

Позитронная эмиссионная томография в диагностике рака пищевода

Д.А. Джужа¹, С.Д. Мясоедов²

Национальный институт рака
МЗ Украины, г. Киев¹,
Национальная медицинская академия
последипломного образования
им. П.Л. Шупика, г. Киев²

Рак пищевода (РП) является восьмой по частоте злокачественной опухолью в мире, приводящей в 400 000 смертям ежегодно [5]. В США заболеваемость РП постепенно увеличивается в течение последних 25 лет приблизительно на 4,5 случая на 100 000 человек ежегодно, отношение смертность/заболеваемость продолжает оставаться высоким – 0,9 [70]. Прогноз РП, в том числе рака гастроэзофагального соединения (ГЭС), во всем мире плохой. В Великобритании 5-летняя выживаемость составляет около 13 % [6]. Главной причиной неблагоприятного прогноза является бессимптомность процесса на ранних стадиях; большинство случаев диагностируется, когда процесс становится локально распространенным с вовлечением регионарных лимфоузлов или появляются отдаленные метастазы [83].

В Украине в 2017 году общая заболеваемость раком пищевода на 100 тыс. населения составила 4,4, общая смертность – 3,6. Рост заболеваемости в 2016 году по сравнению с 2015 годом составил 2,6 %; не прожили 1 года из выявленных в 2016 году – 67,6 % [1].

Наиболее часто заболевают мужчины в возрасте старше 45-50 лет. Гистологически РП в 93-95 % плоскоклеточный, аденокарциномы составляют 3-5 %, редкие формы злокачественных опухолей пищевода – нейроэндокринные опухоли, лимфомы, саркомы. РП рано метастазирует лимфогенным путем в шейные, медиастинальные и перигастральные лимфатические узлы, гематогенным – преимущественно в легкие, печень, кости.

Основой радикального лечения локального РП является хирургическая резекция с лимфаденэктомией. Мультиmodalный подход позволяет увеличить выживаемость на 7-13 % [21, 63, 75]. Несмотря на значительное улучшение хирургических методик и послеоперационного ведения, резекция пищевода все еще имеет высокий уровень осложнений, послеоперационная смертность составляет от 1 до 8 % [35]. Кроме того, плохую послеоперационную выживаемость име-

ют больные с полной резекцией опухоли и не диагностированными отдаленными метастазами на момент операции. 5-летняя выживаемость больных с радикальным лечением остается относительно низкой – 20-47 % [31, 56, 63, 67]. Получение точной информации о стадии заболевания позволяет снизить высокие риски, связанные с резекцией РП, поскольку только больные с потенциально курабельной резекцией могут считаться кандидатами на оперативное лечение [35].

Стадирование

Стадирование РП определяет план лечения, который может включать локальную, комбинированную и системную терапию [35].

После уточнения клинического диагноза эндоскопической биопсией и патогистологическим исследованием распространенность опухоли оценивается с применением нескольких методов визуализации – эндоскопического ультразвукового исследования (ЭУЗИ), компьютерной томографии (КТ), рентгенографии, магнитно-резонансной томографии (МРТ), позитронной эмиссионной томографии с ¹⁸F-фтордезоксиглюкозой (ФДГ-ПЭТ), остеосцинтиграфии [82]. Наиболее распространенные модальности стадирования РП – ЭУЗИ и КТ органов грудной и брюшной полостей (КТ ОГБП). ЭУЗИ позволяет хорошо дифференцировать ранние стадии опухолевого роста и распространенные первичные поражения. В сочетании с тонкоигольной аспирационной биопсией ЭУЗИ стало важным инструментом оценки регионарных лимфатических узлов [3]. Чувствительность ЭУЗИ в диагностике первичной опухоли колеблется в пределах 85-95 %, регионарных метастазов – 70-80 %, точность в оценке первичной опухоли и регионарных метастазов – соответственно 85 и 75 % [39, 92]. По данным метаанализа 49 исследований чувствительность ЭУЗИ в определении T-стадии – 81-

90 %, специфичность – 99 % [72]. ЭУЗИ имеет определенные ограничения: обструкция пищевода может делать прохождение эндоскопа ниже опухоли невозможным и не давать точно оценить распространенность процесса. Метод не эффективен в оценке отдаленных метастазов [16, 83].

До внедрения в практику КТ точное первичное стадирование отмечалось у 20-30 % больных РП [28]. С появлением томографических изображений точность стадирования значительно улучшилась, поскольку КТ дает возможность оценить как местную инвазию, так и отдаленные метастазы. Ранние исследования эффективности КТ в оценке резектабельности сообщали точность до 90 %, однако, в более поздних работах показатель был в пределах 50-60 % [24, 64, 84, 92]. КТ особенно полезна в диагностике печеночных и адреналовых метастазов, но менее точна в оценке распространенности первичного очага и вовлечения лимфоузлов. В исследовании [18] чувствительность КТ в диагностике метастазов в чревные лимфоузлы, печень и легкие составляла соответственно 69, 73, 90 % и превышала чувствительность абдоминального УЗИ, ЭУЗИ и рентгенографии легких при этих локализациях. Применение комбинации КТ и УЗИ шеи для диагностики метастазов в надключичные лимфоузлы и КТ ОГБП для диагностики метастазов в чревные лимфатические узлы, печень и легкие является экономически оправданной тактикой. УЗИ брюшной полости, рентгенография грудной клетки, ЭУЗИ для диагностики отдаленных метастазов имеют ограниченное значение и должны применяться только при специальных показаниях.

МРТ-изображения во многом сходны с КТ-томограммами и не дали существенного улучшения предоперационного стадирования. Однако МРТ может быть несколько лучше для оценки взаимоотношений опухоли и сосудистых структур [35]. Уже первые работы, посвященные роли ФДГ-ПЭТ в стадировании РП в 90-х годах прошлого века, показали ее высокую диагностическую эффективность [35, 65]. В первичных опухолях плоскоклеточного РП, как правило, отмечается высокое накопление ФДГ, но чувствительность метода заметно снижается при новообразованиях размерами менее 5–8 мм, что связано с ограниченным пространственным разрешением ПЭТ-сканеров [34]. Согласно исследованиям Н. Kato et al. чувствительность ПЭТ в диагностике pT_1 опухолей составляла 43 %, T_2 – 83 %, T_3 – 97 %, T_4 – 100 % [80]. ПЭТ не может адекватно оценить степень инвазии опухоли в

слизистую пищевода и дифференцировать рак *in situ* и инвазивный рост [71].

При аденокарциномах более частой причиной негативных результатов является низкое накопление РФП или его отсутствие. Не накапливающие опухоли часто плохо дифференцированы, слизесодержащего типа, имеют диффузный тип роста, не свойственный опухолям желудочно-кишечного тракта [32]. Причиной низкой фиксации ФДГ может быть отсутствие экспрессии глюкозного транспортера GLUT-1 на поверхности опухолевых клеток [30]. Ложноположительные результаты могут быть вызваны эзофагитами токсического, радиационного и инфекционного характера, доброкачественными процессами [71].

При первичной диагностике ЭУЗИ остается в настоящее время стандартом для оценки локального процесса, ПЭТ имеет вспомогательное значение [80]. Очевидно, рутинное применение ПЭТ не показано при ранних стадиях РП, поскольку метод не позволяет точно оценить глубину инвазии в стенку пищевода, а вероятность отдаленных метастазов низка [11, 46].

