоих желудочков сердца, а также оценивали внутрижелудочковую и межжелудочковую диссинхронию [4].

Результаты: по результатам исследования у всех пациентов было выявлено выраженное увеличение диссинхронии обоих желудочков: диссинхрония ЛЖ — 120 мс (92–153 мс), диссинхрония ПЖ — 87 мс (71–143 мс), межжелудочковая диссинхрония — 67 мс (38–92 мс). Кроме того, было выявлено нарушение симпатической активности сердца — снижение раннего и отсроченного индексов H/M до 1,95 (1,71–2,41) и 1,86 (1,4–2,17), соответственно. Через 6 месяцев после КРТ все пациенты были подразделены на 2 группы: 1 — респондеры КРТ (n=15), 2 — нереспондеры (n=13). Критерием ответа на КРТ было принято снижение КСО ЛЖ ≥15% или увеличение ФВ ЛЖ ≥5%. До интервенционного лечения группы статистически значимых различий по следующим исходным скинтиграфическим показателям: ранний H/M (2,42 и 1,87; p<0,05), отсроченный H/M (1,89 и 1,78; p<0,05), КДО ЛЖ (271 и 299; p<0,05); КСО ЛЖ (206 и 227; p<0,05) и внутрижелудочковая диссинхрония (109 и 62; p<0,05). По результатам корреляционного анализа в группе респондеров была выявлена взаимосвязь отсроченного H/M и ФВ ПЖ (-0,702, p<0,05). Кроме того, была выявлена взаимосвязь между исходным значением раннего индекса H/M и гемодинамическими показателями ЛЖ, измеренными через 6 месяцев после КРТ: КДО ЛЖ (r = -0,78, p<0,05), КСО ЛЖ (r = -0,833, p<0,05), ФВ ЛЖ (r = 0,904, p<0,05). По данным многофакторного логистического регрессионного анализа Кокса, отсроченный H/M (ОШ=4,25; 95% ДИ 1,4–12,92; p<0,5) и межжелудочковая диссинхрония (ОШ=1,01; 95% ДИ 1,003–1,03; p<0,5) были статистически значимыми детерминантами ответа на КРТ.

Заключение: отсроченный индекс H/M и межжелудочковая диссинхрония являются независимыми предикторами ответа на КРТ. Скинтиграфия миокарда с 123I-МИБГ и РТВГ может использоваться для прогнозирования эффективности КРТ.

Список литературы/References:

1. Лешманов Ю.Б., Завадовский К.В., Ефимова И.Ю., Кривоногов Н.Г., Ефимова И.Ю., Веснина Ж.В., Сазонова С.И., Саушкина Ю.В., Саушкин В.В., Ильюшенкова Ю.Н., Гуля М.О., Пешкин Я.А., Мочула А.В. Возможности ядерной медицины в диагностике сердечно-сосудистых заболеваний // Сибирский медицинский журнал (г. Томск). 2015. № 30 (2). С. 21–29. [Lishmanov Yu.B., Zavadovskij K.V., Efimova I.Yu., Krivonogov N.G., Efimova I.Yu., Vesnina Zh.V., Sazonova S.I., Saushkina Yu.V., Saushkin V.V., Ilyushenkov Yu.N., Gulya M.O., Peshkina A., Mochula A.V. Vozmozhnosti yadernoj mediciny v diagnostike serdечно sosudistyh zabolevanij. Sibirskij medicinskij zhurnal (g. Tomsk), 2015, No 30 (2), pp. 21–29 (In Russ.).]
2. Лебедев Д.И., Попов С.В., Мишкина А.И., Лебедева М.В. Влияние сократительной функции миокарда правого желудочка на эффективность проводимой сердечной ресинхронизирующей терапии // Кардиология. 2018. № 58 (S2). С. 19–24. [Lebedev D.I., Popov S.V., Mishkina A.I., Lebedeva M.V. Vliyaniye sokratitel'noj funkcii miokarda pravogo zheludochka na ehfektivnost' provodimoy serdечноj resinhroniziruyushchej terapii. Kardiologiya, 2018, No 58 (S2), pp. 19–24 (In Russ.).]
3. Завадовский К.В., Мишкина А.И., Мочула А.В., Лешманов Ю.Б. Методика устранения артефактов движения сердца при выполнении перфузионной скинтиграфии миокарда. Российский электронный журнал лучевой диагностики. 2017. № 7 (2). С. 56–64. [Zavadovskij K.V., Mishkina A.I., Mochula A.V., Lishmanov Yu.B. Metodika odstraneniya artefaktov dvizheniya serdca pri vypolnenii perfuzionnoj skintigrafii miokarda. Rossijskij ehlektronnyj zhurnal luchevoj diagnostiki, 2017, No 7 (2), pp. 56–64 (In Russ.).]
4. Завадовский К.В., Ковалев И.А., Чернышев А.А., Саушкин В.В., Попов С.В., Лешманов Ю.Б. Возможности радионуклидной томографии в оценке механической диссинхронии миокарда и внутрисердечной гемодинамики при желудочковых аритмиях у детей // Вестник

аритмологии. 2010. № 60. С. 37–42. [Zavadovskij K.V., Kovalev I.A., Chernyshev A.A., Saushkin V.V., Popov S.V., Lishmanov Yu.B. Vozmozhnosti radionuklidnoj tomoventrikulografii v oцenke mekhanicheskogo dissinhrонnogo miokarda i vnutriserdchnoj gemodinamiki pri zheludochkovykh aritmiiyah u detej. Vestnik aritmologii, 2010, No 60, pp. 37–42 (In Russ.).]

Дата поступления: 18.01.2019 г.

