

УДК 616-079.1

DOI 10.52575/2687-0940-2024-47-3-399-407

Оригинальная статья

Использование робот-ассистированных трепан-биопсий забрюшинных опухолевидных образований под контролем мультиспиральной компьютерной томографии

Пустовгар А.А.

Белгородская областная клиническая больница Святителя Иоасафа,

Россия, 308007, ул. Некрасова, 8/9

E-mail: tobius-visor@yandex.ru

Аннотация. В забрюшинном пространстве могут локализоваться различные типы опухолей, как доброкачественные, так и злокачественные, которые могут развиваться не только в забрюшинных органах, но и исходить из нервов, соединительной или лимфатической ткани. Актуальной является их патоморфологическая диагностика для предписания курса соответствующей терапии. Востребована процедура трансдермальной трепанационной биопсии такого рода опухолей с визуализацией мультиспиральной компьютерной томографии, по большей части реализуемой техникой «свободной руки». Между тем интенсивная радиационная экспозиция не только для пациента, но и для врача интервенционной технологии являются ее негативными сторонами. Автором разработано роботизированное устройство, осуществляющее автоматическое введение биопсийной иглы в «место интереса», с помощью которого произведены диагностические пункции в забрюшинном пространстве у 24 пациентов. В контрольной ретроспективной группе пункции производились методом «свободной руки» у 20 пациентов. Автором показано увеличение точности пункции в основной группе, уменьшение числа осложнений и продолжительности манипуляции. Последнее, наряду с исключением лучевого воздействия на медицинский персонал, позволило снизить его на обследуемого.

Ключевые слова: ретроперитонеальные новообразования, трепанационная биопсия, мультиспиральная компьютерная томография, метод свободной руки, механизированный способ

Для цитирования: Пустовгар А.А. 2024. Использование робот-ассистированных трепан-биопсий забрюшинных опухолевидных образований под контролем мультиспиральной компьютерной томографии. *Актуальные проблемы медицины*, 47(3): 399–407. DOI: 10.52575/2687-0940-2024-47-3-399-407

Финансирование. Работа выполнена без внешних источников финансирования

The Use of Robot-Assisted Trepan Biopsies of Retroperitoneal Tumors under the Control of Multispiral Computed Tomography

Andrey A. Pustovgar

Belgorod Regional Clinical Hospital of St. Joasaph,

8/9 Nekrasov St., Belgorod 308007, Russia

E-mail: tobius-visor@yandex.ru

Abstract. Various types of tumors, both benign and malignant, can be localized in the retroperitoneal space, which can develop not only in retroperitoneal organs, but also originate from nerves, connective or lymphatic tissue. Their pathomorphological diagnosis is relevant for the appointment of adequate treatment. There is a technique of percutaneous core-biopsy of such formations under the control of multispiral computed tomography, most often carried out by the "free hand" method. However, high radiation exposure

© Пустовгар А.А., 2024



not only to the patient, but also to the interventionist doctor are its negative sides. The author has developed a robotic device that automatically inserts a biopsy needle into the "place of interest". It was used for diagnostic punctures in the retroperitoneal space in 24 patients. In the control retrospective group, punctures were performed using the "free hand" method in 20 patients. The authors reveal an enhancement of the accuracy of puncture in the main group, a reduction in the amount of complications and of the duration of manipulation. The latter, along with the exclusion of radiation exposure to medical personnel, made it possible to reduce it on the subject.

Keywords: retroperitoneal neoplasms, trepanation biopsy, multispiral computed tomography, free hand method, the mechanized method

For citation: Pustovgar A.A. 2024. The Use of Robot-Assisted Trepan Biopsies of Retroperitoneal Tumors under the Control of Multispiral Computed Tomography. *Challenges in Modern Medicine*, 47(3): 399–407 (in Russian). DOI: 10.52575/2687-0940-2024-47-3-399-407

Funding: The work was carried out without external sources of funding.

Введение

Вопреки тому, что в современных условиях большинство новообразований можно идентифицировать визуально, окончательный диагноз и назначение курса терапии базируется на результатах гистологического исследования, а для назначения таргетных препаратов оно является обязательным [Мельников, 2019; Королюк, Линденбратен, 2020].

В настоящее время отмечается совершенствование технической базы лучевой диагностики, а также развитие интервенционной радиологии [Вебер и др., 2020; Proto, Sillanpää, 2022]. Успешно проводятся диагностические пункции новообразований различных локализаций с целью забора материала для цитологического и гистологического исследования [Китаев и др., 2017; Терновой и др., 2020]. В наши дни интервенционные методики широко распространены в ряде областей медицины и заменили во многих случаях обширные хирургические вмешательства для получения гистологического материала [Rousseau et al., 2019; Warhadpande et al., 2022; Hosseini et al., 2023].