В диагностике регионарных метастазов РП чувствительность, специфичность и точность ФДГ-ПЭТ составляли соответственно 52-57, 94-97 и 84-86 %, тогда как эти показатели при КТ были 15-18, 97-99, 77-78 % [27, 42]. По данным [88] чувствительность и специфичность ПЭТ в диагностике регионарных метастазов были 33 и 89 %, ЭУЗИ – соответственно 81 и 67 %. Более высокая чувствительность ЭУЗИ в оценке регионарных метастазов показана и в других исследованиях [16, 40]. Сопоставление эффективности КТ, ПЭТ и ЭУЗИ в N-стадировании РП показало сопоставимые показатели чувствительности всех трех модальностей (82-86 %), специфичность КТ и ЭУЗИ (67 %) достоверно не отличалась от ПЭТ (60 %) [13]. По данным [42] точность N-стадирования ПЭТ, КТ, ЭУЗИ, оцененная в одной группе пациентов, соответственно 83, 60 и 58 %.

Согласно результатам метаанализа 12 работ при N-стадировании чувствительность ФДГ-ПЭТ в пуле составляла – 51 %, специфичность – 84 % [77]. Прогностический показатель положительного результата (ПППР) колебался в пределах 70-100 %, прогностический показатель отрицательного результата (ППОР) – 64-100 %. Ложноотрицательные результаты были в основном связаны с низким накоплением РФП и трудностью дифференцировки регионарных метастазов менее 3 см, прилежащих к первичной опухоли [42]. Ложноположительные результаты могут быть обуслов-

лены воспалительным процессом или гетерогенностью накопления РФП в первичной опухоли, которая может создавать видимость метастатического регионарного поражения [16]. Саркоидоз и подобные инфекции также могут проявляться как выраженное метастатическое поражение медиастинальных лимфоузлов [90]. Поскольку методы визуализации все еще обладают относительно невысокой эффективностью при N-стадировании, биопсия продолжает применяться у больных с планируемым хирургическим лечением.

В диагностике отдаленных метастазов РП ПЭТ оказалась более эффективной, чем КТ в сочетании с ЭУЗИ: чувствительность 74 % против 47 %, точность 82 % против 64 % ($p=0,004$). Данные ПЭТ привели к повышению стадии с M_0 до M_1 у 15 % больных и понижение с M_1 до M_0 у 7 % [88]. В исследовании [17] применение ПЭТ повысило стадию РП до M_1 у 20 % больных. У 13 % больных со стадией M_1 по результатам ПЭТ были отменены неоправданные хирургические вмешательства, однако у 87 % обследованных все же проводилась лапароскопия для подтверждения позитивных результатов ПЭТ. Целесообразность применения ПЭТ для диагностики отдаленных метастазов показана и в других работах, поскольку метод позволяет избежать попыток резекцией у больных с диссеминацией процесса [54, 85] (рис. 1).

По данным метаанализа при M-стадировании чувствительность ФДГ-ПЭТ была 67 %, специфичность – 97 %. ПППР был в пределах 60-100 %, ППОР – 24-88 % [77]. Чувствительность метода существенно снижается с уменьшением размеров очагов менее 1 см. Ложноположительные результаты нечастые и обычно связаны с доброкачественными опухолями, воспалительными процессами, повышенным накоплением в нормальных тканях (мышцы, мочевой пузырь, бурая жировая ткань) [83].

Важным аспектом применения ПЭТ/КТ является диагностика синхронных опухолей, частота которых у больных РП колеблется от 3,6 до 27,1 % [22, 26]. Большинство из них располагается в области головы и шеи, желудке, легких, мочевом пузыре [52, 53]. Данные метода позволили обнаружить не предполагаемые синхронные опухоли у 5,5 % обследованных [76].

Применение гибридных систем ПЭТ/КТ позволяет улучшить эффективность ФДГ-изображений при РП и обеспечивает ценными данными для дальнейшей диагностики и лечения. ПЭТ/КТ была более эффективной, чем ПЭТ в 22 % наблюдений, изменяя начальные характеристики очагов или уточняя анатомическую локализацию. Данные гибридных систем обеспечили более высокую специфичность и точность по сравнению с ПЭТ – 81 и 90 % против 59 и 83 %.

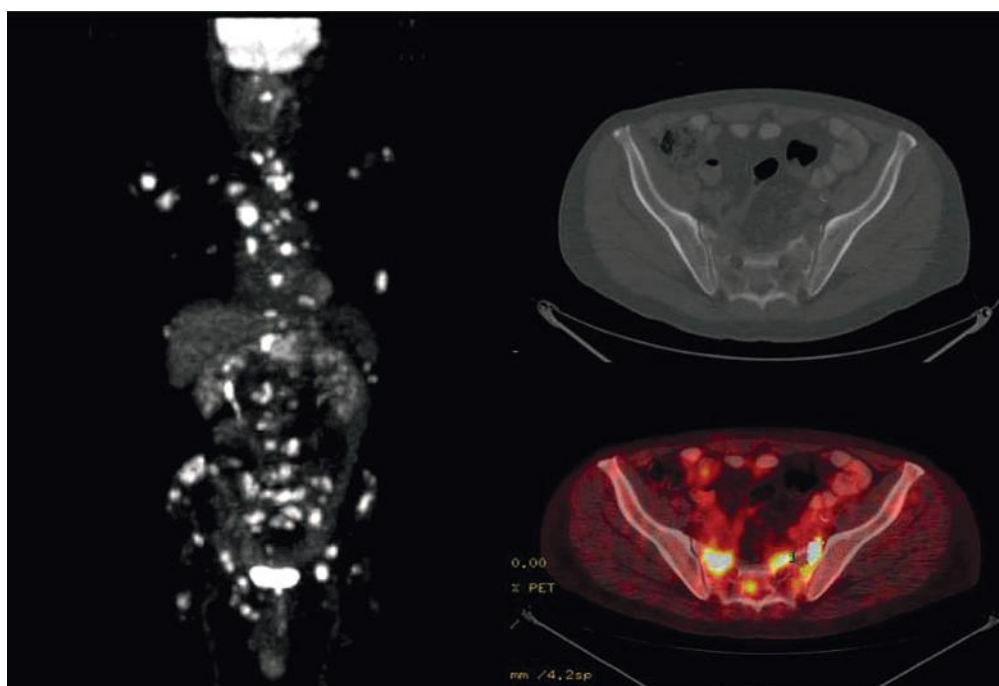


Рис 1. ^{18}F -ФДГ-ПЭТ/КТ обнаруживает множественные костные метастазы, не определяемые при стадировании на КТ [71].

Совмещенные изображения имели особую ценность при интерпретации шейной, абдоминальной и тазовой локализаций, для оценки процесса в регионарных лимфоузлах перед операцией и в областях послеоперационных анатомических изменений [79]. Использование гибридных систем ПЭТ/КТ и опухолевых специфических количественных параметров позволило увеличить чувствительность диагностики метастазов в лимфатические узлы до 96 %, специфичность – до 95 % [49]. Данные ПЭТ/КТ привели к изменению стадии заболевания у 65 % пациентов, тактика лечения изменена у 25-42,5 % [78, 85] (рис. 2). Технологический прогресс в развитии ПЭТ/КТ-сканеров и алгоритмов реконструкции изображений, внедрение ПЭТ/МРТ может обеспечить дальнейшее увеличение точности диагностики РП [21].

Диагностика рецидивов

Низкий уровень выживаемости больных РП в основном связан с высокой частотой ранних ре-

цидивов после лечения, которая колеблется от 45 до 53 %. Большинство рецидивов возникает в течение первых 2-х лет после операции с медианой 10-12 месяцев. У половины больных диагностируются системные отдаленные метастазы. Локо-регионарные рецидивы и сочетание их с отдаленными встречаются реже – соответственно в 14 и 35 % [57, 74]. После диагностики метастазов РП медиана выживаемости низка – 3-9 месяцев [66].