Контактное лицо: Мишкина Анна Ивановна, anna123.2013@gmail.com

Сведения об авторах:

Мишкина Анна Ивановна — аспирант, Научно-исследовательский институт кардиологии, ФГБУН «Томский национальный исследовательский медицинский центр» Российской академии наук; 63434, г. Томск, Киевская ул., д. 111а; e-mail: anna123.2013@gmail.com; **Завадовский Константин Валерьевич** — доктор медицинских наук, руководитель лаборатории радионуклидных методов исследования, Научно-исследовательский институт кардиологии, ФГБУН «Томский национальный исследовательский медицинский центр» Российской академии наук; 63434, г. Томск, Киевская ул., д. 111а; e-mail: nuclear@cardio-tomsk.ru;

Лебедев Денис Игоревич — кандидат медицинских наук, врач, Научно-исследовательский институт кардиологии, ФГБУН «Томский национальный исследовательский медицинский центр» Российской академии наук; 63434, г. Томск, Киевская ул., д. 111а; e-mail: nuclear@cardio-tomsk.ru;

Гуля Марина Олеговна — кандидат медицинских наук, врач-рентгенолог, Научно-исследовательский институт кардиологии, ФГБУН «Томский национальный исследовательский медицинский центр» Российской академии наук; 63434, г. Томск, Киевская ул., д. 111а; e-mail: nuclear@cardio-tomsk.ru;

Варламова Юлия Вячеславовна — кандидат медицинских наук, врач-радиолог, Научно-исследовательский институт кардиологии, ФГБУН «Томский национальный исследовательский медицинский центр» Российской академии наук; 63434, г. Томск, Киевская ул., д. 111а; e-mail: nuclear@cardio-tomsk.ru;

Лешманов Юрий Борисович — доктор медицинских наук, проф., руководитель научного направления НИИ кардиологии, Научно-исследовательский институт кардиологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук; 63434, г. Томск, Киевская ул., д. 111а; e-mail: nuclear@cardio-tomsk.ru.

РОЛЬ ДИНАМИЧЕСКОЙ ОДНОФОТОННОЙ ЭМИССИОННОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ В ОЦЕНКЕ ИШЕМИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ У ПАЦИЕНТОВ С МНОГОСОСУДИСТЫМ АТЕРОСКЛЕРОЗОМ КОРОНАРНЫХ АРТЕРИЙ

А. В. Мочула, С. Л. Андреев, Ю. Б. Лешманов

Научно-исследовательский институт кардиологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук, г. Томск, Россия

© А. В. Мочула, С. Л. Андреев, Ю. Б. Лешманов, 2019 г.

Перфузионная сцинтиграфия миокарда является высокоинформативным неинвазивным методом диагностики ИБС [1–3]. Однако у пациентов с многососудистым поражением КА может происходить равномерное снижение перфузии в бассейнах всех КА, которое обуславливает получение ложноотрицательного результата ПСМ. Одним из возможных способов решения указанной проблемы может стать количественная оценка миокардиального кровотока и коронарного резерва определенных с помощью динамической ОФЭКТ сердца.

THE ROLE OF A DYNAMIC SINGLE PHOTON EMISSION COMPUTED TOMOGRAPHY IN THE EVALUATION OF ISCHEMIA IN PATIENTS WITH MULTIVESSEL CORONARY ATHEROSCLEROSIS

Andrew V. Mochula, Sergey L. Andreev, Yuriy B. Lishmanov

Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Centre, Russian Academy of Sciences, Tomsk, Russia

Myocardial perfusion imaging is an informative and non-invasive method of diagnosing coronary artery disease [1–3]. However, in patients with multivessel coronary artery disease, there may be a homogeneous reduction in left ventricular myocardial perfusion, which leads to a false-negative MPI result. One of the possible ways to solve this problem can be a quantitative assessment of myocardial blood flow and coronary flow reserve which are determined using the dynamic SPECT of the heart.

Цель исследования: определить диагностическую информативность динамической однофотонной эмиссионной компьютерной томографии с оценкой показателей миокардиального кровотока и коронарного резерва в идентификации ишемии у пациентов с многососудистым поражением коронарных артерий.

Материалы и методы: в исследование включены 70 пациентов (52 мужчины; 18 женщин) с диагнозом ишемической болезни сердца. По данным инвазивной коронарной ангиографии все обследуемые были подразделены на две подгруппы: 1) пациенты с многососудистым поражением КА — 12 пациентов с наличием значимых стенозов в двух сосудах сердца и 24 пациента с трехсосудистым поражением КА; 2) 22 пациента с необструктивным поражением коронарных артерий. Стеноз сосуда считался значимым при сужении просвета более 50% для ствола левой коронарной артерии и более 70% для крупных коронарных артерий. Динамическая однофотонная эмиссионная компьютерная томография проводилась по оригинальному однодневному протоколу, который заключался в записи прохождения короткого болюса радиофармпрепарата (РФП) по камерам и миокарду ЛЖ в условиях покоя и на фоне фармакологического стресс-теста [4–6]. Оценивали следующие показатели: абсолютные значения миокардиального кровотока на фоне фармакологической пробы и в условиях покоя, а также резерв миокардиального кровотока. Резерв миокардиального кровотока вычисляли как в абсолютных, так и относительных величинах.

Результаты: значение суммарного стресс-индуцированного дефекта перфузии было достоверно ниже в группе с многососудистым поражением коронарных артерий по сравнению с группой пациентов с необструктивным сужением коронарных артерий: 3 (2; 4) и 5 (3; 8), соответственно. Однако по данным динамиче-

ской ОФЭКТ значения глобального стресс-индуцированного миокардиального кровотока, абсолютного и относительного коронарного резерва были достоверно ($p < 0,01$) ниже у пациентов с многососудистым коронарным атеросклерозом, по сравнению с группой без обструктивного поражения сосудов: 0,49 мл/г/мин (1,2; 0,64) против 0,73 мл/г/мин (0,56; 0,89); 1,42 (1,05; 1,83) против 1,82 (1,59; 2,2); 0,1 мл/г/мин (0,01; 0,27) против 0,32 мл/г/мин (0,45; 0,94), соответственно. Проведенный ROC-анализ показал, что показатели динамической ОФЭКТ являются более информативными в идентификации многососудистого поражения коронарных артерий, по сравнению с полуколичественными индексами стандартной ПСМ. Значение глобального относительного коронарного резерва $\leq 1,57$ позволяет идентифицировать многососудистое поражение КА с чувствительностью и специфичностью 61,1% и 76,7% соответственно.

Заключение: проведенное исследование показало, что динамическая ОФЭКТ миокарда является более информативным методом идентификации многососудистого поражения, по сравнению с полуколичественными индексами стандартной ПСМ. Количественные показатели динамической однофотонной эмиссионной компьютерной томографии, могут быть полезны в клинической практике при диагностике ишемической болезни сердца.