Пункционные биопсии проводятся под различными методами навигации: ультразвуковой, магниторезонансной томографией. Однако наиболее точной, обладающей большей разрешающей способностью визуализировать новообразования размерами 5 мм является мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) [Sánchez et al., 2017; Tam et al., 2020; Morgan et al., 2021]. Единственным недостатком метода является высокая лучевая нагрузка на пациента, которая еще больше увеличивается при интервенционном вмешательстве в связи с его большей длительностью. Также лучевому воздействию подвергается врач-интервенционист, чаще всего проводящий пункцию методом «свободной руки» и находящийся рядом с пациентом [Sarmiento et al., 2018]. В этой связи во всем мире ведутся разработки устройств, позволяющих вводить биопсийную иглу автоматически без присутствия врача в зоне радиационной облучения, кроме того, считается, что использование подобных устройств увеличивает точность манипуляции и снижает количество осложнений [Lamba et al., 2016].

В забрюшинном пространстве могут локализоваться различные типы опухолей, как доброкачественные, так и злокачественные, которые могут развиваться не только в забрюшинных органах, но и исходить из нервов, соединительной или лимфатической ткани. Часто забрюшинные опухоли могут протекать бессимптомно и быть обнаружены случайно во время исследований, проводимых по поводу других заболеваний, или на поздних стадиях из-за увеличения их размеров, что приводит к симптомам сдавления соседних органов и их инвазии. Как и другие авторы, мы считаем, что гистопатологический диагноз играет важную роль в их адекватном лечении [Marcu et al., 2019].

Цель и задачи исследования

Целью и задачами нашего исследования явилась разработка роботизированного устройства для проведения автоматической пункционной биопсии новообразований различных локализаций, позволяющей исключить присутствие врача в зоне облучения, повысить точность пункции, снизить продолжительность манипуляции, оценить преимущество автоматизированного метода по сравнению с методом «свободной руки» при биопсии новообразований забрюшинного пространства.

Материал и методы исследования

В современных экономических условиях на фоне многочисленных санкций в отношении России, повлекших за собой необходимость импорт-замещения, на кафедре госпитальной хирургии НИУ «БелГУ» совместно с отделением лучевой диагностики ОКБ Святителя Иоасафа при непосредственном участии автора создано роботизированное устройство для автоматической биопсии мягких тканей [Пустовгар и др., 2019].

Сконструированная система включает в себя полукруглый кронштейн, который установлен на опоре, что дает ему возможность проворачиваться одновременно с фиксатором иглы при проведении процедуры забора образца ткани. Прибор оснащен электроприводным устройством, которое делает возможным движение всей конструкции по различным векторам. Габариты опоры крепления совпадают со средним объемом туловища обследуемого. По наружному периметру опоры агрегат снабжен выступами для закрепления ремнями на корпусе обследуемого. Представленная конструкция прочно фиксирует всю конструкцию к корпусу обследуемого, гарантируя оперативное и четкое проникновение иглы в интересующий район под пультовым управлением (рис. 1). Использование данной разработки в клинических условиях разрешено локальным этическим комитетом.

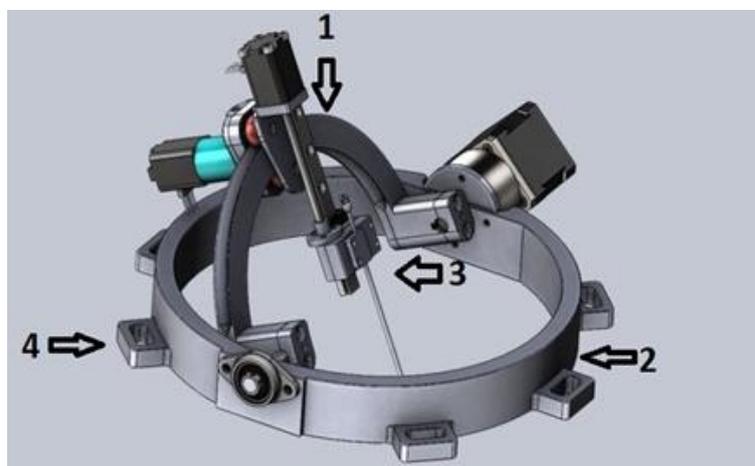


Рис. 1. Механическое устройство для трепанационной биопсии паренхиматозных органов, внешний облик: 1 – кронштейн, 2 – опора, 3 – фиксатор иглы, 4 – выступы для закрепления ремней при фиксации к корпусу обследуемого

Fig. 1. Mechanical device for trepanation biopsy of parenchymal organs, appearance: 1 – bracket, 2 – support, 3 – needle retainer, 4 – projections for fastening straps when fixed to the body of the subject

Для процесса визуализации использовалась МСК-томограф «Aquilion Lightning» (TSX-036A) японской фирмы «Canon Medical Systems Corporation». В его комплектацию входит пакет для выполнения интервенционных процедур, управляющий блок в центре управления, дисплей, прикладное обеспечение, узел для увеличения дистанции между гентри и столом, узел моделирования скорости движения гентри (до 0,5 сек). Система снабжена прикладным программным обеспечением для автоматизированного поиска патологических новообразований.

