

DOI: <https://doi.org/10.22263/2312-4156.2025.2.92>

Лучевая визуализация множественной миеломы

А.Н. Михайлов¹, А.В. Доманцевич²

¹Институт повышения квалификации и переподготовки кадров здравоохранения учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет», г. Минск, Республика Беларусь

²Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр радиационной медицины и экологии человека», г. Гомель, Республика Беларусь

Вестник ВГМУ. – 2025. – Том 24, №2. – С. 92-105.

Radiation imaging of multiple myeloma

A.N. Mikhailov¹, H.V. Damantsevich²

¹The Institute for Advanced Training & Retraining of Healthcare Personnel of the educational institution “Belarusian State Medical University”, Minsk, Republic of Belarus

²State Institution “Republican Scientific and Practical Center for Radiation Medicine and Human Ecology”, Gomel, Republic of Belarus

Vestnik VGMU. 2025;24(2):92-105.

Резюме.

В статье освещены современные актуальные вопросы использования рентгеновской низкодозовой компьютерной томографии (РНДКТ) в лучевой визуализации очень опасного заболевания – множественной миеломы при болезни Рустицкого-Калера. Разрешающая способность методики РНДКТ достаточно высокая. Очаги остеодеструкции выявляются даже при размере 5 мм. Доказана корреляция между количеством выявляемых остеолитических очагов и стадией заболевания. Метод рентгеновской низкодозовой компьютерной томографии имеет высокую диагностическую эффективность по сравнению с альтернативным методом обычной рентгенографии, который являлся «золотым стандартом» визуализации этой болезни в обнаружении внекостных изменений, патологических переломов и других патологических образований. Результаты проведенных исследований у 109 пациентов с впервые выявленной множественной миеломой указывают на перспективность РНДКТ для более широкого применения в клинической практике и возможность пересмотра существующих диагностических стандартов.

Ключевые слова: множественная миелома, лучевая визуализация, рентгенография, рентгеновская низкодозовая компьютерная томография.

Abstract.

The article highlights current issues of using low-dose X-ray computed tomography (LDXCT) in radiation visualization of a very dangerous disease – multiple myeloma in Rustitsky-Kahler disease. The resolving power of LDXCT is quite high. Osteolytic foci are detected even at the size of 5 mm. The correlation between the number of detected osteolytic foci and the stage of the disease has been proven. The method of low-dose X-ray computed tomography has high diagnostic efficiency compared to the alternative method of conventional radiography, which was the «gold standard» of visualization of this disease in detecting extraosseous changes, pathological fractures and other pathological formations. The results of the studies in 109 patients with newly diagnosed multiple myeloma indicate the prospects of LDXCT for a wider application in clinical practice and the possibility of revising the existing diagnostic standards.

Keywords: multiple myeloma, radiation imaging, radiography, X-ray low-dose computed tomography.

Введение

Множественная миелома (болезнь Рустицкого-Калера) – онкологическое заболевание системы крови низкой степени злокачественности,

субстратом которого являются плазматические клетки (дифференцированные В-лимфоциты), продуцирующие иммуноглобулины – моноклональные антитела, такие как IgG, IgA, IgM, IgD и IgE, а также к или λ легкие цепи иммуноглобули-

нов, которые препятствуют нормальному функционированию костного мозга, с последующей резорбцией костной ткани и остеодеструкцией [1]. По литературным данным, у более чем 30% пациентов с впервые выявленной множественной миеломой заболевание дебютирует из моноклональной гаммапатии [2, 3]. Данное заболевание характеризуется хроническим течением.

Множественная миелома составляет около 10% заболеваний крови и 1% онкологической патологии в Республике Беларусь [4]. Заболеваемость в РБ примерно 3,3 на 100 000, мужчины заболевают в полтора раза чаще женщин [5].

Критерий, оцениваемый лучевыми методами исследования – поражение костей скелета как органа-мишени. Патологические изменения чаще всего встречаются в губчатых и плоских костях: позвонки, тазовые кости, ребра, кости черепа, реже в трубчатых костях [6].

В соответствии с рекомендациями Международной рабочей группы миеломы от 2016 г., обнаружение одного и более очага остеодеструкции размерами >5 мм представляет собой диагностический критерий симптоматической множественной миеломы и требует начала лечения вне зависимости от наличия или отсутствия других симптомов [7]. Существует корреляция между количеством выявленных остеолитических очагов и стадией заболевания [8]. По этой причине визуализация играет важную роль в ведении пациентов с множественной миеломой.

В клинический протокол диагностики и лечения пациентов с множественной миеломой в Республике Беларусь включено рентгенографическое исследование черепа, всех отделов позвоночника, плоских костей [9], долгое время считавшееся «золотым стандартом» визуализации проявлений данного заболевания, имеющее свои плюсы и минусы. Плюсами данного метода исследования считают доступность (рентгеновский аппарат имеется в каждой поликлинике), простоту выполнения исследования, а также невысокую стоимость. К минусам относят низкую чувствительность метода (для того, чтобы очаг остеодеструкции был замечен на рентгеновском снимке должно быть разрушено не менее 40% костных балок [10]), неудобство для пациента (необходимо выполнить множество снимков в разных проекциях, что может быть затруднительно для тяжелых пациентов, особенно при наличии патологических переломов и других осложнений).

Альтернативным методом визуализации может стать рентгеновская низкодозовая компьютерная томография.

Материал и методы

Целью исследования являлось определение изменений, выявляемых у пациентов с множественной миеломой методом рентгеновской низкодозовой компьютерной томографии.

Исходная информация была собрана с помощью общеклинических методов и низкодозовой рентгеновской компьютерной томографии. В рамках применения общеклинического метода был осуществлен сбор и анализ первичных анамнестических данных у обследуемой группы пациентов посредством их опроса и предварительного клинического обследования. Анамнез жизни включал в себя информацию о возрасте, половой принадлежности и наличии жалоб у респондентов.

Диагноз множественной миеломы установлен в соответствии с международными критериями [7]. В их число входят наличие в костном мозге более 10% плазматических клеток, выявление парапротеина более 30 г/л в крови и/или моче, выявление хотя бы одного признака поражения органа-мишени (гиперкальциемия, поражение почек, анемия, остеодеструктивный синдром).

В работе представлены результаты исследований 109 пациентов с диагнозом множественная миелома, из них мужчины 57, женщины 52. Возрастной диапазон от 42 до 84 лет, средний возраст $65 \pm 9,1$ лет, квартили 58 и 70 лет.

Согласно классификации Всемирной организации здравоохранения, выделяют следующие возрастные категории: молодость – от 18 до 44 лет, средний возраст – от 45 до 59 лет, пожилой возраст – от 60 до 74 лет, старческий возраст – от 75 до 90 лет, и долголетие – 90 лет и старше. Распределение пациентов по этим категориям представлено на рисунке 1.