Список литературы/References:

1. Fihn S.D., Blankenship J.C., Alexander K.P. et al. 2014 ACC/AHA/AATS/PCNA/SCAI/STS Focused Update of the Guideline for the Diagnosis and Management of Patients With Stable Ischemic Heart Disease // Circulation. 2014. No. 130. P. 1749–1767.
2. Windecker S., Kolh P., Alfonso F. et al. 2014 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization: The Task Force on Myocardial Revascularization of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) Developed with the special contribution of the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI) // Eur. Heart J. 2014. No. 37. P. 2541–2619.
3. Hachamovitch R., Hayes S. W., Friedman J. D., Cohen I., Berman D. S. Stress myocardial perfusion single-photon emission computed tomography is clinically effective and cost effective in risk stratification of patients with a high likelihood of coronary artery disease (CAD) but no known CAD // J. Am. Coll. Cardiol. 2004. Vol. 43 (2). P. 200–208.
4. Mochula A.V., Zavadovsky K.V., Lishmanov Y.B. Method for studying the myocardial blood flow reserve by load dynamic single-photon emission computed tomography // Bulletin of Experimental Biology and Medicine. 2016. Vol. 160 (6). P. 864–866.
5. Мочула А.В., Завадовский К.В., Андреев Л.С., Крылов А.Л., Лешманов Ю.Б. Сцинтиграфическая оценка резерва миокардиального кровотока у больных ишемической болезнью сердца с различной степенью выраженности атеросклеротического поражения коронарных артерий // Медицинская визуализация. 2017. № 21 (4). С. 72–81. [Mochula A.V., Zavadovskij K.V., Andreev L.S., Krylov A.L., Lishmanov Yu.B. Scintigraficheskaya ocenka rezervu miokardial'nogo krovotoka u bol'nykh ishemicheskoy bolezny' serdca s razlichnoj stepen'yu vyrazhennosti ateroskleroticheskogo porazheniya koronarnykh arterij. Medicinskaya vizualizaciya, 2017, No. 21 (4), pp. 72–81 (In Russ.).]
6. Мочула А.В., Завадовский К.В., Андреев С.Л., Лешманов Ю.Б. Сцинтиграфическая оценка резерва миокардиального кровотока у пациентов с многососудистым поражением коронарных артерий // Сибирский медицинский журнал. 2016. № 31 (2). С. 31–34. [Mochula A.V., Zavadovskij K.V., Andreev S.L., Lishmanov Yu.B. Scintigraficheskaya ocenka rezervu miokardial'nogo krovotoka u pacientov s mnogossosudistym porazheniem koronarnykh arterij. Sibirskij medicinskij zhurnal, 2016, No. 31 (2), pp. 31–34 (In Russ.).]

Дата поступления: 25.01.2019 г.

Контактное лицо: Мочула Андрей Викторович, mochula.andrew@gmail.com

Сведения об авторах:

Мочула Андрей Викторович — врач-рентгенолог лаборатории радионуклидных методов исследования НИИ кардиологии Томского НИМЦ; 63434, г. Томск, Киевская ул., д. 111а; e-mail: mochula.andrew@gmail.com;

Андреев Сергей Леонидович — кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отделения сердечно-сосудистой хирургии НИИ кардиологии, Томский НИМЦ; 63434, г. Томск, Киевская ул., д. 111а; e-mail: center@tnimc.ru; **Лешманов Юрий Борисович** — доктор мед. наук, профессор, член-корр. РАН, руководитель научного направления НИИ кардиологии Томского НИМЦ; 63434, г. Томск, Киевская ул., д. 111а; e-mail: center@tnimc.ru.

ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ СОВМЕСТНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ⁶⁸Ga-DOTATATE И ⁶⁸Ga-DOTANOC В ДИАГНОСТИКЕ КАРЦИНОИДОВ РАЗЛИЧНЫХ ЛОКАЛИЗАЦИЙ. ПЕРВЫЙ ОПЫТ

Н. А. Носов, М. С. Тлостанова, А. А. Станжевский

ФГБУ «Российский научный центр радиологии и хирургических технологий им. акад. А. М. Гранова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

© Н. А. Носов, М. С. Тлостанова, А. А. Станжевский, 2019 г.

THE FEASIBILITY OF JOINT USE OF ⁶⁸Ga DOTATATE AND ⁶⁸Ga DOTANOC IN THE DIAGNOSIS OF CARCINOIDS DIFFERENT LOCALIZATIONS. INITIAL EXPERIENCE

N. A. Nosov, M. S. Tlostanova, A. A. Stanzhevskij

FSBI «Russian Research Center for Radiology and Surgical Technologies», St. Petersburg, Russia

Цель: оценка результатов первого в России опыта применения ПЭТ/КТ с ⁶⁸Ga-DOTATATE и ⁶⁸Ga-DOTANOC у пациентов с нейроэндокринными опухолями (НЭО) различных локализаций.

Материалы и методы: ПЭТ/КТ «всего тела» с ⁶⁸Ga-DOTATATE и ⁶⁸Ga-DOTANOC проведена 23 пациентам: 18 больным НЭО желудочно-кишечного тракта (ЖКТ), 3 с карциноидами легких, у 2 имелся карциноидный синдром, локализация первичной НЭО была неизвестна. Интервал между ПЭТ/КТ составлял 1–2 дня. Оба радиофармпрепарата (РФП) вводились внутривенно струйно в дозе 1,5 МБк на 1 кг массы тела больного, но не менее 100 МБк, ска-

нирование начиналось через 60 минут. Природа очагов патологической гиперфиксации одного или обоих РПФ в сочетании с рентгенологическими находками в зоне накопления расценивалась нами как злокачественная. Значения стандартизованного показателя накопления РПФ рассчитывались в граммах на миллилитр и нормировались по lean body mass.

Результаты: У 15 из 23 пациентов при ПЭТ/КТ с обоими трейсерами выявлены очаги патологической гиперфиксации РПФ, у 8 — не обнаружены. ^{68}Ga -DOTA-TATE суммарно показал 145 очагов, ^{68}Ga -DOTANOC — 132 (^{68}Ga -DOTA-TATE на 8,9% больше). В группе пациентов с НЭО ЖКТ ^{68}Ga -DOTA-TATE показал 127 очагов, ^{68}Ga -DOTANOC — 123; в группе с карциномами легких ^{68}Ga -DOTA-TATE показал 18 очагов, ^{68}Ga -DOTANOC — 9. В группе пациентов с неизвестной локализацией НЭО очагов не выявлено. У 7 пациентов (из группы НЭО ЖКТ) локализация первичной опухоли была неизвестна до ПЭТ/КТ, у 3 из них были выявлены очаги патологического накопления обоих препаратов, указывающие на возможную локализацию первичной опухоли. Среднее значение SUV по всем локализациям очагов для ^{68}Ga -DOTA-TATE составило 6,95, для ^{68}Ga -DOTANOC 6,14 (у ^{68}Ga -DOTA-TATE на 11% выше). Идентичные ^{68}Ga -DOTA-TATE- и ^{68}Ga -DOTANOC-позитивные результаты отмечались у 9 (60%) пациентов. В 6 (40%) случаях данные ПЭТ/КТ не совпадали. Только ^{68}Ga -DOTA-TATE-позитивные очаги выявлялись у 2 пациентов, только ^{68}Ga -DOTANOC-позитивные у 2, в 4 случаях наблюдались расхождения в количестве и локализации очагов.