Методика автоматизированной пункции осуществлялась следующим образом. При первоначальной визуализации тестировали укладку обследуемого на компьютерном столе, намечали место забора ткани и рассчитывали вектор движения иглы. По окончании монтирования аппарат фиксировали на корпусе обследуемого. Выполняли дезинфекцию области пункции, местную анестезию, рассекали кожу. Коаксиальную иглу фиксировали в устройстве, ее кончик сближали с разрезом кожи, держатель фиксировали в требуемой позиции. Удаленно, из операторской, осуществляли корректировку вектора движения иглы и при приостановке дыхания обследуемым удаленно вводили иглу на нужную глубину в ткани организма. После достижения концом иглы намеченной цели выполняли забор материала и извлечение иглы. Исходя из протяженности хода задействовались коаксиальные иглы 10–15 см типовых диаметров G14 – G17. По завершению процесса осуществляли МСКТ-контроль для диагностики потенциальных осложнений. На рис. 2 отображено проведение механизированной биопсии в кабинете компьютерной диагностики.



Рис. 2. Проведение механизированной биопсии ретроперитонеальной области прямым задним доступом

Fig. 2. Conducting a mechanized biopsy of the retroperitoneal region by direct posterior access

Извлеченные биоптаты обрабатывались 10%-м формалином, обезживались спиртом и помещались в парафин. Готовились микротомные срезы, производилась их окраска гематоксилин-эозином. Затем препараты помещались в полистироль и исследовались под микроскопом.

В контрольной ретроспективной группе пациентов биопсия проводилась методом «свободной руки», которая широко освещена в литературе [Kubik et al., 2015; Beitone et al., 2021]. Кратко она заключалась в следующем. На время процедуры пациента помещали в томограф в положении лежа на столе (на боку или на животе) в зависимости от планирования траектории иглы. Биопсию выполняли под местной анестезией. Врач вводил иглу и продвигал ее по пункционной траектории. Прохождение иглы непрерывно контролировалось снимками МСКТ. Как только кончик иглы достигал «точки интереса», врач делал забор ткани. Таким образом, биопсия методом «свободной руки» проводилась под скопической навигацией в режиме «реального времени». В зоне воздействия ионизирующего излучения находился как пациент, так и врач.

В данный раздел исследования включены пациенты с поражениями брюшинного пространства в связи с подозрением на злокачественную лимфому, метастазы в лимфатические узлы или первичную опухоль. Контрольную ретроспективную группу составили 20 пациентов (11 мужчин и 9 женщин), основную группу – 24 пациента (14 мужчин и 10 женщин). Средний возраст обследуемых в основной группе соответствовал $59,5 \pm$

6,4 года, в контрольной группе – $56,2 \pm 7,2$ года ($p = 0,16$). Масса тела обследуемых в основной группе составила $82,2 \pm 4,4$ кг, в контрольной группе – $80,5 \pm 5,3$ кг ($p = 0,19$).

Размеры пораженных участков варьировались в обеих группах от 1,4 до 12,6 см в диаметре. Средний диаметр образования в основной группе составил $5,2 \pm 1,4$ см, в контрольной группе – $4,8 \pm 2,2$ см ($p = 0,24$). Из 44 пациентов очаги поражения, соответственно в основной/контрольной группе, были меньше 3 см у 13 (7/6) пациентов, от 3 до 6 см – у 16 (9/7) пациентов и больше 6 см – у 15 (8/7) пациентов. При этом очаги поражения в обеих группах значительно различались по месту локализации. Так, в основной/контрольной группе 14/10 были парааортальными, 3/2 – ретрокавальными, 2/2 располагались внутри поясничной мышцы или прилегали к ней, 2/2 – в подвздошной области, 2/1 – в пресакральном пространстве, 1/3 – в паравертебральной области. Глубина трека составляла от 3,5 до 11,5 см. В основной группе его длина в среднем составила $8,6 \pm 0,8$ см, в контрольной группе – $7,9 \pm 0,9$ см ($p = 0,06$). Таким образом, состав обследуемых по возрасту, полу, объему патологических очагов в сравниваемых группах достоверно не отличался.

