Диагностика и лечение нейробластомы: обзор SIOP 2026 и опыт ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России

Сулейманова Амина Магомедовна

с.н.с., врач-детский онколог детского онкологического отделения №1 (химиотерапии торакоабдоминальной локализации) НИИ детской онкологии и гематологии им. академика РАМН Л.А. Дурнова ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России



11-я Конференция Энби
Москва I 3–4 октября 2026 года

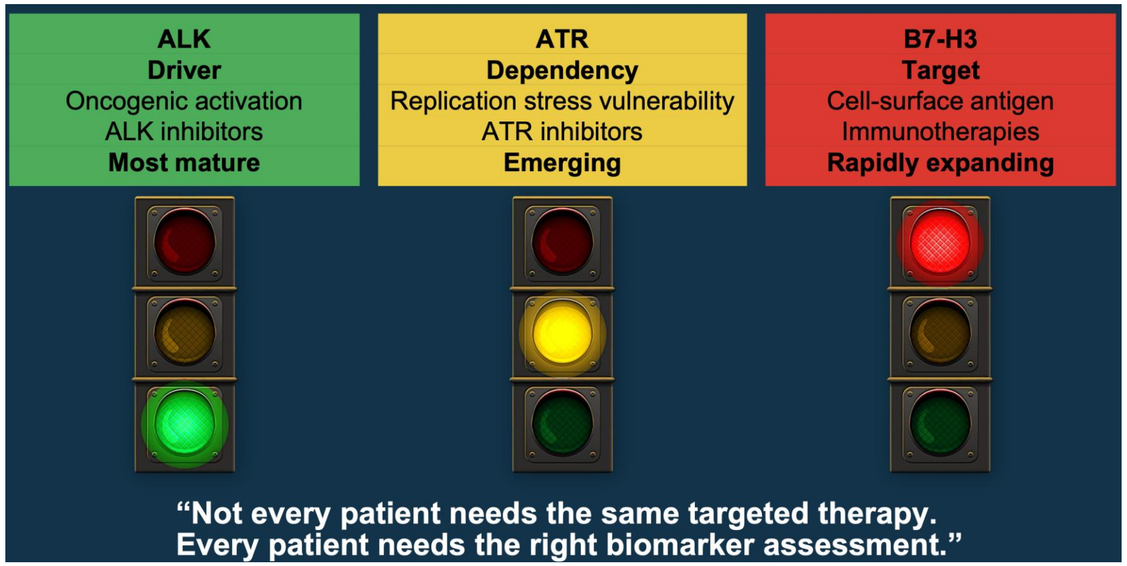
FM-MED-ONCO-1026-114

Таргетные препараты в первой линии

INTERNATIONAL SOCIETY OF PAEDIATRIC ONCOLOGY
SAN ANTONIO, TEXAS, USA | SEPTEMBER 15-18, 2026

SIOP 2026, лекция I. JIMÉNEZ (Испания)

Смена парадигмы: от лечения по группам риска к терапии на основе биомаркеров. Молекулярное профилирование проводится при постановке диагноза, а таргетные препараты применяются не только при рецидиве.



Мишень	Обоснование	Подход	Стадия разработки
ALK	Онкогенный драйвер: мутации (F1174, R1275, F1245) и амплификация	Ингибиторы ALK (лорлатиниб)	Наиболее изучена
ATR	Зависимость от репликативного стресса при амплификации MYCN	Ингибиторы ATR в комбинации с химио-, лучевой терапией и ингибиторами ALK	Промежуточная
B7-H3 (CD276)	Поверхностный антиген с высокой экспрессией в опухоли	Антитела, конъюгаты, радиоиммунотерапия, биспецифические антитела, CAR-T/NK	Ранняя, быстро развивается

- Консенсус по тестированию ALK: NGS ± анализ числа копий, стандартизированная интерпретация и заключение
- Ориентир на 2035 год: молекулярная характеристика опухоли у каждого пациента, ctDNA, адаптивные платформенные исследования

По материалам доклада на конгрессе SIOP 2026 (Сан-Антонио, 15–18 сентября 2026).

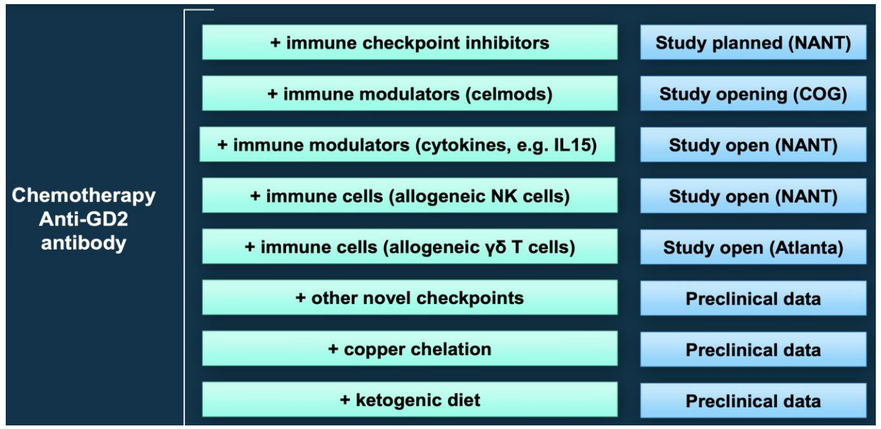


Лечение рецидивов и рефрактерных форм

SIOP 2026, лекция K. Goldsmith (США)