Обсуждение: результаты сочетанного применения двух РПФ в 60% случаев не выявили различий в визуализирующих возможностях метода. В то же время у значительной (40%) части больных данные ПЭТ/КТ с ^{68}Ga -DOTA-TATE и ^{68}Ga -DOTANOC не совпадали. Существенная разница между препаратами в количестве выявленных очагов в группе с карциномами легких вероятнее всего связана с малым количеством пациентов — 3.

Заключение: ^{68}Ga -DOTA-TATE имеет несколько большую диагностическую ценность, чем ^{68}Ga -DOTANOC при диагностике НЭО различных локализаций. Однако в некоторых случаях их совместное применение выглядит оправданным. Два препарата позволяют визуализировать больше очагов, что дает более полную клиническую картину заболевания.

Сведения об авторах:

Носов Н.А. — кандидат медицинских наук, ФГБУ «Российский научный центр радиологии и хирургических технологий им. акад. А. М. Гранова» Минздрава России; 197758, Санкт-Петербург, пос. Песочный, ул. Ленинградская, д. 70; e-mail: mr.claus93@gmail.com; *Люстанова М.С.* — доктор медицинских наук, ФГБУ «Российский научный центр радиологии и хирургических технологий им. акад. А. М. Гранова» Минздрава России; 197758, Санкт-Петербург, пос. Песочный, ул. Ленинградская, д. 70; *Станжевский А.А.* — ФГБУ «Российский научный центр радиологии и хирургических технологий им. акад. А. М. Гранова» Минздрава России; 197758, Санкт-Петербург, пос. Песочный, ул. Ленинградская, д. 70.

ВЫЯВЛЕНИЕ ОЧАГОВ ЭКТОПИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ С ПОМОЩЬЮ РАДИОНУКЛИДНЫХ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ У ПАЦИЕНТОВ С ЖЕЛУДОЧКОВЫМИ НАРУШЕНИЯМИ РИТМА СЕРДЦА

В. В. Саушкин, К. В. Завадовский, Ю. Б. Лешманов

НИИ кардиологии ФГБНУ «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук», г. Томск, Россия

© В. В. Саушкин, К. В. Завадовский, Ю. Б. Лешманов, 2019 г.

Желудочковые нарушения ритма сердца представляют особый интерес для аритмологов, поскольку могут стать причиной фибрилляции желудочков, тяжелых нарушений кровообращения и внезапной сердечной смерти. Основным методом лечения желудочковых нарушений ритма сердца является радиочастотная абляция, для проведения которой необходимо знать локализацию источника аритмии и его этиологию.

DETECTION OF ECTOPIC FOCUS BY RADIONUCLIDE METHODS IN PATIENTS WITH VENTRICULAR ARRHYTHMIA

Viktor V. Saushkin, Konstantin V. Zavadovskiy, Yuriy B. Lishmanov

Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center of Russian Academy of Science, Tomsk, Russia

Ventricular arrhythmias can often cause ventricular fibrillation, severe circulatory disorders, and sudden cardiac death. Radiofrequency ablation is the main method of treating ventricular arrhythmias. For its implementation, it is necessary to know the localization of the source of arrhythmia and etiology.

Цель исследования: определить локализацию очага эктопической активности у пациентов с желудочковыми нарушениями ритма сердца (ЖНРС) с помощью метода радионуклидной томоэнцефалографии (РТВГ).

Материалы и методы: в исследование вошли пациенты ($n=32$) с ЖНРС (средний возраст 49 ± 8 ; 15 мужчин). Диагноз изолированной желудочковой экстрасистолии был поставлен 75% ($n=24$) пациентам, у остальных желудочковая экстрасистолия сочеталась с пароксизмальной желудочковой тахикардией. В группу сравнения вошло 15 пациентов без нарушений ритма сердца. Всем пациентам был выполнен полный комплекс клинико-лабораторных и инструментальных методов исследований. Для определения сократительной функции сердца проводили РТВГ. По точности определения гемодинамических показателей сердца она не уступает МРТ сердца, а также позволяет оценить механическую диссинхронно желудочков сердца [1]. Так как исследование проводилось у пациентов с аритмиями, при обработке и записи скинтиграмм применяли специализированные подходы обработки скинтиграмм [2], при этом учитывали систолические, диастолические, а также фазовые и амплитудные показатели левого и правого желудочков. Нормальные значения для фазовых показателей брали из работы Chen et al. [3]. Для определения топического расположения

очагов аритмогенной активности выполняли инвазивное электрофизиологическое исследование (ЭФИ).

Результаты: при сопоставлении результатов РТВГ группы сравнения и пациентов с ЖНРС были получены следующие данные. Глобальная сократимость ПЖ у пациентов с ЖНРС (ФВ=43%) была ниже чем в группе сравнения (ФВ=54%). Глобальная сократимость ЛЖ оставалась сохранной. У пациентов с ЖНРС мы наблюдали нарушение синхронности сокращения обоих желудочков. Более выраженное изменение отмечалось в правом желудочке (ЖНРС: $85,44\pm 28,07$ мсек; контроль: $69,63\pm 14,16$ мсек; $p=0,03$). Показатель межжелудочковой диссинхронии не выходил за пределы нормы (<50 мсек). Кроме того, у пациентов с ЖНРС определялось выраженное нарушение синхронности сокращения, которое проявлялось в виде зон раннего сокращения на фазовых полях карт желудочков. Данные зоны чаще всего выявлялись в правом желудочке (81%). При сопоставлении фазовых карт с результатами ЭФИ было обнаружено, что при локализации аритмогенного участка в выходных отделах ПЖ, зоны раннего сокращения в 100% случаев определялись в передней стенке ПЖ. При локализации эктопии в области левого синуса Вальсальвы зоны раннего сокращения в 67% случаев располагались в области межжелудочковой перегородки. В случаях локализации эктопии собственн в миокарде ПЖ (за исключением выходных отделов) зоны раннего сокращения лишь в 50% случаев определялись в свободной и задней стенках ПЖ.