Результаты и их обсуждение

Обе методики оказались технически успешными у всех пациентов обеих групп. Оценка результатов показала, что в обеих группах не было статистических различий по видам доступов к «месту интереса». Передний доступ с пациентом, находящимся в переднем наклонном положении, был выполнен у 2/1 пациентов, задний доступ с пациентом в положении лежа на животе – у 22/19 пациентов в основной/контрольной группе. У каждого пациента, вне зависимости от осуществляемой методики, было произведено в среднем 2 забора материала из разных точек с диапазоном 1–4 в течение одной процедуры. Патологический диагноз не был поставлен 2 пациентам основной группы и 2 пациентам контрольной группы в результате нерепрезентативности либо недостаточного количества материала. Средний диаметр данных образований составлял 4 см, а длина траектории доступа – в среднем 10 см по глубине. Эти результаты соответствуют данным литературы, по которым на сегодняшний день морфологически дифференцируются только 80–90 % новообразований [Abi-Jaoudeh et al., 2016; Tomita et al., 2020; Shao et al., 2018].

Из 2 групп пациентов 39 пунктируемых образований оказались злокачественными и только 5 были доброкачественными: у 2 пациентов в основной группе и у 3 в контрольной группе. Из злокачественных новообразований преобладали лимфомы – у 20 пациентов, у 10 пациентов были диагностированы метастазы в лимфатические узлы, у 9 – первичные опухоли. В 2 случаях это была рабдомиосаркома, в 1 – злокачественная опухоль оболочки периферического нерва, в 1 – примитивная нейроэктодермальная опухоль, в 1 – злокачественная шваннома, в 1 – местный рецидив рака прямой кишки, еще в 2 случаях – саркома, которая не поддавалась подклассификации. Доброкачественные новообразования включали шванномы в 4 случаях и 1 ангиомиолипому. Аналогичный спектр гистологических результатов представлен и в работах других исследователей [Largos et al., 2019; Nardi et al., 2024].

Серьезных осложнений, потребовавших хирургического вмешательства, не было зарегистрировано в обеих группах пациентов. Некритичные осложнения были отмечены у 2 пациентов основной группы и у 5 – контрольной группы. У 3 пациентов были отмечены небольшие забрюшинные гематомы в поясничной мышце и у 2 пациентов – в прилегающей к ней клетчатке, что было диагностировано при контрольной МСКТ сразу после пункции (рис. 3, а, б). При обзоре литературы процент осложнений не превышал таковой по данным других исследований, а в основной группе был ниже [Largos et al., 2019; Drovak et al., 2020].

Гистологические диагнозы полученных образцов ткани как злокачественные результаты в обеих группах обследуемых были в полной мере доказаны их хирургическим удалением с последующей гистологической верификацией в 4 случаях, периодическим визуальным контролем на протяжении 6 месяцев и более – в 40 случаях.

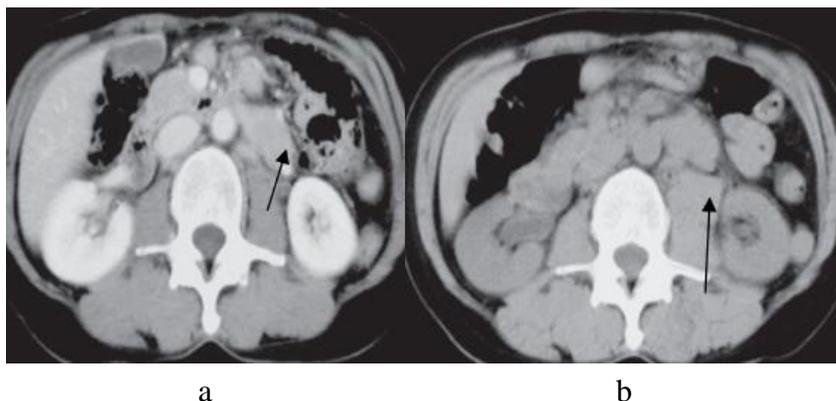


Рис. 3. а – диагностическая МСКТ в аксиальной плоскости с контрастированием, положение пациента лежа на спине; стрелкой указано новообразование в парааортальной области диаметром 3 см. б – контрольная МСКТ после биопсии задним доступом с визуализацией забрюшинной гематомы (стрелка)

Fig. 3. a – diagnostic MSCT in the axial plane with contrast, the position of the patient lying on his back; the arrow indicates a neoplasm in the paraaortic region with a diameter of 3 cm. b – control MSCT after a posterior access biopsy with visualization of retroperitoneal hematoma (arrow)

Из 5 случаев новообразований, определенных как доброкачественные, 2 – в основной группе и 3 – в контрольной группе, 4 оставались стабильными при контрольной МСКТ через 6 и 12 месяцев. У одного пациента контрольной группы новообразование, расцененное при гистологическом исследовании как лимфаденопатия, в ходе наблюдения постепенно увеличивалась в размерах, и при повторной биопсии лимфоузла было диагностировано метастазирование рака толстой кишки. Из оставшихся 4 поражений, интерпретируемых вначале как доброкачественные, в дальнейшем 1 оказалось злокачественным при повторной биопсии, а при последующей визуализации – 3.