Согласно приведенным данным, наибольшее количество пациентов принадлежит к возрастной категории от 60 до 74 лет – 61 пациент (55,96%). На втором месте находится категория от 45 до 59 лет – 33 пациента (30,27%). Проявления множественной миеломы у пациентов пожилого возраста, особенно старше 65 лет, значительно усугубляют их уже существующий комплекс коморбидных состояний [4]. Позднее выявление заболевания приводит к прогрессированию инвалидизации и заметному снижению

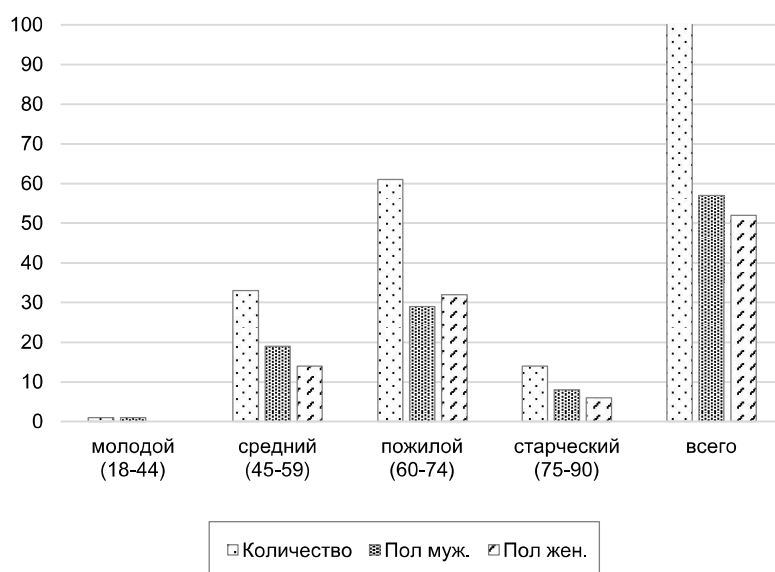


Рисунок 1 – Распределение пациентов по половому и возрастному критериям

Таблица 1 – Результаты проверки статистической гипотезы о независимости распределения гендерного признака и пола

Критерий оценки	Значение хи-квадрат	Число степеней свободы	p-уровень
Критерий хи-квадрат Пирсона	30,57784	33	p=0,58826
Критерий максимума подобия хи-квадрат	38,52489	33	p=0,23381

качества жизни пациентов. Эти факторы подчеркивают необходимость ранней диагностики и своевременного начала лечения с целью улучшения клинических исходов и общего состояния здоровья пациентов.

Анализ с использованием критерия хи-квадрат и метода максимума подобия выявил, что между полом пациента и возрастом не установлено статистически значимой взаимосвязи (табл. 1).

Стадии заболевания

Наиболее распространенной системой стадирования множественной миеломы является метод, предложенный в 1975 году Бренданом Дьюри и Самуэлем Сальмоном. Эта система классифицирует заболевание на три стадии, основываясь на оценке опухолевой массы, которая определяется четырьмя основными параметрами: уровнем М-белка, уровнем гемоглобина, концентрацией кальция в сыворотке и степенью вовлеченности костной ткани [8]. Каждая стадия делится на подкатегории А и В в зависимости от функции почек.

Из 109 пациентов, включенных в исследование, 6 находились на 1а стадии (5,5%), 66 на

2а стадии (60,55%), по 13 пациентов на 2b и 3b стадии заболевания (11,93%) и 11 на 3а (10,09%). Распределение по половому признаку в соответствии со стадиями множественной миеломы представлено в таблице 2.

Основную часть составили пациенты на 2а стадии (66; 60,55%), при этом объем опухолевой нагрузки уже достаточно велик, чтобы вызывать клинические проявления, однако еще нет фатального поражения почек.

В рамках данного исследования была проведена оценка критерия хи-квадрат, а также коэффициентов сопряженности Спирмена и Кендалла, которые представляют собой коэффициенты ранговой корреляции, применяемые для анализа качественных признаков. Результаты анализа продемонстрировали отсутствие статистически значимой взаимосвязи между полом пациента и стадией заболевания. Уровни значимости для всех применённых критериев оказались выше 0,05 (табл. 3).

В соответствии с проведенным анализом, все пациенты, включенные в исследование, составляют однородную генеральную совокупность по гендерному признаку. Это свидетельствует о

Таблица 2 – Распределение пациентов по стадиям заболевания по Дьюри-Сальмон в соответствии с их полом

Стадия заболевания	Пол	Количество пациентов		Частота, %
1a	муж	3	6	5,5
	жен	3		
2a	муж	33	66	60,55
	жен	33		
2b	муж	7	13	11,93
	жен	6		
3a	муж	6	11	10,09
	жен	5		
3b	муж	8	13	11,93
	жен	5		

Таблица 3 – Результаты проверки статистической гипотезы о независимости распределения гендерного признака по стадиям заболевания

Критерии оценки	Значение хи-квадрат	Число степеней свободы	p-уровень
Критерий хи-квадрат Пирсона	0,6321121	df=4	p=0,95943
Критерий максимума правдоподобия хи-квадрат	0,6371827	df=4	p=0,95884
Коэффициент корреляции Кендалла*	b=0,0545269	c=0,0592543	
Коэффициент сопряженности Спирмена	R=0,0584120	t=0,60525	p=0,54629

Примечание: *b – учитывает возможные совпадения значений (связи), c – не учитывает возможные совпадения значений.

том, что пол не выступает в качестве значимого классификационного предиктора, определяющего стадию заболевания.

Секретируемый иммуноглобулин

В зависимости от типа секретируемого иммуноглобулина (Ig), множественная миелома может быть классифицирована на несколько основных типов, каждый из которых характеризуется производством специфического класса иммуноглобулина. В соответствии с типом секреции пациенты были разделены на следующие группы: IgG – 58 пациентов (53,21%), IgA – 22 пациента (20,18%), IgM – 1 пациент (0,92%), легкие цепи и несекретирующая форма – по 14 пациентов (12,84%). Распределение по гендерному признаку в зависимости от типа секреции представлено в таблице 4.

Оценка критерия хи-квадрат и коэффициентов сопряженности Спирмена и Кендалла показали отсутствие связи между типом секреции патологического иммуноглобулина и полом, а также отсутствие связи между типом секреции патоло-

гического иммуноглобулина с возрастом пациентов – уровни значимости критериев значительно больше 0,05 (табл. 5, 6).

Жалобы пациентов

По литературным данным, одним из основных клинических проявлений множественной миеломы является боль в костях, наблюдаемая у 60-70% пациентов, что обусловлено остеолитическим, возникающим в результате патологического процесса. Болевые ощущения чаще всего локализуются в области поражённых позвонков, преимущественно в пояснично-крестцовом отделе, а также в грудной клетке и области костей таза. В меньшей степени болевой синдром может проявляться в длинных трубчатых костях [1, 4].