Заключение: радионуклидная оценка механической диссинхронии позволяет определить сократительную функцию желудочков сердца и точно определить локализацию очагов аритмогенной активности у пациентов с желудочковыми нарушениями ритма сердца.

Список литературы/References:

1. Завадовский К.В., Саушкин В.В., Лешманов Ю.Б. Возможности методов лучевой диагностики в оценке гемодинамики и сократимости миокарда при желудочковых нарушениях ритма сердца // Вестник рентгенологии и радиологии. 2015. № 2. С. 58–65. [Zavadovskij K.V., Saushkin V.V., Lishmanov Yu.B. Vozmozhnosti metodov luchevoj diagnostiki v ocenke gemodinamiki i sokratimosti miokarda pri zheludochkovykh narusheniyah ritma serdca. Vestnik rentgenologii i radiologii, 2015, No. 2, pp. 58–65 (In Russ.).]
2. Завадовский К.В., Саушкин В.В., Панькова А.Н., Лешманов Ю.Б. Методические особенности выполнения, обработки результатов и интерпретации данных радионуклидной равновесной томоэнцефалографии. Радиология — практика. 2011. № 6. С. 75–83. [Zavadovskij K.V., Saushkin V.V., Pan'kova A.N., Lishmanov Yu.B. Metodicheskie osobennosti vypolneniya, obrabotki rezul'tatov i interpretatsii dannyh radionuklidnoy ravnovesnoy tomoventrikulografii. Radiologiya — praktika, 2011, No. 6, pp. 75–83 (In Russ.).]
3. Chen J., Garcia E.V., Folks et al. Onset of left ventricular mechanical contraction as determined by phase analysis of ECG-gated myocardial perfusion SPECT imaging: Development of a diagnostic tool for assessment of cardiac mechanical dyssynchrony // J. Nucl. Cardiol. 2005. No. 12. P. 687–695.

Дата поступления: 25.01.2019 г.

Контактное лицо: Саушкин Виктор Вячеславович, vitversus@gmail.com

Сведения об авторах:

Саушкин Виктор Вячеславович — кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник лаборатории радионуклидных методов исследования, НИИ кардиологии ФГБНУ «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук»; 63434, г. Томск, Киевская ул., д. 111а; e-mail: vitversus@gmail.com; *Завадовский Константин Валерьевич* — доктор медицинских наук, руководитель лаборатории радионуклидных методов исследования, НИИ кардиологии ФГБНУ «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук»; 63434, г. Томск, Киевская ул., д. 111а; e-mail: cardio@cardio-tomsk.ru; *Лешманов Юрий Борисович* — доктор медицинских наук, руководитель научного направления, НИИ кардиологии ФГБНУ «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук»; 63434, г. Томск, Киевская ул., д. 111а; e-mail: cardio@cardio-tomsk.ru.

РАДИОНУКЛИДНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАДИОЧАСТОТНОЙ АБЛАЦИИ У ПАЦИЕНТОВ С ИДИОПАТИЧЕСКИМИ ЖЕЛУДОЧКОВЫМИ АРИТМИЯМИ

В. В. Саушкин, К. В. Завадовский, Ю. Б. Лешманов

НИИ кардиологии ФГБНУ «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук», г. Томск, Россия

© В. В. Саушкин, К. В. Завадовский, Ю. Б. Лешманов, 2019 г.

В современной литературе представлено мало работ, направленных на применение механической диссинхронии для диагностики и прогноза лечения желудочковых аритмий различной этиологии. Использование методов ядерной медицины для измерений механической диссинхронии позволяет прогнозировать ответ на радиочастотную абляцию идиопатических желудочковых аритмий.

RADIONUCLIDE EVALUATION OF RADIOFREQUENCY ABLATION IN PATIENTS WITH IDIOPATHIC VENTRICULAR ARRHYTHMIAS

Viktor V. Saushkin, Konstantin V. Zavadovskiy, Yuriy B. Lishmanov

Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center of the Russian Academy of Sciences, Tomsk, Russia

In the literature there are few works aimed at using mechanical dyssynchrony for the diagnosis and prognosis of treatment ventricular arrhythmias. The use of nuclear medicine techniques for measuring mechanical dyssynchrony allows predicting the response to radiofrequency ablation of idiopathic ventricular arrhythmias.

Цель исследования: изучить применения радионуклидной оценки механической диссинхронии при прогнозировании успешности процедуры радиочастотной абляции (РЧА) идиопатических желудочковых аритмий.

Материалы и методы: в рамках работы обследованы 25 пациентов (средний возраст $12,7 \pm 3,7$ лет) с желудочковой экстрасистолой и/или не устойчивой желудочковой тахикардией до и после процедуры РЧА. Всем пациентам проводили комплексное клинично-функциональное обследование. Методом определения состояния внутрисердечной гемодинамики, сократимости и механической диссинхронии желудочков у всех пациентов была ЭКГ-синхронизированная радионуклидная равновесная томоventрикулография (РТВГ) с мечеными ^{99m}Tc -эритроцитами, которая по точности определения гемодинамических показателей сердца не уступает МРТ сердца [1]. Запись скинтиграмм и обработку результатов проводили с учетом нерегулярного ритма сердца с применением специального подхода [2].

Результаты: изменение функционального состояния сердца и нарушения синхронности сокращения желудочков у пациентов с нарушениями ритма сердца были представлены в наших прошлых работах [3,4]. Выполнение процедуры РЧА у пациентов с желудочковыми аритмиями привело к достоверному уменьшению КСО левого желудочка (до РЧА $37,25 \pm 14,08$; после РЧА $32,81 \pm 13,08$; $p=0,02$), а также увеличению ФВ (до РЧА $43,17 \pm 6,84$; после РЧА $46,88 \pm 7,96$; $p=0,002$), максимальной скорости изгнания (до РЧА $2,02 \pm 0,59$; после РЧА $2,45 \pm 0,46$; $p=0,006$) и наполнения (до РЧА $1,84 \pm 0,65$; после РЧА $2,15 \pm 0,50$; $p=0,03$) правого желудочка. Показатели диссинхронии после лечения достоверно не изменялись. По нашему мнению, улучшение гемодинамики сердца после процедуры РЧА может быть связано только с устранением эктопии. Однако, после процедуры РЧА у 20 человек была устранена аритмия, при этом они отличались большими значениями показателя стандартного отклонения фазы (PSD) левого желудочка (18° (12° – 19°) по сравнению с пациентами, у которых РЧА была не эффективной (9° (8° – 12°)). По данным ROC-анализа показатель $\text{PSD} \geq 12^\circ$ (чувствительность 86%, специфичность 80%) позволяет прогнозировать эффект процедуры РЧА.