Результаты интерпретировали согласно рекомендациям И.П. Королюк, Л.Д. Линденбрaten [Королюк, Линденбрaten, 2020]. Результаты биопсий этой серии показали в основной группе 22 истинно положительных результата и 2 ложно отрицательных результата; в контрольной группе – 17 истинно положительных результатов, 2 ложноотрицательных результата и 1 истинно отрицательный результат.

Таким образом, в основной группе мы получили чувствительность метода 91,6 %, специфичность – 100 %, точность – 91,6 %; в контрольной группе чувствительность – 85 %, специфичность – 100 %, точность – 85 %.

Средняя длительность проведения процедуры в основной группе составила $29,3 \pm 8,5$ мин, в контрольной – $45,5 \pm 9,7$ мин ($p < 0,001$). Таким образом, за счет сокращения продолжительности процедуры удалось снизить лучевую нагрузку на пациента. В среднем эффективная эквивалентная доза радиации, полученная пациентами основной группы, составила $10,9 \pm 0,9$ мЗв, а пациентами контрольной группы – $15,7 \pm 1,4$ ($p = 0,01$).

Заключение

Поражения лимфатических узлов и наличие внеорганных новообразований забрюшинной области отличается большой патоморфологической гетерогенностью. Наше исследование показало, что их чрескожная трепан-биопсия под МСКТ-навигацией является эффективной диагностической процедурой, позволяющей избежать диагностических открытых или лапароскопических оперативных вмешательств и в большинстве случаев установить гистологический диагноз для назначения таргетной терапии или последующего оперативного лечения. В то же время следует подчеркнуть, что биопсия под контролем МСКТ чаще всего проводится методом «свободной руки», лучевому воздействию подвергается

как пациент, так и врач-интервенционист, кроме того, лучевая нагрузка при интервенционных методах значительно выше, чем при обычных диагностических МСКТ. Разработанное устройство для чрескожной пункционной биопсии за счет в большей степени аккуратного автоматического продвижения иглы по запланированному вектору сделало возможным повысить точность метода, сократить количество осложнений, продолжительность процедуры, что сказалось на снижении лучевой экспозиции обследуемого. Также автоматизированный метод позволил исключить лучевое воздействие на медицинский персонал.