У 30–40% пациентов группы высокого риска — рефрактерное течение или рецидив. Лорлатиниб, анти-GD2 и DFMO в первой линии меняют биологию рецидивов и выбор терапии.

Подход	Исследование	Результаты
Химиоиммунотерапия + DFMO	COG ANBL1821	ЧОО 57,4% против 63,6% без DFMO; нет влияния на ЧОО, БСВ и ОВ; меньше боли ≥3 степени
GD2 CAR-T	GD2-CART01	ЧОО 63% (9 ПО, 8 ЧО), без дозолимитирующей токсичности
^{131}I-МЙБГ + вориностат + динутуксимаб	NANT-1701 (n = 12)	ЧОО 42%, с учетом минимального ответа — 75%; прогрессирования нет; планируется фаза 2
Химиоиммунотерапия + бевацизумаб	BEACON 2	Рандомизированная фаза 2



NANT-1701 Best Overall Response Rate (N=12)

Vorinostat + MIBG + Anti-GD2 (dinutuximab)

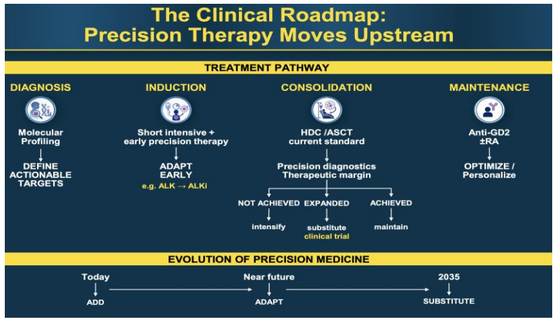
Dose Level	CR	PR#	MR#	SD	SD-NTL	PD	Not Evaluable	Response Rate* N (%)
4	1	4	4	3	0	0	2	5/12 (42%)

Abbreviations: CR=complete response; PR=partial response; MR=minor response; SD=stable disease; SD-NTL=stable disease-no target lesions; PD=progressive disease
*Response rate = CR + PR
#One unconfirmed response

Новые направления: конъюгаты антитело–препарат (GD2, B7-H3, ROR1, ALK), ингибиторы RAS, более глубокое подавление синтеза полиаминов.

ЧОО — частота объективного ответа; ПО — полный ответ; ЧО — частичный ответ; БСВ — бессобытийная выживаемость; ОВ — общая выживаемость.

Путь к деэскалации терапии



SIOP 2026, лекция H. Lode (Германия)

Мишень-драйвер

ALK, RAS-MAPK — в первой линии и при рецидиве

Уязвимости опухоли

ATR и репликативный стресс, путь полиаминов

Оптимизация анти-GD2

Кому, когда, как и с чем

Иммунотерапия нового поколения

CAR-T, ADC, NK-клетки, биспецифические антитела

↑ Глубина ответа → **Возможность деэскалации** → **Замена токсичных этапов**

После консолидации: биология + ответ + МОБ

Ответ недостаточный	Ответ достаточный	Ответ глубокий
Интенсифицировать	**Сохранить**	**Заменить — в исследовании**

По материалам доклада на конгрессе SIOP 2026 (Сан-Антонио, 15–18 сентября 2026).

Фотоиммунотерапия (PIT) нейробластомы: динутуксимаб-IR700

Фотоиммуноконъюгат = антитело к GD2 (динутуксимаб) + фотосенсибилизатор IR700

Нацеливание

Конъюгат связывается с опухоль-ассоциированным антигеном GD2 на клетке НБ

Активация светом

Облучение ближним ИК-светом → агрегация IR700 на мембране

Гибель клетки

Повреждение клеточной мембраны → гибель опухолевой клетки

Особенности метода

- Молекулярно-направленное и селективное воздействие
- Мишень - опухоль-ассоциированные антигены
- Фотоабсорберы: IRDye700, хлорин e6

Вопросы исследования

- **Эффективность:** может ли динутуксимаб-IR700 эффективно поражать и уничтожать клетки нейробластомы?
- **Хирургическое применение:** влияет ли наличие или отсутствие полярной среды на эффективность PIT?

По материалам доклада на конгрессе SIOP 2026 (Сан-Антонио, 15–18 сентября 2026).