В современных руководствах Европейского общества медицинской онкологии и Национальной всеобщей раковой сети нет конкретных указаний о применении рутинных методов визуализации или эндоскопии с биопсией после начальной терапии РП. Основная причина – ограниченные возможности адекватной терапии при диагностике рецидивов РП, которые заключаются в сальважной химиорадиотерапии (ХРТ), направленной на симптоматическое лечение и улучшение качества жизни [68]. В то же время показана возможность при определенных клинических ситуациях реопераций рецидивов РП, которые безопасны и могут улучшить выживаемость

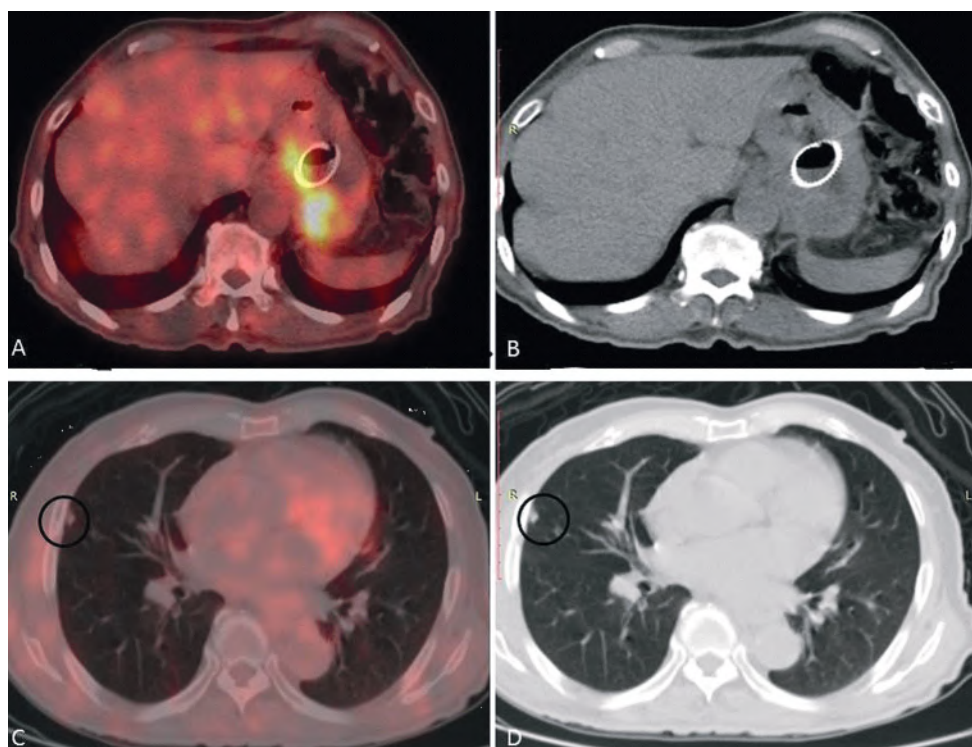


Рис. 2. Пациентке 73 лет с гистологически подтвержденной гастроэзофагальной аденокарциномой умеренно дифференцированного типа проведена ^{18}F -ФДГ- ПЭТ / КТ для исключения солитарного метастаза в легких. ПЭТ / КТ-изображения показали гиперметаболизм ^{18}F -ФДГ в области ГЭС со стентом *in situ* (A, B). Однако, в верхней доле правого легкого никаких признаков гиперметаболизма ^{18}F -ФДГ не обнаружено (C, D). Тактика лечения изменена с паллиативной на курательную. Эзофагэктомия проведена после курса лучевой терапии на первичный очаг. Больная наблюдалась в течение последующих 12 месяцев [78].

мость [10, 51, 69, 73]. Для развития новых стратегий лечения рецидивов РП необходимо применение современных методов визуализации. ПЭТ/КТ позволяет диагностировать РП в доклинической фазе, тем не менее, нет исследований, в которых бы оценивались совместное применение современных методов диагностики и агрессивной лечебной тактики [21, 66].

Как правило, диагностика рецидивов проводится КТ и ЭУЗИ. Однако интерпретация результатов морфологических исследований после хирургического и лучевого лечения часто затруднительна в связи с возникающими структурными изменениями. К тому же, отдаленные метастазы могут не визуализироваться на КТ или располагаться в не предполагаемых местах вне обычных полей сканирования [19]. ПЭТ/КТ показала высокую чувствительность в диагностике местных, регионарных и отдаленных рецидивов плоскоклеточного РП соответственно – 96,9, 85,9, 90,5 % [20]. В проспективном исследовании ФДГ-ПЭТ имела более высокую чувствительность и точность при диагностике местных и регионарных рецидивов, чем КТ: соответственно 100 и 91 % против 65 и 81 %. ППОР ПЭТ в этом исследовании составил 100 % [87].

По данным метаанализа 8 исследований, проведенного с целью оценки диагностической эффективности ПЭТ и ПЭТ/КТ в диагностике рецидивов рака пищевода после начального радикального лечения, чувствительность и специфичность в пуле составляли соответственно 96 и 78 % [21]. Анализ в подгруппах показал отсутствие статистически достоверного различия в точности в зависимости от типа сканера (ПЭТ или ПЭТ/КТ) или в зависимости от показаний к сканированию (рутинное наблюдение или клинические показания). ПЭТ и ПЭТ/КТ оказались надежными модальностями визуализации с высокой чувствительностью и умеренно высокой специфичностью для обнаружения рецидивов рака пищевода после радикального лечения. Применение ПЭТ и особенно ПЭТ/КТ позволяет минимизировать ложноотрицательные результаты. Однако гистопатологическое подтверждение остается необходимым в связи с достаточно высоким уровнем ложноположительных заключений.

Преимущества применения ПЭТ и ПЭТ/КТ над обычными методиками в отношении экономической эффективности и улучшения клинических исходов остаются предметом дискуссий. Необходимы дальнейшие исследования для выяснения, позволяет ли ранняя диагностика реци-

дивов рака пищевода вместе с более агрессивными терапевтическими подходами обеспечить более высокие выживаемость и качество жизни.

Роль в планировании лучевой терапии

При планировании дистанционной лучевой терапии (ДЛТ) РП ПЭТ может давать ценную информацию относительно объемов облучения, дополняя результаты КТ и ЭУЗИ. По данным [41] использование для планирования гибридной ПЭТ позволило уменьшить большой объем опухоли (БОО) у 35 % больных и увеличить у 21 %; у 17 % БОО был существенно модифицирован – на 25 % и более. В конечном итоге изменения БОО привели в модификации объемов облучения у более половины больных. Включение ПЭТ в предлучевую подготовку изменяет планирование ДЛТ, однако, остается неизвестным, влияет ли метод на исходы лечения. Аналогичные исследования по оценке роли ФДГ-ПЭТ и ЭУЗИ в определении мишеней облучения проведены в исследовании [81]. Информация, получаемая при ПЭТ, позволяла дополнительно оптимизировать ДЛТ при местнораспространенном РП.

Более высокая точность определения БОО с учетом данных ПЭТ показана и в других работах. Улучшенное планирование ДЛТ позволяет, как расширить исходные поля облучения, так и снизить дозы облучения на критические органы [2, 14, 15, 38, 43, 47].

Оценка эффективности терапии

Применение неоадьювантной терапии позволяет существенно улучшить выживаемость больных РП. Оценка раннего метаболического ответа с помощью ФДГ-ПЭТ может вносить весомый вклад в индивидуализацию лечебного алгоритма [45, 48, 50, 58, 61].