Список литературы

- Вебер Э., Виленски Дж.А., Кармайкл С.У., Ли К.С. 2020. Лучевая анатомия. Атлас с иллюстрациями Неттера. Пер. с англ. Издательство Панфилова, 504 с.
- Китаев В.М., Бронов О.Ю., Пихута Д.А., Кузин В.С., Круглина Р.В., Шебряков В.В. 2017. Лучевая диагностика сегодня: традиции и инновации. Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова. 12(4), часть 1: 97–99.
- Королюк И.П., Линденбратен Л.Д. 2020. Лучевая диагностика: Учебник, 3-е изд., перераб. и доп. М.: БИНОМ, 496 с. ISBN 978-5-9518-0548-5
- Мельников В.В. 2019. Рентгенография в диагностике заболеваний органов грудной клетки. 2-е издание. Жанр, Медицина, 281 с.
- Пустовгар А.А., Ломакин К.А., Казеный А.Б. Стереотаксический держатель иглы для биопсии паренхиматозных органов // Патент РФ №190455. Патентообладатель Пустовгар Андрей Андреевич. 2019. Бюл. № 19.
- Терновой С.К., Васильев А.Ю., Синицын В.Е., Шехтер А.И. 2020. Лучевая диагностика и терапия. В 2-х томах. Медицина.
- Abi-Jaoudeh N., Fisher T., Jacobus J., Skopec M., Radaelli A., Van Der Bom I.M., Wesley R., Wood B.J. 2016. Prospective Randomized Trial for Image Guided Biopsy Using Cone Beam Computed Tomography Navigation Compared to Conventional Computed Tomography. *J. Vasc. Interv. Radiol.* 27(9) : 1342–1349. doi:10.1016/j.jvir.2016.05.034.
- Beitone C., Fiard G., Troccaz J. 2021. Towards Real-Time Free-Hand Biopsy Navigation. *Med Phys.* 48(7) : 3904–3915. doi: 10.1002/mp.14582.
- Dvorak P., Hoffmann P., Balik M., Hoffmannova M., Kopecky J. Dvorakova R., Nova M. 2020. Percutaneous Biopsy of Retroperitoneal Lesions – 10-Year Experience of a Single Centre. *Biomed. Pap. Med. Fac. Univ. Palacky Olomouc Czech Repub.* 164(4) : 435–443. doi: 10.5507/bp.2019.028.
- Hosseini S.M., Talebi Boroujeni P., Dalil D., Hosseini Siyanaki M.R., Golestanha S.A., Gity M. 2023. Worldwide Knowledge About Interventional Radiology Among Medical Students: Findings of a Comprehensive Review. *Cardiovasc. Intervent. Radiol.* 46(11): 1641–1654. doi: 10.1007/s00270-023-03558-z
- Kubik M.J., Bovbel A., Goli H., Saremian J., Siddiqi A., Masood S. 2015. Diagnostic Value and Accuracy of Imprint Cytology Evaluation During Image-Guided Core Needle Biopsies: Review of Our Experience at a Large Academic Center. *Diagn. Cytopathol.* 43(10): 773–779. doi: 10.1002/dc.23300.
- Lagos C.C., Gallardo E., Huete Á. 2019. CT-Guided Core Biopsy for Retroperitoneal Lesions. Experience in 136 Procedures. *Rev. Med. Chil.* 147(10): 1266–1272. doi: 10.4067/s0034-98872019001001266.
- Lamba R., Corwin M.T., Fananapazir G. 2016. Practical Dose Reduction Tips for Abdominal Interventional Procedures Using CT-Guidance. *Abdom. Radiol (NY).* – 41(4): 743–753. doi: 10.1007/s00261-016-0670-6.
- Marcu R.D., Diacontu C.C., Constantin T., Socea B., Radu F.I., Mischianui D.L.D., Bratu O.G. 2019. Minimally Invasive Biopsy in Retroperitoneal Tumors (Review). *Experimental and Therapeutic Medicine.* 18: 5016–5020. doi: 10.3892/etm.2019.8020
- Morgan R., Cleveland T., Hamady M., Oberoi R., Haslam P. 2021. Interventional Radiology in the 21st Century: Planning for the Future. *Clin. Radiol.* 76(12): 865–869. doi: 10.1016/j.crad.2021.10.001.
- Nardi W., Nicolas N., El Zein S., Tzanis D., Bouhadiba T., Helfre S., Watson S., Brisse H.J., Servois V., Bonvalot S. 2024. Diagnostic Accuracy and Safety of Percutaneous Core Needle Biopsy of Retroperitoneal Tumours. *Eur. J. Surg. Oncol.* 50(1): 107298. doi: 10.1016/j.ejso.2023.107298.
- Protto S., Sillanpää N. 2022. Interventional Radiology: Tradition or Evolution? *Cardiovasc. Intervent. Radiol.* 45(10): 1566–1567. doi: 10.1007/s00270-022-03124-z.



- Rousseau H., Vernhet-Kovacsik H., Mouroz P.R., Otal P., Meyrignac O., Mokrane F.Z. 2019. Future of Interventional Radiology. *Presse. Med.* 48(6): 648–654. doi: 10.1016/j.lpm.2019.03.015 (in French).
- Sánchez Y., Anvari A., Samir A.E., Arellano R.S., Prabhakar A.M., Uppot R.N. 2017. Navigational Guidance and Ablation Planning Tools for Interventional Radiology. *Curr. Probl. Diagn. Radiol.* 46(3): 225–233. doi: 10.1067/j.cpradiol.2016.11.002.
- Sarmento S., Pereira J.S., Sousa M.J., Cunha L.T., Dias A.G. 2018. The Use of Needle Holders in CTF Guided Biopsies as a Dose Reduction Tool. *J. Applin. Med. Phys.* 19(1): 250–258. doi: 10.1002/acm2.12234
- Shao H., McCarthy C., Wehrenberg-Klee E., Thabet A., Uppot R., Dawson S. 2018. CT-Guided Percutaneous Needle Biopsy of Retroperitoneal and Pelvic Lymphadenopathy: Assessment of Technique, Diagnostic Yield, and Clinical Value. *J. VascInterv. Radiol.* 29: 1429–1436.
- Tam A.L., Heran M.K.S., Sangha B.S., Rafiei P., Ramalingam V. 2019. Society of Interventional Radiology Standards Division 2019 Document Review. *J Vasc. Interv. Radiol.* 31(2): 282–283. doi: 10.1016/j.jvir.2019.10.007.
- Tomita K., Iguchi T., Hiraki T., Matsui Y., Uka M., Komaki T., Gobara H., Kanazawa S. 2020. Computed Tomography Fluoroscopy-Guided Core Needle Biopsy of Abdominal Para-Aortic Lesions: A Retrospective Evaluation of the Diagnostic Yield and Safety. *Interventional Radiology.* 5(3): 128–133.
- Warhadpande S., Khaja M.S., Kaufman C., Rochon P.J., Marx M.V., Sabri S.S. 2022. Early Lessons Learned with the Independent IR Residency Selection Process: Similarities and Differences from the Vascular and Interventional Radiology Fellowship. *Acad. Radiol.* 29(10): 1590–1594. doi:10.1016/j.acra.2021.10.010.