LINES (SIOPEN): дети ≤12 мес. с диссеминированной НБ без амплификации *MYCN*

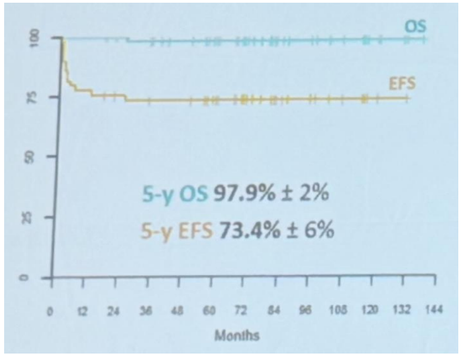
Стадии M/Ms: 191 пациент, медиана возраста 4,2 мес.; медиана наблюдения 78,1 мес.

НИЗКИЙ РИСК

M/Ms, MYCN-na, ≤12 мес — **без** метастазов в кости /ЦНС /легкие

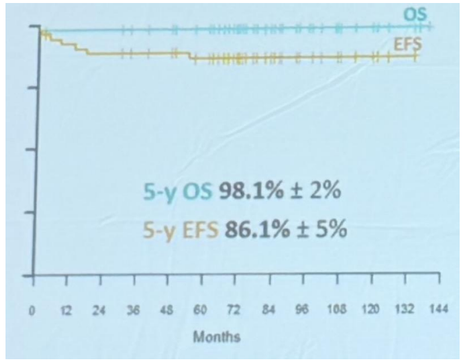
Группа 4 NCA, без LTS

Наблюдение



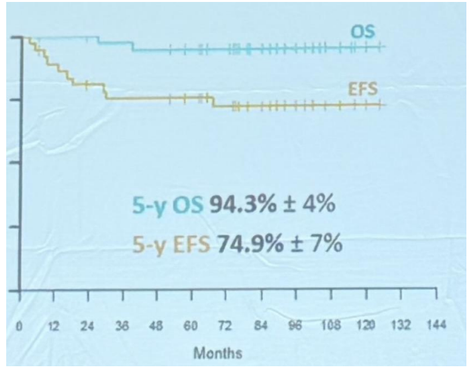
Группа 5 NCA, с LTS

2 VP/Carbo ± 2 CADO



Группа 6 SCA ± LTS

2–4 VP/Carbo ± 2 CADO + операция

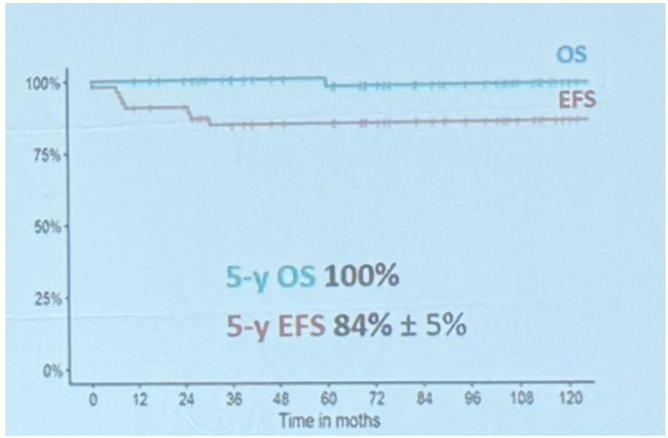


ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ РИСК

M/Ms, MYCN-na, ≤12 мес — **с** метастазами в кости/ЦНС/легкие