Заключение: радионуклидная оценка механической диссинхронии у пациентов с идиопатическими желудочковыми аритмиями позволяет прогнозировать ответ на процедуру РЧА.

Список литературы/References:

1. Завадовский К.В., Ковалев И.А., Чернышев А.А. и др. Возможности радионуклидной томоventрикулографии в оценке механической диссинхронии миокарда и внутрисердечной гемодинамики при желудочковых аритмиях у детей // Вестник аритмологии. 2010. № 60. С. 37–42. [Zavadovskij K.V., Kovalev I.A., Chernyshev A.A. et al. Vozmozhnosti radionuklidnoj tomoventrikulografii v ocenke mekhanicheskoy dissinhronii miokarda i vnutriserdechnoj gemodinamiki pri zheludochkovykh aritmiyakh u detej. Vestnik aritmologii, 2010, No 60, pp. 37–42 (In Russ.).]
2. Завадовский К.В., Саушкин В.В., Панькова А.Н., Лишманов Ю.Б. Методические особенности выполнения, обработки результатов и интерпретации данных радионуклидной равновесной томоventрикулографии // Радиология-практика. 2011. № 6. С. 75–83. [Zavadovskij K.V., Saushkin V.V., Pan'kova A.N., Lishmanov Yu.B. Metodicheskie osobennosti vypolneniya, obrabotki rezul'tatov i interpretacii dannyh radionuklidnoj ravnovesnoj tomoventrikulografii. Radiologiya-praktika, 2011, No 6, pp. 75–83.]
3. Zavadovskij K.V., Saushkin V.V., Lishmanov Y.B. et al. Radionuclide Assessment Of Cardiac Function And Dyssynchrony In Children With Idiopathic Ventricular Tachycardia // Pacing And Clinical Electrophysiology. 2016. Vol. 39 (11). P. 1213–1224 (In Russ.).]
4. Завадовский К.В., Ковалев И.А., Чернышев А.А. и др. Скintиграфическая диагностика дисфункции правых отделов сердца у детей с желудочковыми тахикардиями // Радиология-практика. 2011. № 5. С. 34–44. [Zavadovskij K.V., Kovalev I.A., Chernyshev A.A. et al. Scintigraficheskaya diagnostika disfunkcii pravyyh otdelov serdca u detej s zheludochkovymi tahikardiymi. Radiologiya-praktika, 2011, No 5, pp. 34–44 (In Russ.).]

Дата поступления: 26.01.2019 г.

Контактное лицо: Саушкин Виктор Вячеславович, vitversus@gmail.com

Сведения об авторах:

Саушкин Виктор Вячеславович — кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник лаборатории радионуклидных методов исследования, НИИ кардиологии ФГБНУ «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук»; 63434, г. Томск, Киевская ул., д. 111а; e-mail: vitversus@gmail.com; Завадовский Константин Валерьевич — доктор медицинских наук, руководитель лаборатории радионуклидных методов исследования, НИИ кардиологии ФГБНУ «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук»; 63434, г. Томск, Киевская ул., д. 111а; e-mail: cardio@cardio-tomsk.ru; Лишманов Юрий Борисович — доктор медицинских наук, руководитель научного направления, НИИ кардиологии ФГБНУ «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук»; 63434, г. Томск, Киевская ул., д. 111а; e-mail: cardio@cardio-tomsk.ru.

Открыта подписка на 2-е полугодие 2019 года.

Подписные индексы:
Агентство «Роспечать» 57991
ООО «Агентство „Книга-Сервис“» 42177

ПРОЦЕДУРА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПЭТ-ИЗОБРАЖЕНИЯ

Л. А. Чипига

ФБНУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены им. проф. П. В. Рамзаева», Санкт-Петербург, Россия

© Л. А. Чипига, 2019 г.

В работе разработана процедура контроля качества в позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ), нацеленная на гармонизацию и оптимизацию ПЭТ-диагностики в Российской Федерации и основанная на контроле количественных параметров ПЭТ-изображения (коэффициент восстановления — КВ) с фантомом NEMA IEC PET. В работе определены критерии оценки КВ, которые могут быть использованы для оценки протоколов проведения исследований. Полученные критерии оказались совместимы с европейской системой аккредитации.

QUALITY CONTROL PROCEDURE OF PET-IMAGE

Larisa A. Chipiga

St. Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene, St. Petersburg, Russia

The current study is focused on development of the quality control procedure in positron emission tomography (PET) related to the harmonization and optimization of PET diagnostic in Russian Federation. That procedure is based on the assessment of the quantitative parameters of PET images (recovery coefficient — RC) using the NEMA IEC PET phantom. Developed criteria of the assessment of the RCs for the evaluation of the examination protocols were compatible with the European accreditation criterion.

Цель исследования: разработка процедуры контроля качества в позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ), включающей контроль количественных параметров ПЭТ-изображения и единые критерии, нацеленные на гармонизацию и оптимизацию ПЭТ-диагностики.

Материалы и методы: важным количественным параметром ПЭТ-изображения является коэффициент восстановления активности в очаге (КВ) [1–3], который специфичен для каждого протокола сбора и обработки данных аппарата и изменяется с размером очага. Для изучения влияния размера очага на КВ провели серию экспериментов с фантомом NEMA IEC PET [2, 3], который позволяет имитировать очаги разных размеров, на ПЭТ/КТ системах четырех моделей: Gemini (Philips), Gemini ToF (Philips), Discovery 710 (GE), Biograph 16 (Siemens), представляющих аппаратный парк в медицинских организациях страны.