References

- Veber E., Vilenski Dzh.A., Karmajkl S.U., Li K.S. 2020. Luchevaya anatomiya. Atlas s illyustracijami Nettera [Radiation Anatomy. Atlas with Illustrations by Netter]. Per. s angl. Izdatel'stvo Panfilova, 504 s.
- Kitaev V.M., Bronov O.Yu., Pihuta D.A., Kuzin V.S., Kruglina R.V., Shebryakov V.V. 2017. Luchevaya diagnostika segodnya: tradicii i innovacii [Radiation Diagnostics Today: Traditions and Innovations]. *Vestnik Nacional'nogo mediko-hirurgicheskogo Centra im. N.I. Pirogova.* 12(4), chast' 1: 97–99.
- Korolyuk I.P., Lindenbraten L.D. 2020. Luchevaya diagnostika [Radiation Diagnostics]: Uchebnik, 3-e izd., pererab. i dop. M.: BINOM, 496 s. ISBN 978-5-9518-0548-5
- Mel'nikov V.V. 2019. Rentgenografiya v diagnostike zabojevanij organov grudnoj kletki [Radiography in the Diagnosis of Diseases of the Chest Organs]. 2-e izdanie. Zhanr, Medicina, 281 s.
- Pustovgar A.A., Lomakin K.A., Kazenyj A.B. Stereotaksicheskij derzhatel' igly dlya biopsii parenhimatoznyh organov [Stereotactic Needle Holder for Solid Organ Biopsy] // Patent RF № 190455. Patentoobladatel' Pustovgar Andrej Andreevich. 2019. Byul. № 19.
- Ternovoj S.K., Vasil'ev A.Yu., Sinicyn V.E., Shekhter A.I. 2020. Luchevaya diagnostika i terapiya [Radiation Diagnostics and Therapy]. V 2-h tomah. Medicina.
- Abi-Jaoudeh N., Fisher T., Jacobus J., Skopec M., Radaelli A., Van Der Bom I.M., Wesley R., Wood B.J. 2016. Prospective Randomized Trial for Image Guided Biopsy Using Cone Beam Computed Tomography Navigation Compared to Conventional Computed Tomography. *J. Vasc. Interv. Radiol.* 27(9) : 1342–1349. doi:10.1016/j.jvir.2016.05.034.
- Beitone C., Fiard G., Troccaz J. 2021. Towards Real-Time Free-Hand Biopsy Navigation. *Med Phys.* 48(7) : 3904–3915. doi: 10.1002/mp.14582.
- Dvorak P., Hoffmann P., Balik M., Hoffmannova M., Kopecky J. Dvorakova R., Nova M. 2020. Percutaneous Biopsy of Retroperitoneal Lesions – 10-Year Experience of a Single Centre. *Biomed. Pap. Med. Fac. Univ. Palacky Olomouc Czech Repub.* 164(4) : 435–443. doi: 10.5507/bp.2019.028.
- Hosseini S.M., Talebi Boroujeni P., Dalil D., Hosseini Siyanaki M.R., Golestanha S.A., Gity M. 2023. Worldwide Knowledge About Interventional Radiology Among Medical Students: Findings of a Comprehensive Review. *Cardiovasc. Intervent. Radiol.* 46(11): 1641–1654. doi: 10.1007/s00270-023-03558-z
- Kubik M.J., Bovbel A., Goli H., Saremian J., Siddiqi A., Masood S. 2015. Diagnostic Value and Accuracy of Imprint Cytology Evaluation During Image-Guided Core Needle Biopsies: Review of Our Experience at a Large Academic Center. *Diagn. Cytopathol.* 43(10): 773–779. doi: 10.1002/dc.23300.
- Lagos C.C, Gallardo E., Huete Á. 2019. CT-Guided Core Biopsy for Retroperitoneal Lesions. Experience in 136 Procedures. *Rev. Med. Chil.* 147(10): 1266–1272. doi: 10.4067/s0034-98872019001001266.