Группа 10 кости / ЦНС / легкие

4–8 VP/Carbo ± CADO + операция



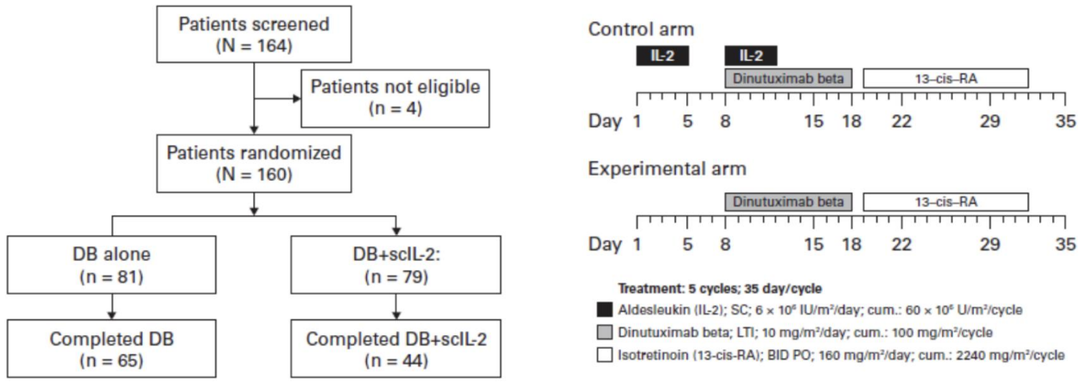
IMPaLA project

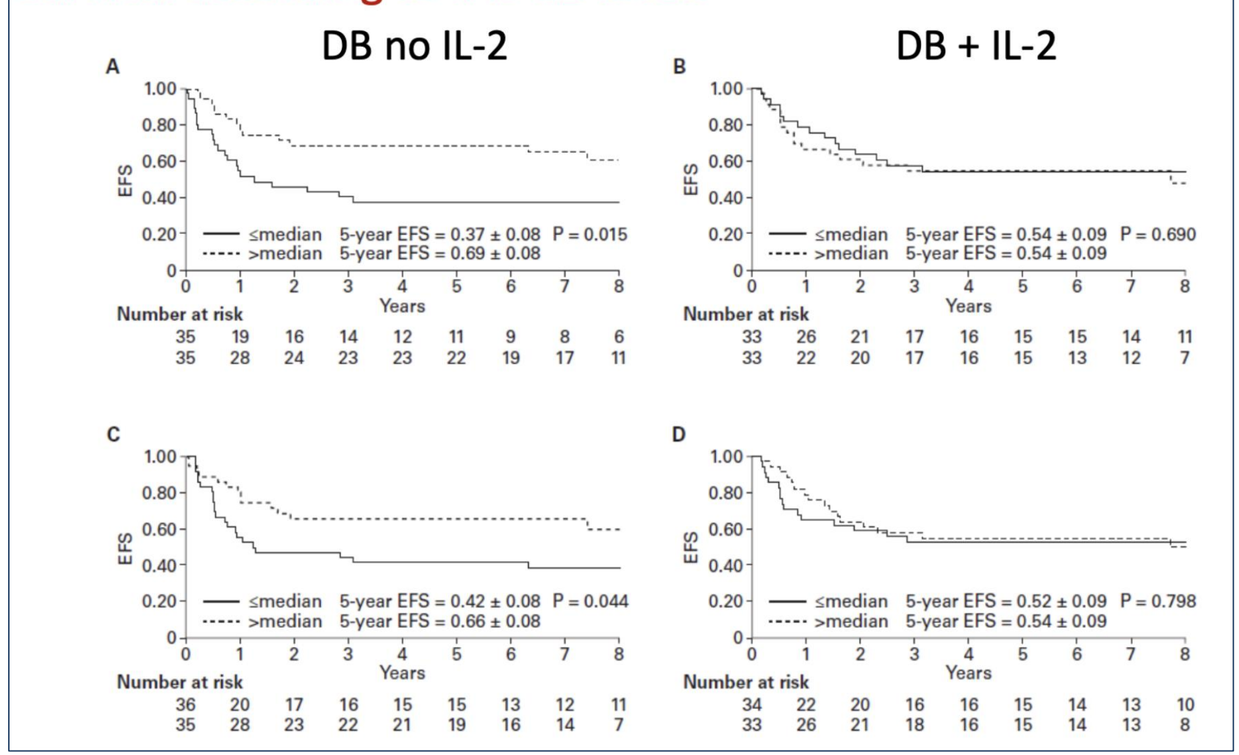
Поиск новых прогностических молекулярных маркеров при нейробластоме низкого и промежуточного риска

NCA — только числовые хромосомные аберрации; SCA — сегментарные; LTS — жизнеугрожающие симптомы; VP/Carbo — этопозид + карбоплатин; CADO — циклофосфамид + доксорубицин + винкристин; OS/EFS — общая/бессобытийная выживаемость. *Источник: SIOPEN, LINES trial; доклад на SIOP 2026 — неопубликованные данные.*

Динутуксимаб бета ± ИЛ-2 при рецидивирующей/рефрактерной НБ: интерферон-α2 предсказывает исход