Результаты: результаты измерений с фантомом NEMA IEC PET, продемонстрировали, что уменьшение сферы (имитатора очага) в фантоме приводит к ухудшению воспроизводимости активности на ПЭТ-изображении и снижению значения КВ. Для всех исследуемых систем ПЭТ/КТ точность воспроизводимости активности в маленьких очагах (диаметр < 15 мм) была низкой, недооценка активности составляла 50% от реальной. При увеличении размера очага недооценка активности снижалась, и при размере очага более 22 мм недооценка активности не превышала 20%, независимо от модели томографа. В результате проведенных экспериментов с фантомом NEMA IEC PET была предложена процедура контроля качества ПЭТ-изображения, включающая определение и применение КВ как сравнительного параметра ПЭТ-изображения. На основании полученных результатов были разработаны критерии оценки КВ, которые могут быть использованы для оценки протоколов проведения исследований: для сферы диаметром 10 мм КВ должен находиться в пределах от 0,34 до 0,43; для сферы 13 мм — КВ от 0,48 до 0,57; для сферы 17 мм — КВ от 0,66 до 0,75; для сферы 22 мм — КВ от 0,75 до 0,85; для сферы 28 мм — КВ от 0,78 до 0,86; для сферы 37 мм — КВ от 0,85 до 0,98, что соответствует европейскими критериями аккредитации ПЭТ-центров [2]. При удовлетворении определенных КВ критериями результаты, полученные на данном протоколе ПЭТ-аппарата, можно считать сопоставимыми с другими. Значения уровней накопления радиофармпрепаратов в очагах будут совпадать с практикой работы на других аппаратах, что позволит корректно отслеживать динамику лечебного процесса пациентов, проходящих ПЭТ-исследования в разных отделениях.

Заключение: предложенная процедура контроля качества позволяет следить за изменением состояния оборудования, сравнивать различные протоколы проведения исследования по количественному параметру ПЭТ-изображения и решить вопрос стандартизации протоколов ПЭТ-исследований в разных отделениях страны. Повсеместное использование данной процедуры позволит повысить доступность и эффективность данного метода в стране за счет гармонизации протоколов, что даст возможность пациентам обследоваться в разных отделениях и не привязываться к одному аппарату.

Список литературы/References:

1. Geworski L., Knoor B.O., Cabrejas M.L. et al. Recovery correction for quantitation in emission tomography: a feasibility study // Eur. J. Nucl. Med. 2000. Vol. 27. No. 2. P. 161–169.
2. <http://earl.eanm.org/cms/website.php>. Дата последнего обращения: 24.01.2019.
3. Quality assurance for PET and PET/CT systems // Vienna. International Atomic Energy Agency. 2009. 158 p.

Дата поступления: 25.01.2019 г.

Контактное лицо: Чипига Лариса Александровна, larisa.chipiga@gmail.com

Сведения об авторе:

Чипига Лариса Александровна — научный сотрудник, ФБНУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены им. проф. П. В. Рамзаева»; 197136, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8; e-mail: larisa.chipiga@gmail.com.

ПРОГНОСТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ НАГРУЗОЧНОЙ РАДИОНУКЛИДНОЙ ТОМОВЕНТРИКУЛОГРАФИИ В ОЦЕНКЕ РАННЕГО ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОГО ПЕРИОДА У ПАЦИЕНТОВ С ИШЕМИЧЕСКОЙ КАРДИОМИОПАТИЕЙ

В. В. Шипулин, С. Л. Андреев, А. С. Пряхин, К. В. Завадовский, В. М. Шипулин

Научно-исследовательский институт кардиологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр РАН, г. Томск, Россия

© Коллектив авторов, 2019 г.

Так как у части пациентов с ишемической кардиомиопатией в отдаленном послеоперационном периоде происходит повторное ремоделирование сердца и прогрессирование сердечной недостаточности, имеется потребность в разработке новых критериев отбора пациентов для кардиохирургической коррекции данной патологии. Радионуклидная томоventрикулография — метод оценки сократительной функции сердца, сопоставимый с МРТ в аспекте точности определения объемов и глобальной сократимости желудочков [1–5].

PREOPERATIVE STRESS GATED BLOOD POOL SPECT IN EARLY POSTOPERATIVE PERIOD PROGNOSIS IN PATIENTS WITH ISCHEMIC CARDIOMYOPATHY

Vladimir V. Shipulin, Sergey L. Andreev, Andrey S. Pryakhin, Konstantin V. Zavadovsky, Vladimir M. Shipulin

Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences, Tomsk, Russia

In the late postoperative period some of the patients with ischemic cardiomyopathy undergo repeated remodeling and progression of heart failure. Thus there is a need to develop new selection criteria for the surgical correction of this pathology. Radionuclide gated blood pool SPECT is a method of assessment the contractile function of the heart, comparable to MRI in accuracy of determining the volume and global contractility of the ventricles [1–5].

Цель исследования: сопоставление исходов комплексной кардиохирургической коррекции пациентов с ишемической кардиомиопатией (ИКМП) с данными нагрузочной радионуклидной томоventрикулографии (РТВГ).

Материалы и методы: в исследование был включен 31 пациент (29 мужчин, 2 женщины) с ИКМП. Средний возраст пациентов составил $60,4 \pm 6,3$ года. Критерии включения в исследование были следующими: фракция выброса левого желудочка (ЛЖ) меньше либо равная 40%; конечный систолический индекс ЛЖ равный или превышает 60 мл/м^2 (по данным эхокардиографии). Перед хирургическим вмешательством всем пациентам была проведена нагрузочная РТВГ в условиях функционального покоя и на фоне внутривенной инфузии возрастающих доз допмина по протоколу 5/10/15 мкг/кг/мин. Продолжительность каждой ступени равнялась 5 минутам. Для левого (ЛЖ) и правого (ПЖ) желудочков сердца рассчитывали показатели конечно-систолического (КСИ) и конечно-диастолического (КДИ) объемов, фракция выброса (ФВ), максимальные скорости изгнания и наполнения, а также индексы диссинхронии (SD, histogram bandwidth, entropy). После операции пациенты были разделены на две группы: 1-я группа ($n=11$) — с осложненным течением раннего послеоперационного периода (смерть, внутриаортальная баллонная контрпульсация, инотропная поддержка более 5 дней с необходимостью пребывания в ОАР), 2-я группа — с неосложненным послеоперационным течением ($n=20$).