В ходе нашего исследования жалобы в зависимости от локализации распределялись следующим образом (рис. 2):

- Боль в костях (генерализованная) – 47 пациентов (43,12%);
- Боль в позвоночнике (во всех его отделах) – 13 пациентов (11,93%);

Таблица 4 – Распределение пациентов в зависимости от типа секретируемого парапротеина и пола

Секретируемый парапротеин	Пол	Количество пациентов		Частота, %
IgG	муж	26	58	53,21
	жен	32		
IgA	муж	14	22	20,18
	жен	8		
IgM	муж	0	1	0,92
	жен	1		
Легкие цепи	муж	9	14	12,84
	жен	5		
Несекретирующая форма	муж	8	14	12,84
	жен	6		

Таблица 5 – Результаты проверки статистической гипотезы о независимости гендерного признака и типа секретируемого патологического иммуноглобулина

Критерии оценки	Значение хи-квадрат	Число степеней свободы	p-уровень
Критерий хи-квадрат Пирсона	4,465663	df=4	p=0,34664
Критерий максимума правдоподобия хи-квадрат	4,881567	df=4	p=0,29967
Коэффициент корреляции Кендалла*	b=-0,026450	c=-0,029964	
Коэффициент сопряженности Спирмена	-0,028396	t=-0,2938	p=0,76944

Примечание: *b – учитывает возможные совпадения значений (связи), c – не учитывает возможные совпадения значений.

Таблица 6 – Результаты проверки статистической гипотезы о независимости возраста пациентов и типа секретируемого патологического иммуноглобулина

Критерии оценки	Значение хи-квадрат	Число степеней свободы	p-уровень
Критерий хи-квадрат Пирсона	113,3121	df=132	p=0,87844
Критерий максимума правдоподобия хи-квадрат	105,9637	df=132	p=0,95344
Коэффициент корреляции Кендалла*	b=-0,073772	c=-0,072384	
Коэффициент сопряженности Спирмена	R=-0,095682	t=-0,9943	p=0,32232

Примечание: *b – учитывает возможные совпадения значений (связи), c – не учитывает возможные совпадения значений.

- Боль в шейном отделе позвоночника (ШОП) – 2 пациента (1,83%);
 - Боль в грудном отделе позвоночника (ГОП) – 5 пациентов (4,59%);
 - Боль в пояснично-крестцовом отделе позвоночника (ПКОП) – 14 пациентов (12,84%);
 - Боль в костях грудной клетки – 12 пациентов (11%);
 - Боль в суставах, конечностях – 12 пациентов (11%);
 - Боль в костях черепа – 2 пациента (1,83%).
- При этом жалобы на боль отсутствовали у

27 пациентов (24,77%), 21 (19,26%) пациент отмечал болевой синдром в двух зонах, 2 пациента (1,83%) – в трех зонах.

Однако, следует отметить, что наличие болевого синдрома может быть обусловлено не только проявлением множественной миеломы, но и наличием сопутствующих заболеваний (дегенеративные изменения позвоночника, выпячивания межпозвонковых дисков и др.).

Следующей распространенной жалобой, с которой обращаются пациенты, страдающие множественной миеломой, является слабость. В

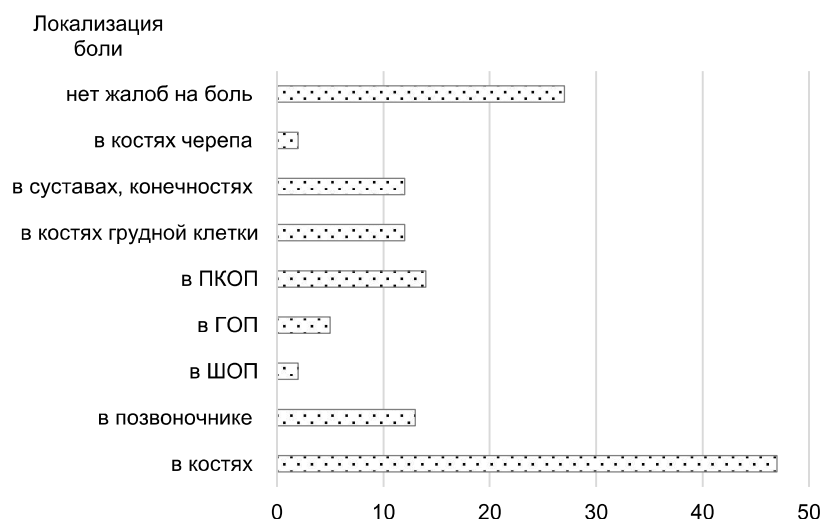


Рисунок 2 – Локализация болевого синдрома

ходе данного исследования среди 109 включённых пациентов наблюдалось наличие данного симптома у 70 человек, что составляет 64,22% от общего числа участников.

Методика исследования

Рентгеновская низкодозовая компьютерная томография всего тела выполнялась на 64-срезовом двухэнергетическом компьютерном томографе DISCOVERY 750 HD General Electric (США). Использовался следующий протокол: напряжение рентгеновской трубки 120 кВ, сила тока 40 мАс (комбинация напряжения и силы тока меняется в зависимости от комплекции пациента на 100/80 кВ/мАс, 120/60 кВ/мАс, 140/40 кВ/мАс), толщина среза 1,25 мм, пациент находился лежа на спине, руки по передней поверхности туловища с подложенной под них тонкой рентгенпрозрачной подушкой для исключения артефактов от кистей, зона сканирования от вершины черепа до пальцев ног (до голеностопного сустава в случае с очень высокими пациентами). Исследование проводилось с задержкой дыхания. Полученные изображения оценивались в костном и мягкотканном окнах с использованием мультипланарной реконструкции.

Статистическая обработка материала выполнялась при помощи пакета программ STATISTICA 6.1 и Excel.

Результаты

Изменения, выявленные при помощи рентгеновской низкодозовой компьютерной томографии:

1. Диффузное снижение костной плотности. Из обследованных 109 пациентов диффузное снижение костной плотности было выявлено у 17 пациентов (15,6%). Максимальное снижение костной плотности тел позвонков было до +30+40НУ. В большинстве случаев (15 из 17 пациентов, 88,23%) снижение костной плотности сопровождалось компрессионной деформацией тел позвонков.

2. Петлистая перестройка костной ткани. В ходе исследования данный тип патологических изменений выявлен у 15 пациентов (13,76%), в 6 случаях петлистая перестройка костной ткани сопровождалась снижением костной плотности (40%).

3. Очаги остеодеструкции. В рамках исследования проводился отдельный анализ для множественных (однотипные, до 19 мм, в большинстве случаев неисчисляемые) и единичных очагов остеодеструкции. Для оценки множественных очагов использовалась систематическая градация по размеру: мелкие – менее 5 мм, средние – от 6 до 10 мм и крупные – от 11 мм и более. Распределение множественных очагов в отделах скелета представлено в таблице 7.

В таблице 8 представлены данные о распределении единичных остеолитических очагов в различных отделах скелета у 109 обследованных пациентов.