Пороговая величина снижения накопления РФП в 52 % при проведении ФДГ-ПЭТ до и через 3 недели после окончания ХРТ плоскоклеточного РП позволяла прогнозировать ответ на лечение с чувствительностью 100 % и специфичностью 55 %. ПППР ответа составлял 72 %, ППОР – 100 %. Низкая специфичность, очевидно, обуславливалась воспалением, связанным с лечением [55].

Проведен анализ эффективности ПЭТ в оценке результатов неоадьювантной терапии

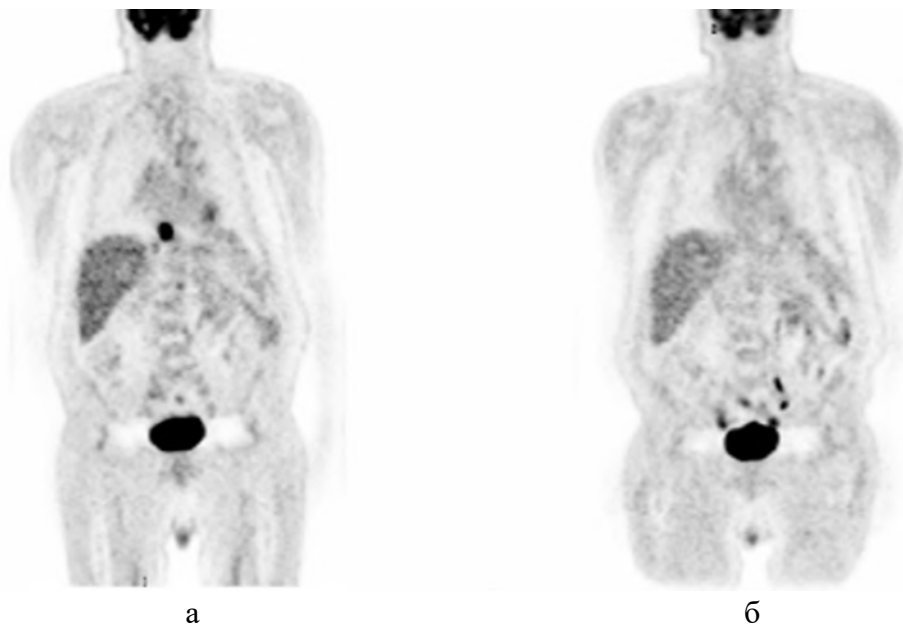


Рис. 3. При начальном стадировании на ПЭТ/КТ-изображениях определяется гиперфиксация ^{18}F -ФДГ в области диагностированной дистальной аденокарциномы пищевода (А). При рестадировании через 4 недели после неoadъювантной химиорадиотерапии на ПЭТ/КТ всего тела очагов патологического накопления РФП не обнаружено (Б) [83].

опухолей ГЭС. ПЭТ проводилась до и через 2 недели после начала химиотерапии. Результаты сопоставлялись с патогистологическими данными после эндоскопии через 3 месяца или хирургического лечения. При пороговом уровне снижения величины стандартизованного накопления (ВСН) ФДГ на 35 % как критерии терапевтического ответа чувствительность ПЭТ составляла 93 %, специфичность – 95 %. Гистологически полная или почти полная регрессия опухоли обнаружена у 53 % ответивших на лечение и только у 5 % не ответивших [62]. В исследовании R. Flamen et al. ПЭТ до и через 4–6 недель после завершения ХРТ местнораспространенного РП имела чувствительность, специфичность и точность прогнозирования терапевтического ответа соответственно 71, 82 и 78 % [34]. По данным [37] при пороговой величине снижения ВСН 0 % после неoadъювантной ХРТ чувствительность, специфичность, ПППР и ППОР ПЭТ составляли соответственно 91, 50, 76 и 75 %. Снижение ВСН через 14 дней после начала ХРТ достоверно коррелирует с патогистологическим ответом опухоли, но точность в определении нереспондентов слишком мала, чтобы оправдать клиническое использование ПЭТ для раннего прерывания ХРТ у больных с потенциально курабельным РП. Согласно исследованиям [4]

ответ на неoadъювантную ХРТ достоверно ассоциирован с ВСН_{макс} после лечения и уровнем снижения ВСН_{макс} в первичной опухоли. Оптимальные пороговые величины прогнозирования полного патогистологического ответа, для посттерапевтической ВСН и снижения ВСН соответственно 2,7 и 75 %. Эти величины надежно разделяют пациентов на группы с полным ответом на ХРТ и без ответа.

По результатам обзора 24 работ диагностическая точность ФДГ-ПЭТ в оценке ответа на неoadъювантную терапию была существенно выше, чем КТ (85 и 54 %, $p=0,006$) и аналогична точности ЭУЗИ (85 и 86 %, $p=0,839$) [25].

В то же время в некоторых работах указывается на отсутствие достоверной корреляции между показателями ПЭТ/КТ и патогистологическим ответом после неoadъювантной ХРТ. Данные ПЭТ/КТ не могут считаться окончательно определяющими в оценке результатов неoadъювантной терапии [44, 86]. Переоценка ответа на лечение может быть связана с ложно негативными данными ПЭТ, обусловленными сохраняющимися микроскопическими очагами ниже порога визуализации [34, 59]. Недооценка ответа может быть первично вызвана радиационно-индуцированным воспалением. Когда ПЭТ применяется после терапии, невозможно дифференцировать между остаточной опухо-

лью и вызванными ХРТ эзофагитами [9, 29]. Посттерапевтические воспалительные процессы обнаруживаются достаточно часто и во многих случаях затрудняют оценку эффективности лечения РП, для обеспечения максимальной диагностической точности важным является время проведения ПЭТ [16].

Прогнозирование

Результаты ПЭТ могут иметь определенное прогностическое значение. По данным средняя выживаемость больных, ответивших на терапию по результатам ПЭТ, составляла 16,3 месяца и только 6,4 месяца у тех, которые классифицировались как нереспонденты ($p=0,05$) [59].

Показано, что интенсивность накопление ФДГ в первичной опухоли может являться прогностической величиной. В группе больных, у которых ПЭТ проводилась после неoadьювантной терапии, обнаружено, что ВСН 4 и более указывает на уменьшение продолжительности жизни с 2-летней выживаемостью 33 % против 60 % у больных с ВСН_{макс} менее 4 ($p=0,01$) [36]. Больные с более высокой ВСН_{макс} имели с большей вероятностью низко дифференцированные опухоли и более высокие стадии. При ВСН_{макс} 6,6 и менее 4-летняя выживаемость составляла 89 % против 31 % у пациентов с ВСН_{макс} более 6,6 ($p=0,001$) [8].

Мультивариантный анализ показал, что уровень снижения ВСН_{макс} после неoadьювантной ХРТ с порогом 70 % является независимым прогностическим фактором связанного с РП выживания (отношение рисков (ОР) – 0,45, $p=0,04$) [4].

Установлено, что количество очагов патологического накопления, обнаруженные на начальной ПЭТ, могут служить прогностическим фактором общей ($p=0,02$) и безрецидивной ($p=0,04$) выживаемости у больных с II и III стадиями РП, прошедших неoadьювантную терапию и хирургическое лечение. При мультивариантном анализе количество патологических очагов было независимым предиктором общей выживаемости ($p=0,03$), тогда как претерапевтическая ВСН, пиковая ВСН, тотальная ВСН не коррелировали с терапевтическим ответом, общей и безрецидивной выживаемостью [89]. По данным [33] для общей выживаемости при мультивариантном анализе достоверными независимыми прогностическими факторами были клиническая стадия (ОР=0,53, $p<0,05$), пато-

логоанатомическая стадия (ОР=3,14, $p<0,005$), протяженность опухоли при ПЭТ (ОР=2,74, $p<0,01$), количество ПЭТ-положительных лимфоузлов (ОР=1,71, $p<0,05$); для безрецидивной выживаемости только количество позитивных лимфоузлов при ПЭТ было достоверным независимым прогностическим фактором (ОР=1,87, $p<0,001$).