- Lamba R., Corwin M.T., Fananapazir G. 2016. Practical Dose Reduction Tips for Abdominal Interventional Procedures Using CT-Guidance. *Abdom. Radiol (NY)*. – 41(4): 743–753. doi: 10.1007/s00261-016-0670-6.
- Marcu R.D., Diaconu C.C., Constantin T., Socea B., Radu F.I., Mischianui D.L.D., Bratu O.G. 2019. Minimally Invasive Biopsy in Retroperitoneal Tumors (Review). *Experimental and Therapeutic Medicine*. 18: 5016–5020. doi: 10.3892/etm.2019.8020
- Morgan R., Cleveland T., Hamady M., Oberoi R., Haslam P. 2021. Interventional Radiology in the 21st Century: Planning for the Future. *Clin. Radiol*. 76(12): 865–869. doi: 10.1016/j.crad.2021.10.001.
- Nardi W., Nicolas N., El Zein S., Tzanis D., Bouhadiba T., Helfre S., Watson S., Brisse H.J., Servois V., Bonvalot S. 2024. Diagnostic Accuracy and Safety of Percutaneous Core Needle Biopsy of Retroperitoneal Tumours. *Eur. J. Surg. Oncol*. 50(1): 107298. doi: 10.1016/j.ejso.2023.107298.
- Protto S., Sillanpää N. 2022. Interventional Radiology: Tradition or Evolution? *Cardiovasc. Intervent. Radiol*. 45(10): 1566–1567. doi: 10.1007/s00270-022-03124-z.
- Rousseau H., Vernhet-Kovacsik H., Mouroz P.R., Otal P., Meyrignac O., Mokrane F.Z. 2019. Future of Interventional Radiology. *Presse. Med*. 48(6): 648–654. doi: 10.1016/j.lpm.2019.03.015 (in French).
- Sánchez Y., Anvari A., Samir A.E., Arellano R.S., Prabhakar A.M., Uppot R.N. 2017. Navigational Guidance and Ablation Planning Tools for Interventional Radiology. *Curr. Probl. Diagn. Radiol*. 46(3): 225–233. doi: 10.1067/j.cpradiol.2016.11.002.
- Sarmiento S., Pereira J.S., Sousa M.J., Cunha L.T., Dias A.G. 2018. The Use of Needle Holders in CTF Guided Biopsies as a Dose Reduction Tool. *J. Applin. Med. Phys*. 19(1): 250–258. doi: 10.1002/acm2.12234
- Shao H., McCarthy C., Wehrenberg-Klee E., Thabet A., Uppot R., Dawson S. 2018. CT-Guided Percutaneous Needle Biopsy of Retroperitoneal and Pelvic Lymphadenopathy: Assessment of Technique, Diagnostic Yield, and Clinical Value. *J. VascInterv. Radiol*. 29: 1429–1436.
- Tam A.L., Heran M.K.S., Sangha B.S., Rafiei P., Ramalingam V. 2019. Society of Interventional Radiology Standards Division 2019 Document Review. *J Vasc. Interv. Radiol*. 31(2): 282–283. doi: 10.1016/j.jvir.2019.10.007.
- Tomita K., Iguchi T., Hiraki T., Matsui Y., Uka M., Komaki T., Gobara H., Kanazawa S. 2020. Computed Tomography Fluoroscopy-Guided Core Needle Biopsy of Abdominal Para-Aortic Lesions: A Retrospective Evaluation of the Diagnostic Yield and Safety. *Interventional Radiology*. 5(3): 128–133.
- Warhadpande S., Khaja M.S., Kaufman C., Rochon P.J., Marx M.V., Sabri S.S. 2022. Early Lessons Learned with the Independent IR Residency Selection Process: Similarities and Differences from the Vascular and Interventional Radiology Fellowship. *Acad. Radiol*. 29(10): 1590–1594. doi:10.1016/j.acra.2021.10.010.

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 24.05.2024

Поступила после рецензирования 06.06.2024

Принята к публикации 14.08.2024

Received May 24, 2024

Revised June 06, 2024

Accepted August 14, 2024

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Пустовгар Андрей Андреевич, врач отделения лучевой диагностики, Белгородская областная клиническая больница Святителя Иоасафа, г. Белгород, Россия

 [ORCID: 0009-0007-8678-1950](https://orcid.org/0009-0007-8678-1950)

INFORMATION ABOUT AUTHOR

Andrey A. Pustovgar, Doctor of the Department of Radiation Diagnostics, Belgorod Regional Clinical Hospital of St. Joseph, Belgorod, Russia