Следует отметить, что у части обследованных пациентов выявлены исключительно множественные однотипные остеолитические очаги, в то время как у другой группы наблюдались только единичные разновеликие очаги. Кроме того,

в некоторых случаях зафиксировано сочетание обоих типов поражения, локализующиеся в различных отделах скелета (табл. 9).

4. Остеосклеротические изменения обнаружены у 1 пациента (0,91%).

5. Инфильтрация костного мозга в диафизах длинных трубчатых костей была выявлена у 15 пациентов (13,76%).

6. Костные плазмоцитомы визуализировались у 38 пациентов (34,86%).

7. Внекостные плазмоцитомы выявлены у 2 пациентов (1,83%).

8. Осложнения: патологические переломы, стеноз позвоночного канала, межпозвонковых отверстий определялись у 48 пациентов (44,03%).

9. Сопутствующие патологические изменения, выявляемые при проведении низкодозовой компьютерной томографии представлены в таблице 10.

10. У 7 пациентов (6,42%) остеодеструктивные изменения, костные и внекостные плазмоцитомы выявлены не были.

Обсуждение

При сопоставимой с классической рентгенографией лучевой нагрузке [11] рентгеновская низкодозовая компьютерная томография за одно короткое исследование (пациент находится в кабинете не более 8-12 минут) позволяет визуа-

Таблица 7 – Распределение множественных очагов остеодеструкции по отделам скелета

Локализация	Очаги			Всего
	мелкие	средние	большие	
Кости черепа	4	26	14	44
Позвоночник	6	30	12	48
Кости таза	2	19	13	34
Ребра, грудина, ключицы	4	29	14	47
Кости верхних и нижних конечностей	1	9	8	18
Всего	17	113	61	

Таблица 8 – Распределение единичных очагов остеодеструкции по отделам скелета

Локализация очагов остеодеструкции	Количество пациентов (%)
Кости черепа	19 (17,43)
Шейный отдел позвоночника	36 (33,02)
Грудной отдел позвоночника	20 (18,34)
Поясничный отдел позвоночника	6 (5,5)
Ребра, грудина, ключицы	26 (23,85)
Кости таза	34 (31,19)
Кости верхних и нижних конечностей	14 (12,84)

Таблица 9 – Распределение остеолитических очагов по количеству и локализации

Локализация	Количество пациентов только с единичными очагами (%)	Количество пациентов только с множественными очагами (%)	Количество пациентов с сочетанием множественных и единичных очагов (%)	Количество пациентов с наличием остеодеструктивных изменений (%)
Череп	8 (7,34)	33 (30,27)	11 (10,09%)	52 (44,7)
Шейный отдел позвоночника	19 (17,43)	31 (28,44)	17 (15,59)	67 (61,46)
Грудной отдел позвоночника	8 (7,34)	33 (30,27)	12 (11,01)	53 (48,62)
Поясничный отдел позвоночника	1 (0,91)	36 (33,02)	5 (4,58)	42 (38,53)
Ребра, грудина, ключицы	10 (9,17)	31 (28,44)	16 (14,68)	57 (52,29)
Кости таза	19 (17,43)	19 (17,43)	15 (13,76)	53 (48,62)
Кости верхних и нижних конечностей	13 (11,92)	17 (15,59)	1 (0,91)	31 (28,44)

Таблица 10 – Сопутствующие патологические изменения

Патологические изменения	Количество пациентов (%)
Конкременты почек	8 (7,34)
Образования, кисты почек	6 (5,5)
Нефросклероз	2 (1,83)
Конкременты желчевыводящих путей	4 (3,67)
Образования печени	4 (3,67)
Пневмония, гидроторакс	11 (10,09)
Образования легких	4 (3,67)
Поствоспалительные изменения легких	23 (21,1)
Синуситы	4 (3,67)
Выраженные дегенеративные изменения позвоночника	13 (11,92)

лизировать все кости скелета, а также широкий спектр костных и внескостных изменений. Снижение дозы облучения пациента достигается путем уменьшения силы тока и напряжения в рентгеновской трубке. Хотя указанные манипуляции могут приводить к снижению качества получаемых изображений, из-за высокой естественной контрастности между костными структурами и мягкими тканями визуализация скелета существенно не страдает (рис. 3).

Вследствие активности миеломных клеток, выделения ими остеокластоактивирующих факторов (обширный класс лимфокинов, факторов некроза опухоли, интерлейкинов) возрастает активность остеокластов и разрушение ими структуры кости. Современные ученые полагают, что процесс

остеолиза может происходить локально или генерализованно [13]. Если этот процесс происходит в большинстве костей относительно равномерно, то на полученных изображениях это визуализируется диффузным снижением костной плотности, которое можно измерить. По литературным данным [14] нормальной считается костная плотность выше 135HU, остеопения – значения в пределах 135-110HU, остеопороз – значение ниже 110HU. Таким образом, получая значения плотности костной ткани ниже 110HU и при соответствующих изменениях в миелограмме можно заподозрить диффузное поражение костей миеломой.

В том случае, если процесс остеодеструкции относительно сбалансирован процессом остеосинтеза на томограммах определяется петлистая пере-

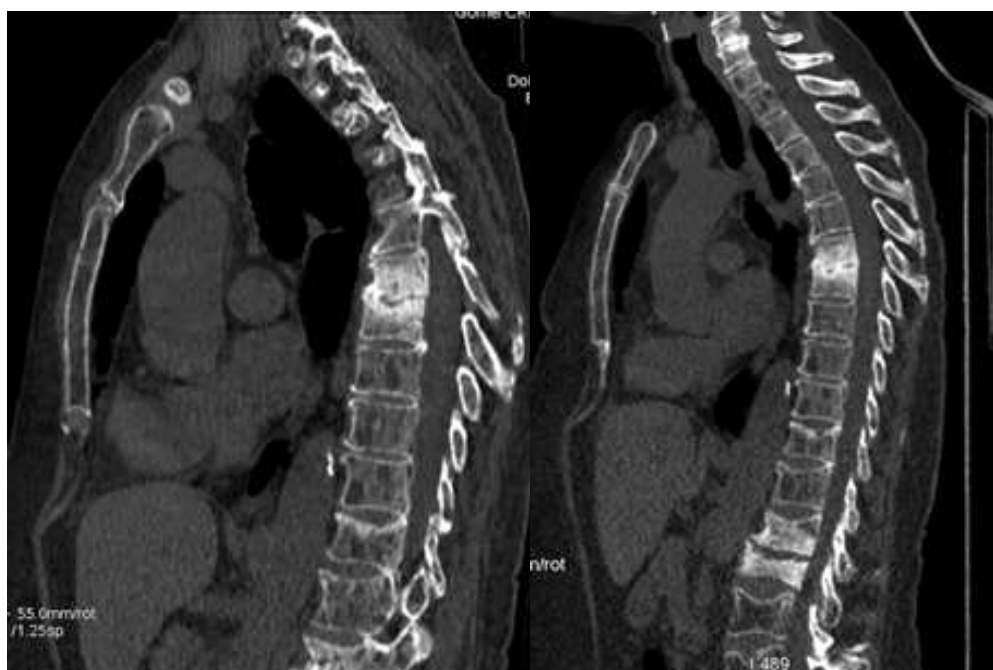


Рисунок 3 – Классическая (слева) и низкодозовая (справа) рентгеновская компьютерная томография грудного отдела позвоночника пациента с множественной миеломой



Рисунок 4 – Петлистая перестройка костной ткани

стройка костной ткани, представляющая собой чередующиеся мелкие участки разряжения костной ткани и утолщенные костные балки (рис. 4).