Альтернативные позитронные радиофармпрепараты

Поскольку ФДГ не является тумороспецифичным РФП и возможны ложноположительные результаты для диагностики РП были апробированы другие позитронизлучающие трэйсеры: ^{18}F -FLT (^{18}F -3-дезоксид-3-фтортимидин), ^{11}C -4DST (4'-[метил- ^{11}C]тиотимидин), ^{11}C -холин, ^{18}F -алфатид (^{18}F -ALF-NOTA-PRGD₂).

^{18}F -FLT после фосфорилирования тимидиназой 1 в ^{18}F -FLT-монофосфат фиксируется внутриклеточно и может использоваться как маркер пролиферации. При сопоставлении результатов применения FLT и ФДГ установлены более высокая диагностическая эффективность последней. Также не была обнаружена корреляция между накоплением ^{18}F -FLT и маркером пролиферации Ki-67 [12].

^{11}C -холин в виде фосфатидилхолина включается в клеточные мембраны и может служить маркером мембранного метаболизма. Данные об эффективности применения РФП для диагностики РП противоречивы [48]. В исследовании O. Kobori et al. чувствительность ^{11}C -холина в диагностике плоскоклеточного РП превышала ФДГ [60]. В то же время по согласно результатам, полученным [7], диагностические показатели ФДГ-ПЭТ в группе больных с РП и аденокарциномами ГЭС были более высокими.

^{11}C -4DST разработан как РФП для оценки клеточной пролиферации, который включается непосредственно в ДНК. При применении ^{11}C -4DST ПЭТ/КТ для прогнозирования ответа на неoadьювантную терапию диагностическая точность методики была эквивалентной или превышала показатели ФДГ ПЭТ/КТ [23].

ПЭТ/КТ с ^{18}F -алфатидом показала более высокую специфичность, точность и ПППР при диагностике регионарных метастазов РП, чем ФДГ ПЭТ/КТ [91].

Таким образом, методики ПЭТ и ПЭТ/КТ являются эффективными модальностями визуализации в диагностическом обеспечении больных РП.

При начальном стадировании РП ПЭТ показана у больных с локально распространенной опе-

рабельной опухоли. Она позволяет оценивать распространенность процесса, диагностировать отдаленные метастазы и синхронные опухоли, что способствует более точному отбору пациентов для хирургического лечения.

Метод обладает высокой точностью в ранней диагностике рецидивов РП после радикального лечения.

Одно из главных направлений применения ПЭТ – мониторинг раннего терапевтического ответа после неoadьювантной терапии. Метод способен неинвазивно определять нереспондентов, которые могут получить пользу от альтернативных способов лечения. Однако, для повышения точности оценок, очевидно, необходимы дальнейшие методические доработки.

Данные ПЭТ могут быть использованы для прогнозирования общей и безрецидивной выживаемости.

Литература

1. Рак в Україні, 2016–2017. Захворюваність, смертність, показники діяльності онкологічної служби: Бюл. Нац. канцер-реєстру України № 19 / За ред. д.м.н. Колесник О.О.; Нац. ін-т раку. – Кр-й: ПОЛУМ, 2018. – 136 с.
2. A prospective study to evaluate the impact of FDG-PET on CT-based radiotherapy treatment planning for oesophageal cancer / T. Leong, C. Everitt K. Yuen [et al.] // *Radiother. Oncol.* – 2006. – Vol. 78. – P. 254-261.
3. A systematic review of the staging performance of endoscopic ultrasound in gastro-oesophageal carcinoma / S. Kelly, K. M. Harris, E. Berry [et al.] // *Gut.* – 2001. – Vol. 49. – P. 532-539.
4. Ability of fluorine-18 fluorodeoxyglucose positron emission tomography to predict outcomes of neoadjuvant chemoradiotherapy followed by surgical treatment for esophageal squamous cell carcinoma / Y. Hamai, J. Hihara, M. Emi [et al.] // *Ann. Thorac. Surg.* – 2016. – Vol. 102. – P. 11322-11340.
5. Cancer incidence and mortality worldwide: sources, methods and major patterns in GLOBOCAN 2012 / J. Ferlay, I. Soerjomataram, R. Dikshit [et al.] // *Int. J. Cancer.* – 2015. – Vol. 136, N5. – P. E359-386.
6. Cancer Research UK / Statistics and outlook for oesophageal cancer (2014). Available from: <http://www.cancerresearchuk.org/cancer-help/type/oesophageal-cancer/treatment/statistics-and-outlook-for-oesophageal-cancer>.
7. Carbon-11 choline or FDG-PET for staging of oesophageal cancer? / P. L. Jager, T. H. Que, W. Vaalburg [et al.] // *Eur. J. Nucl. Med.* – 2001. – Vol. 28. – P. 1845-1849.
8. Certolio R. J. Maximum standardized uptake values on positron emission tomography of esophageal cancer predicts stage, tumor biology, and survival / R. J. Certolio, A. S. Bryant // *Ann. Thorac. Surg.* – 2006. – Vol. 82. – P. 391-394.
9. Clinical performance of PET/CT in evaluation of cancer: additional value for diagnostic imaging and patient management / R. Bar-Shlom, N. Yefremov, L. Guralnik [et al.] // *J. Nucl. Med.* – 2003. – Vol. 44. – P. 1200-1209.
10. Clinical significance of surgical resection for the recurrence of esophageal cancer after radical esophagectomy / Y. Hiyoshi, M. Morita, H. Kawano [et al.] // *Ann. Surg. Oncol.* – 2015. – Vol. 22. – P. 240-246.
11. Clinical staging of patients with early esophageal adenocarcinoma. Does FDG-PET/CT have a role? / S. L. Betancourt Cuellar, B. W. Carter, H. A. Macapinlac [et al.] // *J. Thorac. Oncol.* – 2014. – Vol. 9. – P. 1202-1206.
12. Comparison of ¹⁸F-FLT PET and ¹⁸F-FDG PET in esophageal cancer / H. L. van Westreenen, D. C. Cobben, P. L. Jager [et al.] // *J. Nucl. Med.* – 2005. – Vol. 46. – P. 400-404.
13. Comparison of positron emission tomography, computed tomography, and endoscopic ultrasound in the initial of patients with esophageal cancer / V. J. Lowe, F. Booya, J. C. Fletcher [et al.] // *Mol. Imaging Biol.* – 2005. – Vol. 7. – P. 422-430.
14. Consequences of additional use of PET information for target volume delineation and radiotherapy dose distribution for esophageal cancer / C. T. Muijs, L. M. Schreurs, D. M. Bussz [et al.] // *Radiother. Oncol.* – 2009. – Vol. 93. – P. 447-453.
15. Correlation of molecular response as measured by ¹⁸F-FDG positron emission tomography with outcome after chemoradiotherapy in patients with esophageal carcinoma // *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* – 2007. – Vol. 69. – P. 358-363.
16. Dehdashti F. Neoplasms of the esophagus and stomach / F. Dehdashti, B.A. Siegel // *Semin. Nucl. Med.* – 2004. – Vol. 34. – P. 198-208.
17. Detection of distant metastases in esophageal cancer with (18)F-FDG PET / P. A. Heeren, P. L. Jager, F. Bongaerts [et al.] // *J. Nucl. Med.* – 2004. – Vol. 45. – P. 980-987.
18. Detection of distant metastases in patients with oesophageal or gastric cardia cancer: a diagnostic decision analysis / E. P. M. van Vilet, E. W.