Результаты: при сравнении предоперационных показателей РТВГ в покое, значимые различия между группами (по критерию Манна–Уитни, $p < 0,05$), показали ФВ ЛЖ (22 vs. 28, $p=0,013$), ФВ ПЖ (38 vs. 44, $p=0,025$), КДИ ПЖ (197 vs. 146, $p=0,03$), КСО ПЖ (128 vs. 79, $p=0,02$), максимальная скорость наполнения (МСН) ПЖ (1,14 vs. 1,24, $p=0,029$), средняя скорость наполнения за $1/3$ диастолы (ССН/3) ПЖ (0,59 vs. 0,8, $p=0,004$), конечный систолический индекс (КСИ) ЛЖ (114 vs. 102, $p=0,047$), LV SD (54 vs. 48, $p=0,037$), среднее время сокращения наибольшего объема миокарда (mean) ПЖ (148 vs. 137, $p=0,012$), ширина фазовой диаграммы (bandwidth) ЛЖ (222 vs. 192, $p=0,022$). При дозе допмина 15 мкг/кг/мин значимые различия между группами были выявлены в ФВ ЛЖ (29 vs. 33, $p=0,047$), КДИ ПЖ (197 vs. 157, $p=0,017$), конечном диастолическом объеме (КДИ) ЛЖ (161 vs. 139, $p=0,047$), КДИ ЛЖ (106 vs. 92, $p=0,013$) КСИ ЛЖ (1,2 vs. 1,4, $p=0,006$). Логистический регрессионный анализ показал, что большинство указанных параметров позволяют прогнозировать осложненное течение раннего послеоперационного периода: показатели ПЖ выявили прогностическую значимость в условиях функционального покоя, показатели объемов и индексы ЛЖ — на фоне фармакологического стресс-теста.

Заключение: объемы левого и правого желудочков, а также параметры, характеризующие их сократительную способность, полученные с помощью стресс-РТВГ, связаны с течением раннего послеоперационного периода у пациентов с ИКМП. Таким образом, стресс-РТВГ может быть полезен при предоперационной оценке данных пациентов.

Список литературы/References:

1. Завадовский К.В., Ковалев И.А., Чернышев А.А., Саушкин В.В., Попов С.В., Лishmanov Ю.Б. Возможности радионуклидной томоventрикулографии в оценке механической диссинхронии миокарда и внутрисердечной гемодинамики при желудочковых аритмиях у детей // Вестник аритмологии. 2010. № 60. С. 37–42. [Zavadovskij K.V., Kovalev I.A., Chernyshev A.A., Saushkin V.V., Popov S.V., Lishmanov Yu.B. Vozmozhnosti radionuklidnoj tomoventrikulografii v ocenke mekhanicheskoy dissinchronii miokarda i vnutriserdchnoj gemodinamiki pri zheludochkovykh aritmiyakh u detej. Vestnik aritmologii. 2010. No. 60, pp. 37–42 (In Russ.).]
2. Завадовский К.В., Саушкин В.В., Панькова А.Н., Лishmanov Ю.Б. Методические особенности выполнения, обработки результатов и интерпретации данных радионуклидной равновесной томоventрикулографии // Радиология-практика. 2011. № 6. С. 75–83. [Zavadovskij K.V., Saushkin V.V., Pan'kova A.N., Lishmanov Yu.B. Metodicheskie osobennosti vypolneniya, obrabotki rezul'tatov i interpretacii dannykh radionuklidnoj ravnovesnoj tomoventrikulografii. Radiologiya-praktika, 2011, No. 6, pp. 75–83 (In Russ.).]
3. Завадовский К.В., Саушкин В.В., Лishmanov Ю.Б. Возможности методов лучевой диагностики в оценке гемодинамики и сократимости миокарда при желудочковых нарушениях ритма сердца // Вестник рентгенологии и радиологии. 2015. № 2. С. 58–65. [Zavadovskij K.V., Saushkin V.V., Lishmanov Yu.B. Vozmozhnosti metodov luchevoj diagnostiki v ocenke gemodinamiki i sokratimosti miokarda pri zheludochkovykh narusheniyakh ritma serdca. Vestnik rentgenologii i radiologii, 2015, No. 2, pp. 58–65 (In Russ.).]
4. Лishmanov Ю.Б., Завадовский К.В., Ефимова И.Ю., Кривоногов Н.Г., Веснина Ж.В., Сазонова С.И., Саушкина Ю.В., Саушкин В.В., Илюшенкова Ю.Н., Гуля М.О., Пешкин Я.А., Мочула А.В. Возможности ядерной медицины в диагностике сердечно-сосудистых заболеваний // Сибирский медицинский журнал (г. Томск). 2015. Т. 30, № 2. С. 21–29. [Lishmanov Yu.B., Zavadovskij K.V., Efimova I.Yu., Krivonogov N.G., Vesnina Zh.V., Sazonova S.I., Saushkina Yu.V., Saushkin V.V., Il'yushenkova Yu.N., Gulya M.O., Peshkin Ya.A., Mochula A.V. Vozmozhnosti yadernoy mediciny v diagnostike serdechno-sosudistyh zabolevanij. Sibirskij medicinskij zhurnal (g. Tomsk), 2015, Vol. 30, No. 2, pp. 21–29 (In Russ.).]
5. Zavadovsky K.V., Saushkin V.V., Lishmanov Y.B., Khlynin M.S., Popov S.V. Radionuclide assessment of cardiac function and dyssynchrony in children with idiopathic ventricular tachycardia // Pacing and Clinical Electrophysiology. 2016. Т. 39, № 11. P. 1213–1224.

Дата поступления: 24.01.2019 г.

Контактное лицо: Шипулин Владимир Владимирович, shipartphoto@gmail.com

Сведения об авторах:

Шипулин Владимир Владимирович — аспирант, лаборатория радионуклидных методов исследования, Научно-исследовательский институт кардиологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр РАН; 634012, Томск, ул. Киевская, д. 111а; e-mail: shipartphoto@gmail.com;

Андреев Сергей Леонидович — кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отдела сердечно-сосудистой хирургии, Научно-исследовательский институт кардиологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр РАН; 634012, Томск, ул. Киевская, д. 111а; e-mail: cardio@cardio-tomsk.ru;

Прахин Андрей Сергеевич — аспирант отдела сердечно-сосудистой хирургии, Научно-исследовательский институт кардиологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр РАН; 634012, Томск, ул. Киевская, д. 111а; e-mail: cardio@cardio-tomsk.ru;

Завадовский Константин Валерьевич — доктор медицинских наук, руководитель лаборатории радионуклидных методов исследования, Научно-исследовательский институт кардиологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр РАН; 634012, Томск, ул. Киевская, д. 111а; e-mail: cardio@cardio-tomsk.ru;

Шипулин Владимир Митрофанович — доктор медицинских наук, профессор, руководитель отдела сердечно-сосудистой хирургии, Научно-исследовательский институт кардиологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр РАН; 634012, Томск, ул. Киевская, д. 111а; e-mail: cardio@cardio-tomsk.ru.