Стоит отметить, что визуализированная петлистая перестройка костной ткани не всегда сопровождалась снижением костной плотности, только в 6 случаях из 15 (40%), что может свидетельствовать о балансе деструкции и синтеза костной ткани.

Очаг остеодеструкции – участок разрушения костных балок с замещением получившихся дефектов патологическим субстратом. Очаг остеодеструкции при множественной миеломе – это участок поражения костной ткани размером более 5 мм (от нескольких мм до 4–5 см и более), без склеротического ободка, с нечетким контуром, с наличием мягкотканного компонента, может нарушать целостность кортикального слоя кости [15] (рис. 5).

Для удобства анализа распределения, подсчета и статистической обработки все визуализируемые очаги в ходе исследования были разделены на однотипные множественные, в большинстве случаев не поддающиеся исчислению и разновеликие единичные, подсчет и измерение которых не столь затруднительно. Множественные очаги в свою очередь делились на мелкие (до 5 мм), средние (от 6 до 10 мм) и крупные (11 мм и более).

Среди множественных очагов преобладали очаги среднего размера (59,16% случаев). По локализации наиболее часто множественные очаги определялись в позвонках (48 пациентов, 44,03%), костях грудной клетки (47 пациентов, 43,12%) и костях черепа (44 пациента, 40,36%) (табл. 7).

Единичные очаги чаще всего визуализировались в позвонках шейного отдела позвоночника (36 пациентов, 33,02%), костях таза (34 пациента,

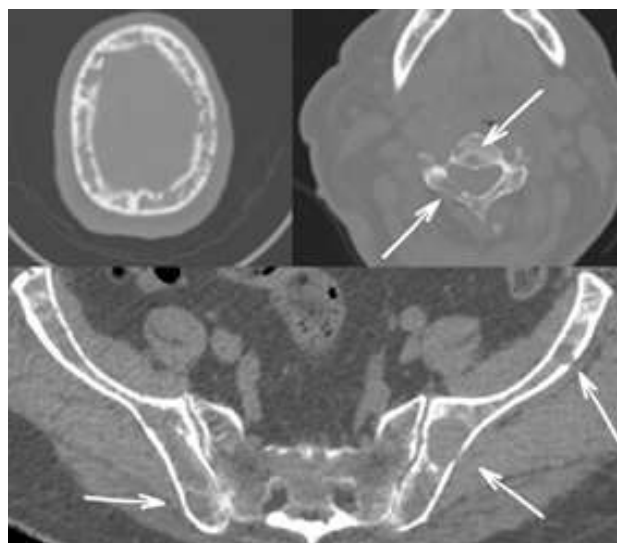


Рисунок 5 – Очаги остеодеструкции в костях черепа, шейном позвонке, костях таза

31,19%), костях грудной клетки (26 пациентов, 23,85%) (табл. 8).

Необходимо отметить, что наличие одного типа остеолитических очагов не исключает наличие очагов другого типа. Чаще такое сочетание встречалось в позвонках шейного отдела позвоночника, костях грудной клетки и таза (17, 16 и 15 пациентов соответственно, 15,59%, 14,67%, 13,76%) (табл. 9).

Преимущественная локализация литических очагов в плоских и смешанных костях может быть объяснена особенностями кровотока в костях этих типов, которые способствуют «закреплению» плазматических клеток в костном мозге и последующим образованием очага остеодеструкции. Реже встречаются поражения трубчатых костей периферического скелета: единичные очаги у 13 пациентов (11,92%), множественные у 17 пациентов (15,59%) и сочетание единичных и множественных у 1 пациента (0,91%) (табл. 9).

Стоит выделить, что поражение костей периферического скелета изолированно от поражения осевого скелета не определялось.

В редких случаях, по литературным данным примерно у 2% пациентов [13], поражение костей проявляется склеротическими изменениями – склеротическая форма множественной миеломы, которая проявляется также в очаговой или диффузной форме. Очаг остеосклероза при множественной миеломе – гиперденсный очаг перестройки костной ткани с нечетким контуром, неоднородный за счет участков остеодеструкции в нем. Диффузная форма характеризуется диффузной остеосклеротической перестройкой костной ткани.

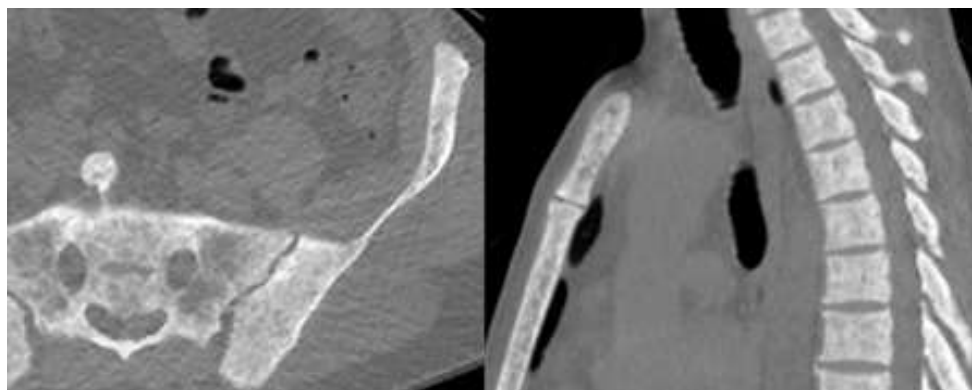


Рисунок 6 – Диффузный остеосклероз костей таза, позвонков и грудины

Из 109 обследованных пациентов лишь у 1 (0,91%) выявлена диффузная склеротическая перестройка костной ткани (рис. 6).

Ряд авторов утверждают, что компьютерная томография не позволяет визуализировать инфильтрацию костного мозга [11], однако в ходе исследования у 15 пациентов (13,76%) были выявлены участки инфильтрации желтого костного мозга в диафизах бедренных и/или плечевых костей, характеризующиеся образованием мягкой плотности с относительно ровным четким контуром, в отличие от реконверсии костного мозга, когда контур нечеткий, расплывчатый (рис. 7).

Костная плазмоцитома – опухоль, состоящая из зрелых плазматических клеток, развивающаяся в костномозговых полостях костей скелета [16]. В соответствии с рекомендациями Международной рабочей группы миеломы, костная плазмоцитома может являться как проявлением поражения органа-мишени при симптоматической миеломе, так и самостоятельной нозологической единицей [7].