Рандомизированное исследование II фазы SIOPEN

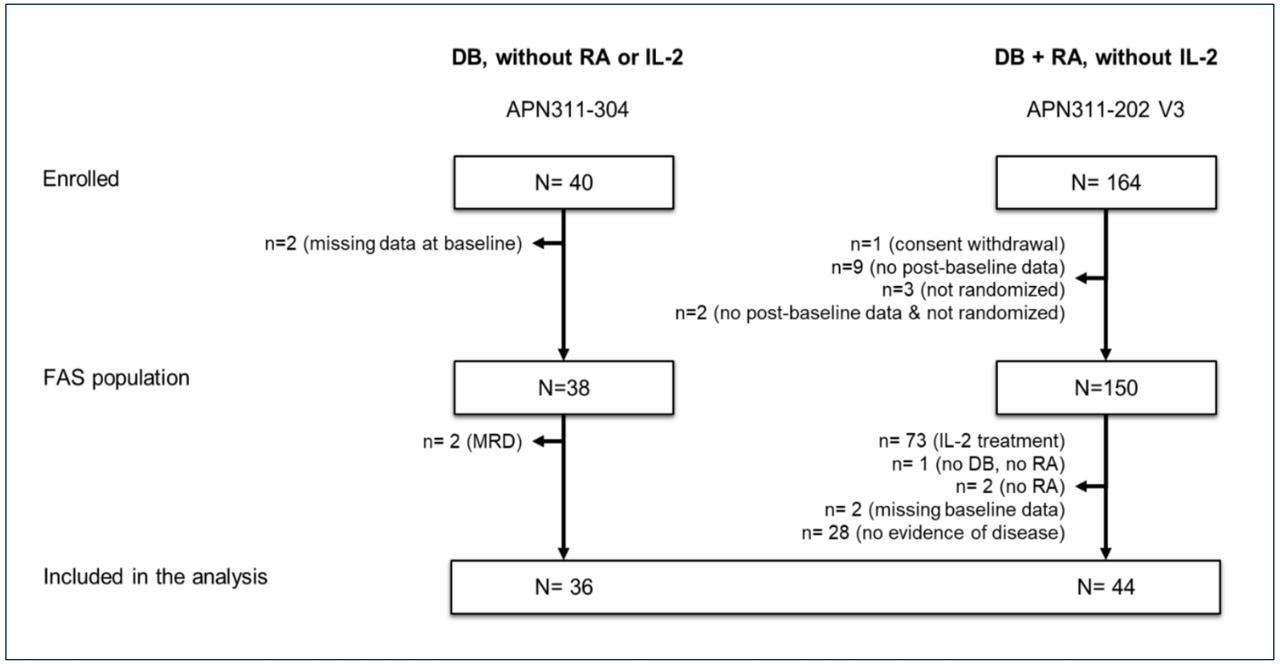




- **Многофакторный анализ:** высокий IFN-α2 — независимый благоприятный фактор для EFS (p = 0,016), наряду с отсутствием амплификации *MYCN* (HR 0,23; p = 0,006);
- Отказ от ИЛ-2 не ухудшает выживаемость и снижает частоту нежелательных явлений;
- Интерферон-α2 — потенциальный биомаркер исхода у пациентов, получающих только динутуксимаб бета.

Lode HN, et al. Interferon-alpha2 predicts outcome in R/R high-risk neuroblastoma patients who received dinutuximab beta alone. Постер, SIOP 2026.

Динутуксимаб бета при рецидивирующей/рефрактерной НБ: нужна ли 13-цис-ретиноевая кислота?

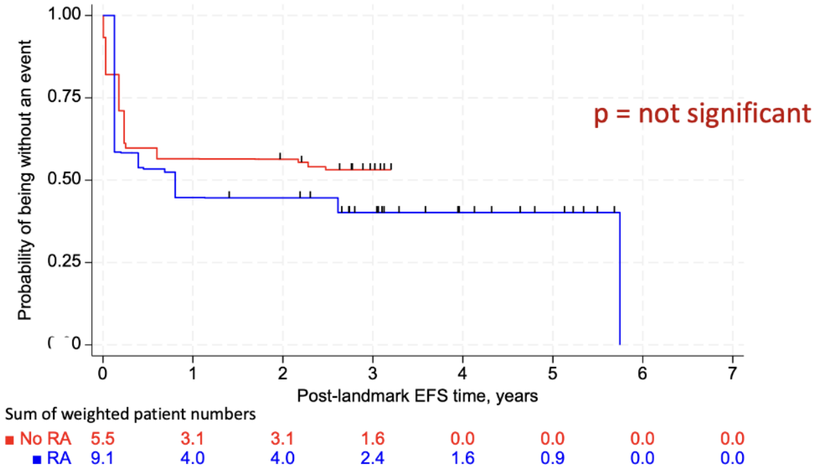


- Добавление 13-цис-ретиноевой кислоты к динутуксимабу бета (без ИЛ-2) в поддерживающей терапии не влияет на выживаемость пациентов с рецидивирующей/рефрактерной НБ высокого риска.

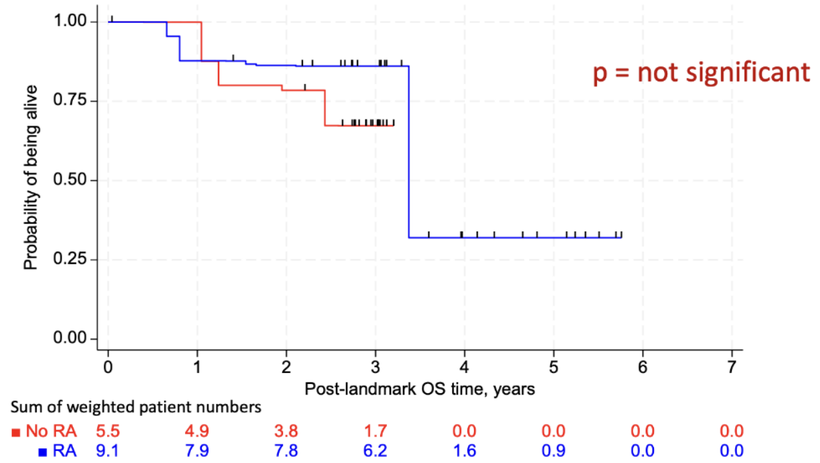
- **Ограничения:** нерандомизированное сравнение двух исследований, небольшие группы, широкие доверительные интервалы.