Steyerberg, M. J. C. Eijkermans [et al.] // *Br. J. Cancer.* – 2007. – Vol. 97. – P. 868-876.

19. Detection of interval distant metastases: clinical utility of integrated CT-PET imaging in patients with esophageal carcinoma after neoadjuvant therapy / J. F. Bruzzi, S. G. Swisher, M. T. Truong // *Cancer.* – 2007. – Vol. 109. – P. 125-134.

20. Diagnostic and prognostic value of ^{18}F -FDG PET/CT for patients with suspected recurrence from squamous cell carcinoma of the esophagus / H. Guo, H. Zhu, Y. Xi [et al.] // *J. Nucl. Med.* – 2007. – Vol. 48. – P. 1251-1258.

21. Diagnostic performance of ^{18}F -FDG PET and PET/CT for the detection of recurrent esophageal cancer after treatment with curative intent: a systematic review and meta-analysis / L. Goense, P. S. N. van Rossum, J. B. Reitsma [et al.] // *J. Nucl. Med.* – 2015. – Vol. 56. – P. 995-1002.

22. Efficacy of intense screening and treatment for synchronous second primary cancers in patients with esophageal cancer / K. Kagei, M. Hosokawa, H. Shirati [et al.] // *Jpn. J. Clin. Oncol.* – 2002. – Vol. 32. – P. 120-127.

23. Efficacy of 4'-[methyl- ^{11}C]thiothymidine PET/CT before and after neoadjuvant therapy for predicting therapeutic responses in patients with esophageal cancer / M. Hotta, R. Minamimoto, K. Yamada [et al.] // *J. Nucl. Med.* – 2018. – Vol. 59, suppl. 1. – P. 158.

24. Esophageal cancer staging by CT: long-term follow-up study / R. A. Halvorsen Jr., K. Magruder-Habib, W. L. Foster Jr. [et al.] // *Radiology.* – 1986. – Vol. 161. – P. 147-151.

25. Esophageal cancer: CT, endoscopic US, and FDG-PET for assessment of response for neoadjuvant therapy – systematic review / M. Westerterp, H. L. van Westreenen, J. B. Reitsma [et al.] // *Radiology.* – 2005. – Vol. 236. – P. 841-851.

26. Esophageal carcinoma and multiple primary tumors / M. H. J. Voormolen, R. A. J. Van Deelen, H. W. Tilanus [et al.] // *Dis. Esophagus.* – 1995. – Vol. 8. – P. 218-221.

27. Evaluation of lymph node metastases in squamous cell carcinoma of the esophagus with positron emission tomography / K. Kim, S. J. Park, B. T. Kim [et al.] // *Ann. Thorac. Surg.* – 2001. – Vol. 71. – P. 290-294.

28. Evaluation of noninvasive tests for the preoperative staging of carcinoma of the esophagus: a prospective study / R. I. Inculet, S. M. Keller, A. Dwyer [et al.] // *Ann. Thorac. Surg.* – 1985. – Vol. 40. – P. 561-565.

29. Evaluation of response to neoadjuvant therapy by quantitative FDG-PET in patients with esophageal cancer / N. Arsian, T. Miller, F. Dehdashti [et al.] // *Mol. Imaging Biol.* – 2002. – Vol. 4. – P. 301-310.

30. Expression of glucose transporter-1 in human gastric carcinoma: association with tumor aggressiveness, metastases, and patients survival / T. Kawamura, T. Kusakabe, T. Sugino [et al.] // *Cancer.* – 2001. – Vol. 92. – P. 634-641.

31. Extended transthoracic resection compared with limited transhiatal resection for adenocarcinoma of the mid/distal esophagus: five-year survival of a randomized clinical trial / J. M. Omloo, S. M. Lagarde, J. B. Hulscher [et al.] // *Ann. Surg.* – 2007. – Vol. 246. – P. 992-1000.

32. FDG-PET imaging of locally advanced gastric carcinomas: correlation with endoscopic and histopathological findings / A. Stahl, K. Ott, W. A. Weber [et al.] // *Eur. J. Nucl. Med.* – 2003. – Vol. 30. – P. 288-295.

33. ^{18}F -FDG PET in patients with esophageal squamous cell carcinoma undergoing curative surgery: prognostic implications / J. Y. Choi, H.-J. Jang, Y. M. Shim [et al.] // *J. Nucl. Med.* – 2004. – Vol. 45. – P. 1843-1850.

34. Flamen P. Positron emission tomography in gastric and esophageal cancer / P. Flamen // *Curr. Opin. Oncol.* – 2004. – Vol. 16. – P. 359-363.

35. Flanagan F.L. Staging of esophageal cancer with ^{18}F -fluorodeoxyglucose positron emission tomography / F. L. Flanagan, F. Dehdashti, B. A. Siegel [et al.] // *AJR.* – 1997. – Vol. 168. – P. 417-424.

36. 2-Fluoro-2-deoxy-D-glucose positron emission tomography imaging is predictive of pathologic response and survival after preoperative chemoradiation in patients with esophageal carcinoma / S. G. Swisher, J. Erasmus, M. Maish [et al.] // *Cancer.* – 2004. – Vol. 101. – P. 1776-1785.

37. Fluorodeoxyglucose positron emission tomography for evaluating early response during neoadjuvant chemoradiotherapy in patients with potentially curable esophageal cancer / M. van Heijl, J. M. Omloo, M. I. van Berge Henegouwen [et al.] // *Ann. Surg.* – 2011. – Vol. 253. – P. 56-63.

38. Gross tumour delineation on computed tomography and positron emission tomography-computed tomography in oesophageal cancer: A nationwide study / M. E. Nowee, F. E. M. Voncken, A. N. T. J. Kotte [et al.] // *Clinical and Translational Radiation Oncology.* – 2019. – Vol. 14. – P. 33-39.