На КТ-изображениях плазмоцитома представляет собой внутрикостное образование мягкой плотности, которое может нарушать целостность кортикального слоя, выходить за пределы кости либо деформировать ее (рис. 8). Наличие костных плазматом является плохим прогностическим признаком относительно выживаемости пациентов [4].

По литературным данным, костные плазмцитомы у пациентов с впервые выявленной множественной миеломой встречаются в 7-32,5% [16]. В нашем исследовании из 109 пациентов костная плазмоцитома была выявлена у 38 (35,78%).

Внекостные/экстрамедуллярные плазмцитомы рассматриваются как результат гематогенного отсева клона патологических клеток в дру-

гие органы и ткани и никак не связаны с костью анатомически [17].

При проведении рентгеновской низкодозовой компьютерной томографии экстрамедуллярная плазмоцитома определяется как округлое образование мягкой плотности, визуализируемое в любых органах и тканях. Однако, при бесконтрастном исследовании, выявляемые патологические изменения нельзя считать патогномичными и обнаружение данных изменений требует дальнейшего дообследования с использованием как рентгенологических, так и других методов визуализации: ультразвукового исследования, рентгеновской компьютерной томографии с контрастированием, магнитно-резонансной томографии, что является ограничением данного метода визуализации.

У 2 пациентов (1,83%) были выявлены внекостные плазмцитомы: у одного из них образование мягкой плотности в подкожной жировой клетчатке в области медиального мыщелка большеберцовой кости, у другого – мягкотканые



Рисунок 7 – Инфильтрация желтого костного мозга правой плечевой кости, обеих бедренных костей



Рисунок 8 – Плазмоцитомы правой лонной кости (слева), 12 левого ребра (справа)

образования в левой подмышечной области и подкожной жировой клетчатке левого плеча (рис. 9).

Осложнения: патологические переломы, стеноз позвоночного канала, межпозвоноковых отверстий

Одно из самых распространенных осложнений, сопровождающих множественную миелому – патологический перелом как смешанных (позвонки), так и плоских и трубчатых костей.

В позвонках патологический перелом происходит по причине снижения минеральной плотности кости под воздействием миеломных клеток при подъеме тяжелого веса, неосторожных телодвижениях и даже под силой веса собствен-

ного тела. Со временем тела позвонков принимают форму «рыбьих» за счет «проседания» обеих замыкательных пластинок (двояковогнутая компрессионная деформация позвонков), либо формируется другой тип деформации позвонка (рис. 10). Фрагменты или части таких позвонков могут выступать в просвет позвоночного канала с его стенозированием. Компрессионная деформация тел позвонков ведет к сужению просвета межпозвоноковых отверстий с вероятностью компримирования в них нервных корешков.

Иной причиной патологических переломов как позвонков, так и плоских и трубчатых костей может стать разрушение костной ткани плазмочитомой (рис. 10).

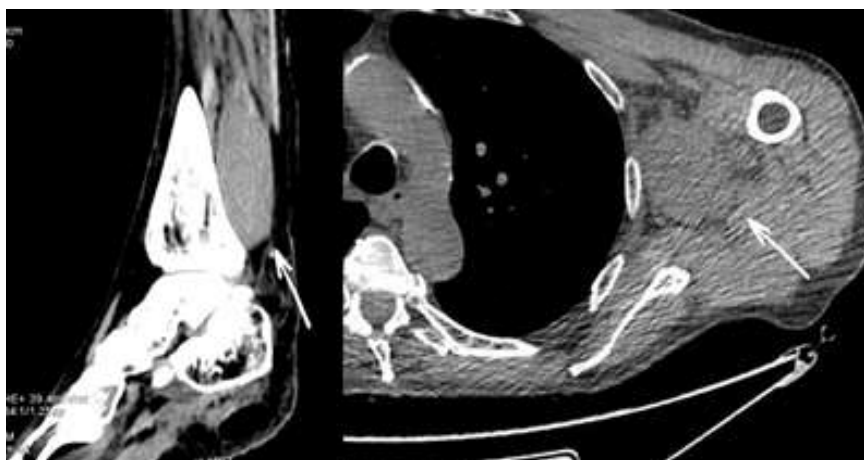


Рисунок 9 – Внекостные плазмоцитомы в области медиального мыщелка большеберцовой кости (слева), левой подмышечной области (справа)



Рисунок 10 – Патологические переломы: компрессионные переломы позвонков, патологический перелом бедренной кости

Кроме того, плазмоцитома, локализующаяся в позвонке, в случае распространения мягкотканого компонента в просвет позвоночного канала, может сужать его просвет вплоть до компрессии спинного мозга с появлением соответствующей клинической картины (рис. 11). Помимо этого, плазмоцитома может компримировать нервные корешки как в просвете позвоночного канала, так и в межпозвонковых отверстиях.

Из 109 пациентов, включенных в исследование, различные виды осложнений были выявлены у 48 пациентов (44,03%). Данные изменения требуют консультации со смежными специалистами, такими как травматологи, вертебрологи и неврологи. В связи с этим лечащему врачу следует проявлять особую настороженность при оценке состояния данных пациентов.

Кроме изменений костной ткани, на которые непосредственно нацелено исследование, низкодозовая компьютерная томография позволяет визуализировать и некоторую сопутствующую патологию.

Разрешающей способности метода исследования достаточно для того, чтобы в той или иной степени однозначно интерпретировать визуализируемые изменения, например, в случае пневмонии или конкрементов в желчном пузыре, почках (рис. 12). А в некоторых случаях может потребоваться дообследование с использованием других методов визуализации (например, при обнаружении гиподенсных образований печени, почек, других органов и тканей).

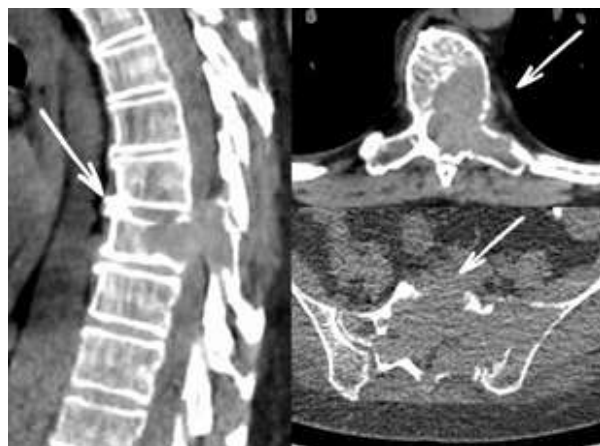


Рисунок 11 – Плазмоцитома Th9 позвонка в сагиттальной и аксиальной плоскостях, распространяющаяся в просвет позвоночного канала с его стенозированием, плазмоцитома крестца, распространяющаяся в просвет позвоночного канала, межпозвонковых отверстий

В ходе нашего исследования сопутствующие патологические изменения были выявлены у 67 пациентов (61,46%). 15 из них потребовали дополнительного обследования, 11 пациентам (10,09%) показан контроль выявленных сопутствующих заболеваний в динамике.