Survival

Event Free



Overall

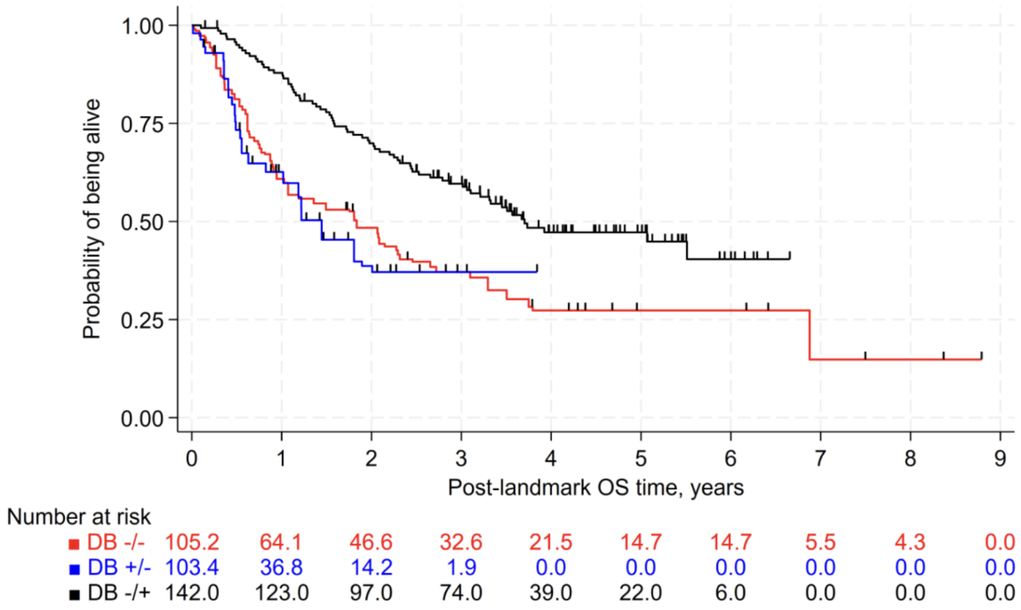




Lode HN, et al. Impact of 13-cis-retinoic acid on outcome of dinutuximab beta treatment in relapsed/refractory neuroblastoma. Постер, SIOP 2026.

Отсутствие отсроченного эффекта поддерживающей терапии динутуксимабом бета (применяемой в качестве терапии первой линии) на исходы у пациентов с рецидивирующей нейробластомой группы высокого риска: скорректированное непрямое сравнение

Overall Survival

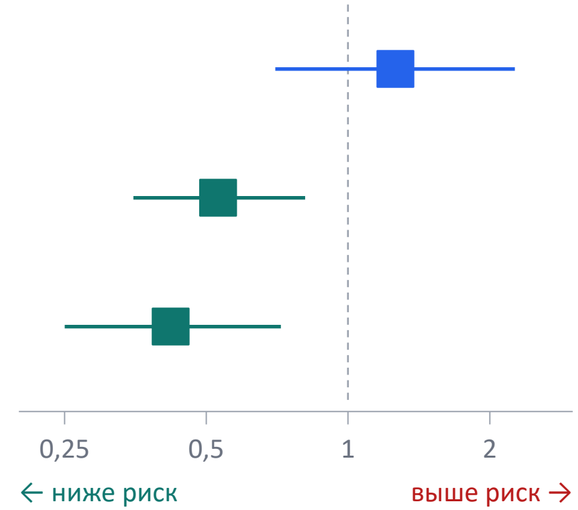


отношение рисков (HR, 95% ДИ)

ДБ +/– vs –/–
n = 44 vs 80
1,26
p = 0,437

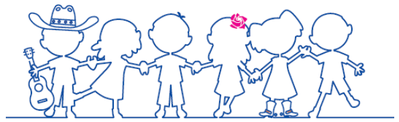
ДБ –/+ vs –/–
n = 142 vs 80
0,53
p = 0,003

ДБ –/+ vs +/–
n = 142 vs 44
0,42
p = 0,001



Нет «переноса» эффекта из 1-й линии

ДБ при рецидиве: риск смерти ↓ в 2 раза



Lode HN, et al. Absence of a carry-over effect of dinutuximab beta maintenance treatment in frontline to outcome in relapsed HR-NB patients. Постер, SIOP 2026.