39. Helical CT versus EUS fine needle aspiration for celiac nodal assessment in patients with esopha-

- geal cancer / J. Romargnuolo, J. Scott, R. H. Hawes [et al.] // *Gastrointest. Endosc.* – 2002. – Vol. 55. – P. 648-654.
40. Histopathologic validation of lymph node staging with FDG-PET scan in cancer of esophagus and gastroesophageal junction: a prospective study based on primary surgery with extensive lymphadenectomy / T. Lerut, P. Flamen, N. Ectors [et al.] // *Ann. Surg.* – 2000. – Vol. 232. – P. 743-752.
41. Impact of CT and ^{18}F -deoxyglucose positron emission tomography image fusion for conformal radiotherapy in esophageal carcinoma / L. Muor-neau-Zabotto, E. Toubout, D. Lerouge [et al.] // *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* – 2005. – Vol. 63. – P. 340-345.
42. Improved detection of individual nodal involvement in squamous cell carcinoma of the esophagus by FDG PET / J. Y. Choi, K. H. Lee, Shim Y. M. [et al.] // *J. Nucl. Med.* – 2000. – Vol. 41. – P. 808-815.
43. Improving observer variability in target delineation for gastro-oesophageal cancer – the role of (^{18}F)fluoro-2-deoxy-D-glucose positron emission tomography/computed tomography // D. Vesprini, Y. Uyng, R. Dinniwell [et al.] // *Clin. Oncol. (R. Coll. Radiol.)* – 2008. – Vol. 20. – P. 631-638.
44. Ineffectiveness of ^{18}F -fluorodeoxyglucose-positron emission tomography in the evaluation of tumor response after completion of neoadjuvant chemoradiation in esophageal cancer / G. Piessen, G. Petyt, A. Duhamel [et al.] // *Ann. Surg.* – 2013. – Vol. 258. – P. 66-76.
45. Influence of the baseline ^{18}F -fluoro-2-deoxy-D-glucose positron emission tomography results on survival and pathologic response in patients with gastroesophageal cancer undergoing chemoradiation / H. Javeri, I. Xiao, E. Rohren [et al.] // *Cancer.* – 2009. – Vol. 11. – P. 624-630.
46. Is FDG-PET indicated for superficial esophageal cancer? / S.G. Little, T.W. Rice, B. Bybel [et al.] // *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* – 2007. – Vol. 31. – P. 791-796.
47. Is there a role for FDG-PET in radiotherapy planning in esophageal carcinoma / O. Vrieze, K. Haustermans, W. De Wever [et al.] // *Radiother. Oncol.* – 2004. – Vol. 73. – P. 269-275.
48. Kostakoglu L. PET in the assessment of therapy response in patients with carcinoma of head and neck and of the esophagus / L. Kostakoglu, S. J. Goldsmith // *J. Nucl. Med.* – 2004. – Vol. 45. – P. 56-68.
49. Lymph node staging in esophageal adenocarcinoma with PET-CT based on a visual analysis and based on metabolic parameters / J. B. Roedl, M. A. Blake, N. S. Holalkere [et al.] // *Abdom. Imaging.* – 2009. – Vol. 34. – P. 610-617.
50. Metabolic imaging predicts response, survival, and recurrence in adenocarcinomas of the esophagogastric junction / K. Ott, W. A. Weber, F. Lordick [et al.] // *J. Clin. Oncol.* – 2006. – Vol. 24. – P. 4692-4698.
51. Multimodal treatment for lymph node recurrence of esophageal carcinoma after curative resection / T. Nakamura, M. Ota, K. Narumiya [et al.] // *Ann. Surg. Oncol.* – 2008. – Vol. 15. – P. 2451-2457.
52. Multiple primary cancers associated with esophageal carcinoma / Y. Kumagai, T. Kawano, Y. Nakajima [et al.] // *Surg. Today.* – 2001. – Vol. 31. – P. 872-876.
53. Multiple primary malignant neoplasms in patients with esophageal cancer / S. Nagasawa, M. Onda, K. Sasajima [et al.] // *Dis. Esophagus.* – 2000. – Vol. 13. – P. 226-230.
54. Munden R.F. Esophageal cancer: the role of integrated CT-PET in initial staging and response assessment after preoperative therapy / R. F. Munden, H. A. Macapinlac, J. J. Erasmus // *J. Thorac. Imaging.* – 2006. – Vol. 21. – P. 137-145.
55. Neoadjuvant therapy of squamous cell carcinoma: response evaluation by positron emission tomography / B. L. Brucher, W. Weber, M. Bauer [et al.] // *Ann. Surg.* – 2001. – Vol. 233. – P. 300-309.
56. Oesophageal cancer / A. Pennathur, M. K. Gibson, B. A. Jobe [et al.] // *Lancet.* – 2013. – Vol. 381. – P. 400-412.
57. Pattern of recurrence following complete resection of esophageal carcinoma and factors predictive of recurrent disease / C. Mariette, J. M. Balon, G. Picssen [et al.] // *Cancer.* – 2003. – Vol. 97. – P. 1616-1623.
58. PET to assess early metabolic response and to guide treatment of adenocarcinoma of the esophagogastric junction: The MUNICON phase II trial / F. Lordick, K. Ott, B. J. Krause [et al.] // *Lancet Oncol.* – 2007. – Vol. 8. – P. 797-805.
59. Positron emission tomography for assessment of the response to induction radiochemotherapy in locally advanced oesophageal cancer / P. Flamen, E. Van Cutsem, A. Lerut [et al.] // *Ann. Oncol.* – 2002. – Vol. 13. – P. 361-368.
60. Positron emission tomography of esophageal carcinoma using (11)C-choline and (18)F-fluorodeoxyglucose: a novel method of preoperative lymph node staging / O. Kobori, Y. Kirihara, N. Kosaka [et al.] // *Cancer.* – 1999. – Vol. 86. – P. 1638-1648.
61. Predictive value of initial PET-SUV_{max} in patients with locally advanced esophageal and gas-

- troesophageal junction – adenocarcinoma / N. P. Rizk, L. Tand, P. S. Adusumilli [et al.] // *J. Thorac. Oncol.* – 2009. – Vol. 4. – P. 875-879.
62. Prediction of response to preoperative chemotherapy in adenocarcinomas of esophagogastric junction by metabolic imaging / W. A. Weber, K. Ott, K. Becker [et al.] // *J. Clin. Oncol.* – 2001. – Vol. 19. – P. 3058-3065.
63. Preoperative chemoradiotherapy for esophageal or junctional cancer / P. van Hagen, M. C. Hulshof, J. J. van Lanschot [et al.] // *N. Engl. J. Med.* – 2012. – Vol. 366. – P. 2074-2084.
64. Preoperative staging of esophageal cancer: comparison of endoscopic US and dynamic CT / J.F. Botet, C.J. Lighdole, H.G. Zauber [et al.] // *Radiology.* – 1991. – Vol. 181. – P. 419-425.
65. Pre-operative staging of gastroesophageal cancers with F-18 fluorodeoxyglucose positron emission tomography / H. Abdel-Nabi, M.B. Spaulding, R.J. Doerr [et al.] // *J. Nucl. Med.* – 1996, suppl. – P. 135P.
66. Recurrence after esophagectomy for adenocarcinoma: defining optimal follow-up intervals and testing / E. Abate, S. R. Demeester, J. Zehetner [et al.] // *J. Am. Coll. Surg.* – 2010. – Vol. 210. – P. 428-435.
67. Rustgi A. K. Esophageal carcinoma / A. K. Rustgi, H. B. El-Serag // *N. Engl. J. Med.* – 2014. – Vol. 371. – P. 2499-2509.
68. Salvage concurrent radio-chemotherapy for postoperative local recurrence of squamous-cell esophageal cancer / J. Zhang, F. Peng, N. Li [et al.] // *Radiat. Oncol.* – 2012. – Vol. 7. – P. 93-99.
69. Salvage lymphadenectomy versus salvage radiotherapy/chemoradiotherapy for recurrence in cervical lymph node after curative resection of esophageal squamous cell carcinoma / X. Ma, K. Zhao, W. Guo [et al.] // *Ann. Surg. Oncol.* – 2015. – Vol. 22. – P. 624-629.
70. SEER Cancer Statistic Review, 1975–2002, National Cancer Institute, Bethesda, MD. Available from: http://seer.cancer.gov/csr/1975_2002.
71. Smyth E.C. Role of (¹⁸F) 2-fluoro-2-deoxyglucose positron emission tomography in upper gastrointestinal malignancies / E. C. Smyth, M. A. Shah // *World J. Gastroenterol.* – 2011. – Vol. 17. – P. 5059-5074.
72. Staging accuracy of esophageal cancer by endoscopic ultrasound: a meta-analysis and systematic review / S. R. Puli, J. B. Reddy, M. L. Bechtold [et al.] // *World J. Gastroenterol.* – 2008. – Vol. 14. – P. 1479-1499.
73. Surgical therapy and chemoradiotherapy for postoperative recurrent esophageal cancer / K. Kubota, J. Kuroda, M. Yoshida [et al.] // *Hepatogastroenterology.* – 2013. – Vol. 60. – P. 1961-1965.
74. Survival after recurrent esophageal carcinoma has not improved over the past 18 years / R. L. Blom, S. M. Lagarde, K. van Oudenaarde [et al.] // *Ann. Surg. Oncol.* – 2013. – Vol. 20. – P. 2693-2698.
75. Survival benefits from neoadjuvant chemoradiotherapy of chemotherapy in oesophageal carcinoma: a meta-analysis / V. Gebski, B. Burmeister, B. M. Smithers [et al.] // *Lancet Oncol.* – 2007. – Vol. 8. – P. 226-234.
76. Synchronous primary neoplasms detected on ¹⁸F-FDG PET in staging of patients with esophageal cancer / H. L. van Westreenen, M. Westerterp, P. L. Jager [et al.] // *J. Nucl. Med.* – 2005. – Vol. 46. – P. 1321-1325.
77. Systematic review of the staging performance of ¹⁸F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography in esophageal cancer / H. L. van Westreenen, M. Westerterp, P. M. Bossuyt [et al.] // *J. Clin. Oncol.* – 2004. – Vol. 22. – P. 3805-3812.
78. Tan T. H. Role of pre-therapeutic ¹⁸F-FDG PET/CT in guiding the treatment strategy and predicting prognosis in patients with esophageal carcinoma / T. H. Tan, Ch. Y. Boey, B. N. Lee // *Asia Oceania J. Nucl. Med. Biol.* – 2016. – Vol. 4, N 2. – P. 59-65.
79. The additional value of PET/CT over PET in FDG imaging of oesophageal cancer / R. Bar-Shalom, L. Guralnik, M. Tsalik [et al.] // *Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging.* – 2005. – Vol. 32. – P. 918-924.
80. The incremental effect of positron emission tomography on diagnostic accuracy in the initial staging of esophageal carcinoma / H. Kato, T. Miyazaki, M. Nakajima [et al.] // *Cancer.* – 2005. – Vol. 103. – P. 148-156.
81. The integration of ¹⁸F-deoxyglucose positron emission tomography and endoscopic ultrasound in the treatment-planning process for esophageal carcinoma / A. Konski, M. Doss, B. Milestone [et al.] // *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* – 2005. – Vol. 61. – P. 1123-1128.
82. The new era of staging as a key for an appropriate treatment for esophageal cancer / A. Tangoku, Y. Yamamoto, Y. Furukita [et al.] // *Ann. Thorac. Cardiovasc. Surg.* – 2012. – Vol. 18. – P. 190-199.
83. The role of positron emission tomography in esophageal cancer / G. Y. Yang, T. D. Wagner, B. A. Jobe [et al.] // *Gastrointest. Cancer Res.* – 2008. – Vol. 2. – P. 3-9.
84. The role of the CT in the management of carcinoma of the oesophagus and cardia / J. P. Duig-