Заключение

Метод рентгеновской низкодозовой компьютерной томографии всего тела является информативным методом визуализации как костных, так и внескостных проявлений множественной миеломы, ее осложнений, сопутствующей патологии. Различные костные изменения выявлены у 102 пациентов (93,57%), внескостные у 2 пациентов (1,83%), осложнения у 48 пациентов (35,78%), сопутствующие патологические изменения у 67 пациентов (61,46%). Метод рентгеновской низкодозовой компьютерной томографии удобен для пациента (нет необходимости в многократной смене положения тела, что особенно важно для тяжелых пациентов), позволяет одновременно визуализировать все кости скелета, не требует дополнительной предварительной подготовки. Несмотря на некоторые ограничения метода, результаты исследования демонстрируют высокую диагностическую ценность НДКТ в обнаружении разнообразных патологических изменений, что открывает перспективы для её более широкого применения в клинической практике и возможного пересмотра текущих диагностических стандартов.

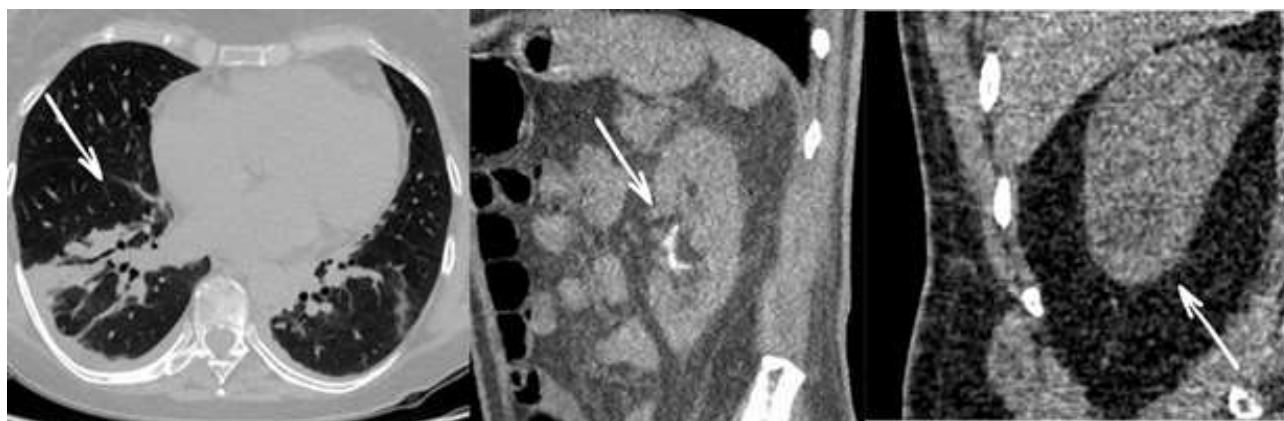


Рисунок 12 – Сопутствующие изменения: пневмония в нижней доле правого легкого, конкремент левой почки, образование (киста?) правой почки

Литература

1. Марченко, Я. М. Множественная миелома / Я. М. Марченко // Вестник молодого ученого. 2016. Т. 14, № 3. С. 25–30.
2. Rajkumar, S. V. Multiple myeloma: 2016 update on diagnosis, risk-stratification, and management / S. V. Rajkumar // American journal of hematology. 2016 Jul. Vol. 91, № 7. P. 719–734. DOI: 10.1002/ajh.24402
3. Monoclonal gammopathy of undetermined significance (MGUS) consistently precedes multiple myeloma: a prospective study / O. Landgren, R. A. Kyle, R. M. Pfeiffer [et al.] // Blood. 2009 May. Vol. 113, № 22. P. 5412–5417. DOI: 10.1182/blood-2008-12-194241
4. Кравченко, Д. В. Множественная миелома : практ. пособие для врачей / Д. В. Кравченко, С. А. Ходулева, Д. К. Новик. Гомель : РНПЦ РМ и ЭЧ, 2016. 83 с.
5. Чешик, А. А. Анализ заболеваемости множественной миеломой в Республике Беларусь / А. А. Чешик // Человек и его здоровье. 2016. № 4. С. 54–59.
6. Михайлов, А. Н. Рентгенодиагностика заболеваний костно-суставной системы / А. Н. Михайлов. Минск : БелМАПО, 2011. 299 с.
7. International Myeloma Working Group updated criteria for the diagnosis of multiple myeloma / S. V. Rajkumar, M. A. Dimopoulos, A. Palumbo [et al.] // The Lancet. Oncology. 2014 Nov. Vol. 15, № 12. P. e538–e548. DOI: 10.1016/S1470-2045(14)70442-5
8. Durie, B. G. A clinical staging system for multiple myeloma. Correlation of measured myeloma cell mass with presenting clinical features, response to treatment and survival / B. G. Durie, S. E. Salmon // Cancer. 1975 Sep. Vol. 36, № 3. P. 842–854. DOI: 10.1002/1097-0142(197509)36:3<842::aid-cncr2820360303>3.0.co;2-u
9. Об утверждении клинических протоколов диагностики и лечения больных : приказ М-ва здравоохранения Респ. Беларусь от 19 мая 2005 г. № 274 : в ред. от 21 июля 2016 г. № 685 // Эталон : информ.-поисковая система (дата обращения 19.03.2025).
10. Бессмельцев, С. С. Множественная миелома (патогенез, клиника, диагностика, дифференциальный диагноз). Часть I / С. С. Бессмельцев // Клиническая Онкогематология. Фундаментальные исследования и клиническая практика. 2013. Т. 6, № 3. С. 237–257.
11. Рентгеновская компьютерная томография в диагностике и мониторинге поражения костей при множественной миеломе с использованием низкодозового и стандартного протоколов сканирования / И. Э. Костина, М. К. Гитис, Л. П. Менделеева [и др.] // Гематология и трансфузиология. 2018. Т. 63, № 2. С. 113–123.
12. Zamagni, E. Imaging in multiple myeloma: How? When? / E. Zamagni, P. Tacchetti, M. Cavo // Blood. 2019 Feb. Vol. 133, № 7. P. 644–651. DOI: 10.1182/blood-2018-08-825356
13. Бессмельцев, С. С. Множественная миелома : рук. для врачей / С. С. Бессмельцев, К. М. Абдулкадыров. Санкт-Петербург : Диалект, 2004. 446 с.
14. Zaidi, O. Measurement Techniques and Utility of Hounsfield Unit Values for Assessment of Bone Quality Prior to Spinal Instrumentation: A Review of Current Literature / O. Zaidi, O. A. Danisa, W. Cheng // Spine (Phila Pa 1976). 2019 Feb. Vol. 44, № 4. P. E239–E244. DOI: 10.1097/BRS.0000000000002813
15. Hyperattenuating bone marrow abnormalities in myeloma patients using whole-body non-enhanced low-dose MDCT: correlation with haematological parameters / M. Horger, P. Pereira, C. D. Claussen [et al.] // The British journal of radiology. 2008 May. Vol. 81, № 965. P. 386–396. DOI: 10.1259/bjr/21850180
16. Мамаева, Е. А. Множественная миелома, осложненная костными плазмодитомами: патогенез, клиническая картина, лечебные подходы (обзор литературы) / Е. А. Мамаева, М. В. Соловьева, Л. П. Менделеева // Клиническая онкогематология. Фундаментальные исследования и клиническая практика. 2023. Т. 16, № 3. С. 303–310.
17. Plasmacytoma in patients with multiple myeloma: Morphology and immunohistochemistry / M. V. Firsova, L. P. Mendeleeva, A. M. Kovrigina [et al.] // BMC Cancer. 2020 Apr. Vol. 20, № 346. DOI: 10.1186/s12885-020-06870-w