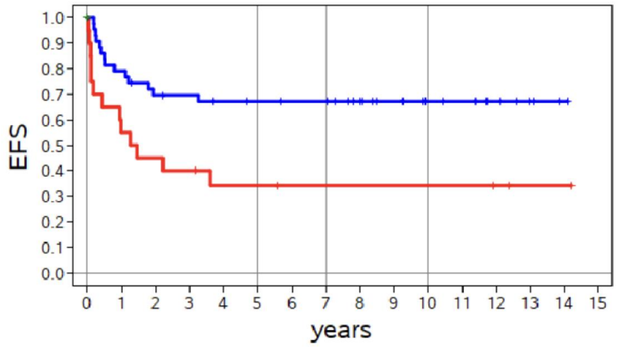
HR-NBL1/SIOPEN: дети младше 18 мес. с амплификацией *MYCN*

Факторы прогноза (10-летняя EFS)

Возраст	≤1 года 53% vs 1–1,5 года 41% (p = 0,007)
ЛДГ	≤2 норм 70% vs >2 норм 42% (p = 0,001)
Стадия	локализ. 63%, 4S 60%, ст. 4 41% (p = 0,008)
Метастазы	КМ + кости 32% vs прочие 50–53% (p = 0,019)
Лечение	COJEC 88%, операция 70%, BuMel 90%, ДБ 63%

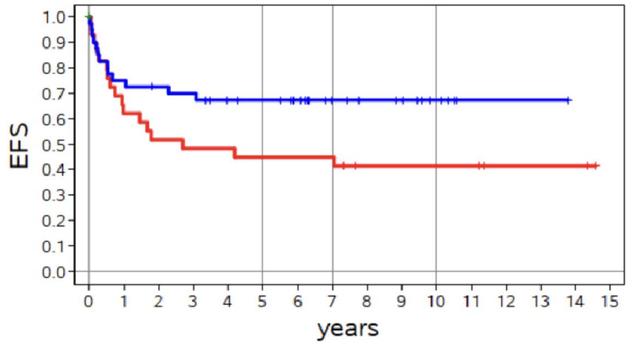
Многофакторный анализ: хуже EFS при стадии 4 (HR 1,47) и ЛДГ >2 норм (HR 2,11); тенденция - лечение до 2009 г. (HR 1,37; p = 0,066)

Impact DB-IT Stage 4 ≤12mo



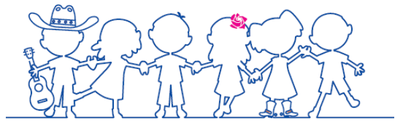
Stage 4, Age <=1 yr MRD Trt given	Pts	Events	5-yrs EFS	10-yrs. EFS	p-value
Retinoic acid	24	13	0.34±0.11	0.34±0.11	0.008
Dinutuximab beta	49	14	0.67±0.07	0.67±0.07	.

Impact DB-IT Stage 4 12-18mo



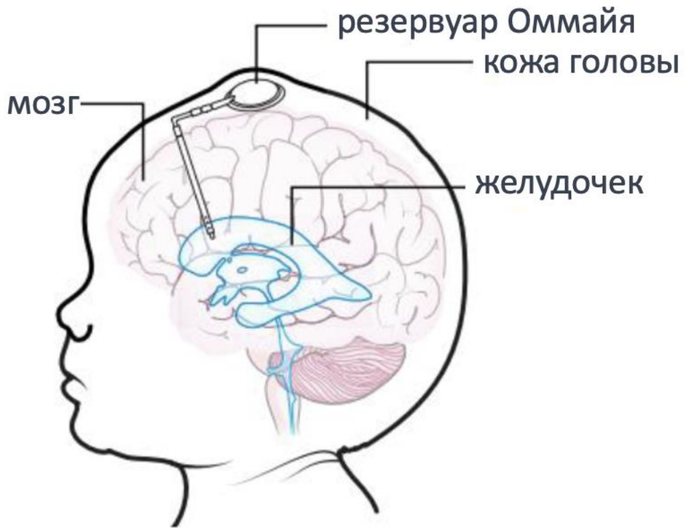
stage 4, Age 1-1.5 yrs MRD Trt given	Pts	Events	5-yrs EFS	10-yrs. EFS	p-value
Retinoic acid	30	17	0.45±0.09	0.41±0.09	0.069
Dinutuximab beta	46	13	0.67±0.07	0.67±0.07	.

- У детей со стадией 4 до 12 месяцев с амплификацией *MYCN* результаты значительно лучше, чем в прежних протоколах, прежде всего благодаря иммунотерапии динутуксимабом бета.