nan, G. P. McEntee, D. J. O'Connell // Ann. R. Coll. Surg. Engl. – 1987. – Vol. 69. – P. 286-288.

85. The utility of FDG-PET in the preoperative staging of esophageal cancer / S. Gananadha, E. J. Hazebroek, S. Leibman [et al.] // Dis. Esophagus. – 2008. – Vol. 21. – P. 389-394.

86. The value of ^{18}F -FDG PET/CT in assessment of metabolic response in esophageal cancer for prediction of histopathologic response and survival after preoperative chemoradiotherapy / M. Myslivecek, C. Neoral, R. Vrba [et al.] // Biomed. Pap. Med. Fac. Univ. Palacky Olomouc Czech Rep. – 2012. – Vol. 156. – P. 171-179.

87. Use of positron emission tomography in surgery follow-up of esophageal cancer / P. Teyton, J. P. Metdes, A. Atmani [et al.] // J. Gastrointestinal. Surg. – 2009. – Vol. 13. – P. 451-458.

88. Utility of positron emission tomography for the staging of the patients with potentially operable esophageal carcinoma / P. Flamen, A. Lerut, E. van Cutsem [et al.] // J. Clin. Oncol. – 2000. – Vol. 18. – P. 3202-3210.

89. Value of baseline positron emission tomography for predicting overall survival in patients with nonmetastatic esophageal or gastroesophageal junction carcinoma / D. Hong, S. Lunagomez, E. E. Kim [et al.] // Cancer. – 2005. – Vol. 104. – P. 1620-1626.

90. Weber W.A. Imaging of esophageal and gastric cancer / W. A. Weber, K. Ott // Semin. Oncol. – 2004. – Vol. 31. – P. 530-531.

91. Wei Y.-Ch. Additional value of ^{18}F -alfatide PET/CT over ^{18}F -FDG PET/CT in assessment of locoregional lymph nodes in thoracic esophageal squamous cell cancer / Y.-Ch. Wei, S. Yuan // J. Nucl. Med. – 2018. – Vol. 59, suppl. 1. – P. 155.

92. Wren S. M. Positron emission tomography in the initial staging of esophageal cancer / S. M. Wren, P. Stijns, S. Srinivas // Arch. Surg. – 2002. – Vol. 137. – P. 1001-1006.

ПОЗИТРОННАЯ ЭМИССИОННАЯ ТОМОГРАФИЯ В ДИАГНОСТИКЕ РАКА ПИЩЕВОДА

Д.А. Джужа, С.Д. Мясоєдов

В обзоре рассмотрены вопросы эффективности применения позитронной эмиссионной томографии с ^{18}F -фтордезоксиглюкозой в стадировании и рестадировании рака пищевода, оценке эффективности лечения, прогнозировании. При

начальном стадировании метод показан у больных с локально распространенной операбельной опухолью, способствуя более точному отбору пациентов для хирургического лечения. Исследование обладает высокой точностью в ранней диагностике рецидивов после радикального лечения. Одно из главных направлений применения ПЭТ – мониторинг раннего ответа на неоадьювантную терапию.

Ключевые слова: рак пищевода, позитронная эмиссионная томография, ^{18}F -фтордезоксиглюкоза.

ПОЗИТРОННА ЕМІСІЙНА ТОМОГРАФІЯ В ДІАГНОСТИЦІ РАКУ СТРАВОХОДУ

Д.О. Джужа, С.Д. Мясоєдов

В огляді розглянуто питання ефективності застосування позитронної емісійної томографії з ^{18}F -фтордезоксиглюкозою в стадіюванні та рестадіюванні раку стравоходу, оцінці результатів лікування, прогнозуванні. При первинному стадіюванні ПЕТ показана у хворих з локально поширеною операбельною опухлиною, що сприяє більш точному відбору пацієнтів для хірургічного лікування. Дослідження має високу точність у ранній діагностиці рецидивів після радикального лікування. Одно з головних напрямків застосування ПЭТ – моніторинг ранньої відповіді на неоадьювантну терапію.

Ключові слова: рак стравоходу, позитронна емісійна томографія, ^{18}F -фтордезоксиглюкоза.

POSITRON EMISSION TOMOGRAPHY IN THE ESOPHAGEAL CANCER DIAGNOSTICS

D.A. Dzhuzha, S.D. Myasoyedov

The efficacy of using of the positron emission tomography with ^{18}F -fluorodeoxyglucose in a staging, assessment of treatment, and monitoring of the esophageal cancer was reviewed. In initial staging PET is recommended in patients with locally advanced tumors for more precise selection for surgical treatment. The method has high precision in early diagnostics of relapses after radical treatment. One of the main directions of PET using is the monitoring of early response to a neoadjuvant therapy.

Key words: esophageal cancer, positron emission tomography, ^{18}F -fluorodeoxyglucose.