Поступила 03.02.2025 г.

Принята в печать 14.04.2025 г.

References

1. Marchenko YaM. Multiple myeloma. Vestnik Molodogo Uchenogo. 2016;14(3):25-30. (In Russ.)
2. Rajkumar SV. Multiple myeloma: 2016 update on diagnosis, risk-stratification, and management. American Journal Hematology. 2016 Jul;91(7):719-734. doi: 10.1002/ajh.24402
3. Landgren O, Kyle RA, Pfeiffer RM, J. A. Katzmann, N. E. Caporaso, R. B. Hayes, et al. Monoclonal gammopathy of undetermined significance (MGUS) consistently precedes multiple myeloma: a prospective study. Blood. 2009 May;113(22):5412-5417. doi: 10.1182/blood-2008-12-194241
4. Kravchenko DV, Khoduleva SA, Novik DK. Multiple myeloma: prakt posobie dlya vrachei. Gomel, RB: RNPTs RM i ECh; 2016. 83 p. (In Russ.)
5. Cheshik AA. Analysis of the incidence of multiple myeloma in the Republic of Belarus. Chelovek Ego Zdorov'e. 2016;(4):54-59. (In Russ.)
6. Mikhaylov AN. X-ray diagnosis of diseases of the bone and joint system. Minsk, RB: BelMAPO; 2011. 299 p. (In Russ.)
7. Rajkumar SV, Dimopoulos MA, Palumbo A. International Myeloma Working Group updated criteria for the diagnosis of multiple myeloma. Lancet Oncology. 2014 Nov;15(12):e538-e548. doi: 10.1016/S1470-2045(14)70442-5
8. Durie BG, Salmon SE. A clinical staging system for multiple myeloma. Correlation of measured myeloma cell mass with presenting clinical features, response to treatment and survival. Cancer. 1975 Sep;36(3):842-854. doi: 10.1002/1097-0142(197509)36:3<842::aid-cncr2820360303>3.0.co;2-u
9. On approval of clinical protocols for diagnosis and treatment of patients: pri-kaz M-va zdravookhraneniya Resp Belarus' ot 19 maya 2005 g № 274: v red ot 21 iyulya 2016 g № 685. V: Etalon: inform-poiskovaya sistema [Accessed 19th March 2025].
10. Bessmeltsev SS. Multiple myeloma (pathogenesis, clinic, diagnosis, differential diagnosis). Part I. Klinicheskaya Onkogematologiya Fundamental'nye Issle-dovaniya Klinicheskaya Praktika. 2013;6(3):237-257. (In Russ.)
11. Kostina IE, Gitis MK, Mendeleeva LP, Bagramyan AYU, Solovyev MV, Gribanova EO, i dr. X-ray computed tomography in the diagnosis and monitoring of bone lesions in multiple myeloma using low-dose and standard scanning protocols. Gematologiya Transfuziologiya. 2018;63(2):113-123. (In Russ.)
12. Zamagni E, Tacchetti P, Cavo M. Imaging in multiple myeloma: How? When? Blood. 2019 Feb;133(7):644-651. doi: 10.1182/blood-2018-08-825356
13. Bessmeltsev SS, Abdulkadyrov KM. Multiple myeloma: ruk dlya vrachei. Saint Petersburg, RF: Dialekt; 2004. 446 p. (In Russ.)
14. Zaidi O, Danisa OA, Cheng W. Measurement Techniques and Utility of Hounsfield Unit Values for Assessment of Bone Quality Prior to Spinal Instrumentation: A Review of Current Literature. Spine (Phila Pa 1976). 2019 Feb;44(4):E239-E244. doi: 10.1097/BRS.0000000000002813
15. Horger M, Pereira P, Claussen CD. Hyperattenuating bone marrow abnormalities in myeloma patients using whole-body non-enhanced low-dose MDCT: correlation with haematological parameters. British Journal Radiology. 2008 May;81(965):386-96. doi: 10.1259/bjr/21850180
16. Mamaeva EA, Solovyeva MV, Mendeleeva LP. Multiple myeloma complicated by bone plasmacytomas: pathogenesis, clinical presentation, treatment approaches (literature review). Klinicheskaya Onkogematologiya Fundamental'nye Issledovaniya Klinicheskaya Praktika. 2023;16(3):303-310. (In Russ.)
17. Firsova MV, Mendeleeva LP, Kovrigina AM, M. V. Solovev, V. G. Savchenko. Plasmacytoma in patients with multiple myeloma: Morphology and immunohistochemistry. BMC Cancer. 2020 Apr;20(1):346. doi: 10.1186/s12885-020-06870-w

Submitted 03.02.2025

Accepted 14.04.2025

Сведения об авторах:

А.Н. Михайлов – д.м.н., профессор, академик медицины Национальной академии наук Беларуси, зав. кафедрой лучевой диагностики, Институт повышения квалификации и переподготовки кадров здравоохранения учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет»;

Доманцевич Анна Викторовна – аспирант кафедры лучевой диагностики, Институт повышения квалификации и переподготовки кадров здравоохранения учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет»; врач лучевой диагностики, ГУ «Республиканский научно-практический центр радиационной медицины и экологии человека», e-mail: annadomantsevich@gmail.com.

Information about authors:

A.N. Mikhailov – Doctor of Medical Sciences, Professor, Academician of Medicine of the National Academy of Sciences of Belarus, head of Chair of Radiation Diagnostics, Institute for Advanced Training & Retraining of Healthcare Personnel of the Educational Institution “Belarusian State Medical University”;

Hanna V. Damantsevich – postgraduate student of the Chair of Radiation Diagnostics, Institute for Advanced Training & Retraining of Healthcare Personnel of the Educational Institution “Belarusian State Medical University”; radiologist, Republican Scientific and Practical Center for Radiation Medicine and Human Ecology, e-mail: annadomantsevich@gmail.com.