Ladenstein R. et al. Intense treatment in HR-NB age <18 months with MYCN amplification: long-term HR-NBL1/SIOPEN trial results. Постер, SIOP 2026

Интравентрикулярная химиотерапия при поражении ЦНС у пациентов с НБ



Цикл 1	Цикл 2	Далее
3 р/нед × 3 нед	2 р/нед × 3 нед	1 р/нед, до 6 мес

Перерыв 1 нед. между циклами

Результаты (6 пациентов, 1,5–6,4 года)

Пациенты	изолированный рецидив в ЦНС — 3, одновременно с системным — 3; амплификация *MYCN* — 2; у 2 пациентов - не первый рецидив в ЦНС
Переносимость	основная токсичность — миелосупрессия, управляемая: тромбоцитопения 3 ст. у 4/6, нейтропения 4 ст. у 1/6; снижение дозы или пропуск тиотепы у 4
Смерти	2: одна — прогрессия в ЦНС, одна — экстракраниальная прогрессия

- **Исходы:** ремиссия в ЦНС у 4 из 6 (7,5–23 мес от рецидива в ЦНС); живы 4 из 6 (22–32 мес); прогрессия в ЦНС у 2
- **Интравентрикулярная химиотерапия выполнима и хорошо переносится**
- **После краниоспинального облучения она может обеспечить длительный контроль болезни в ЦНС**
- **Выборка мала — нужны дальнейшие наблюдения.**



Wei W, et al. Intraventricular chemotherapy for patients with CNS neuroblastoma. MSKCC. Постер, SIOP 2026. Иллюстрация — из постера.

Сцинтиграфия с ^{123}I-МЙБГ

ПРЕИМУЩЕСТВА МЕТОДА

- **«золотой стандарт»** диагностики НБ
- высокая специфичность и чувствительность
- степень накопления РФЛП не зависит от воспалительных изменений в организме и сроков после проведения ХТ, что облегчает выбор оптимального временного периода для выполнения исследования
- ^{123}I-МЙБГ в организме человека практически не подвергается катаболизму, а активный РФЛП элиминируется преимущественно с мочой в течение 96 часов после введения радиоизотопа

ОГРАНИЧЕНИЯ МЕТОДА

- не исключены ложноотрицательные и ложноположительные результаты
- низкое пространственное разрешение (особенно при диагностике малых очагов, до 2 см)
- отсутствие возможности выполнения исследования в приемлемые сроки (отсутствие поставок ^{123}I-МЙБГ)
- трудности с выполнением исследования приводят к тому, что у части детей оно не выполняется совсем

Методы ядерной медицины: оценка отдаленных метастазов (рекомендации SIOPEN 2026)

Метод	Мишень	Доза, мЗв/МБк	Время до скан.	Плюсы	Минусы
^{123}I-МЙБГ сцинтиграфия/ОФЭКТ-КТ	Переносчик норадреналина (NET)	0,037	20–24 ч	Хорошо отработанная, стандартная методика	Двухдневный протокол; долгое сканирование; нужна защита щитовидной железы; ОФЭКТ охватывает не все тело; низкое разрешение
^{18}F-ФДГ ПЭТ/КТ	Транспортер глюкозы	0,05	60 мин	Быстрая, высокое разрешение, широко доступна	При постановке диагноза лишь 5–10% НБ ФДГ-авидны; ложное накопление в реактивном костном мозге при контроле
^{18}F-МФБГ ПЭТ/КТ	NET (та же мишень, что МЙБГ)	0,019–0,023	60 мин	Однодневный протокол; без защиты щитовидной железы; высокое разрешение; тераностический потенциал; 3D всего тела	Пока ограниченная доступность; не включен в текущие протоколы высокого риска
^{18}F-ДОФА ПЭТ/КТ	Транспортер LAT1 (аминокислоты)	0,07	60 мин	Быстрая, высокое разрешение; большинство очагов НБ F-DOPA-позитивны	Ограниченная доступность; нет тераностического потенциала
ПЭТ/КТ с ^{68}Ga-DOTA-пептидами	Соматостатиновые рецепторы (SSTR)	~0,023 (у взрослых)	45 мин	Быстрая, высокое разрешение; большинство НБ SSTR-позитивны; тераностический потенциал	Не включен в текущие протоколы высокого риска

Littooij A. et al., Pediatric Blood & Cancer 2026;73:e70180 (Table 2 — SIOPEN Radiology and Nuclear Medicine Specialty Committees)

Радионуклидная диагностика

CLINICAL PRACTICE GUIDELINE OPEN ACCESS

Imaging of High-Risk Neuroblastoma: Recommendations From SIOPEN Radiology and Nuclear Medicine Specialty Committees

Annemieke Littooij[1,2] | Catia Olianti[3] | Herve Brisse[4] | Pier Luigi Di Paolo[5] | Maria Carmen Garganese[6] | Tejas Kapadia[7] | Jurgen Schaefer[8] | Hugh Wallace[9,10,11] | Simon Wan[12] | Bart de Keizer[1,2] | Irmina Sefic Pasic[13] | Julian Rogasch[14]

^{123}I-МЙБГ (планарная сцинтиграфия):

- Классический двухдневный протокол
- Требует седации/наркоза + дополнительно ОФЭКТ-КТ
- Общее время исследования **~2 часа**
- Очаги видны, но контуры расплывчаты, отдельные очаги сливаются

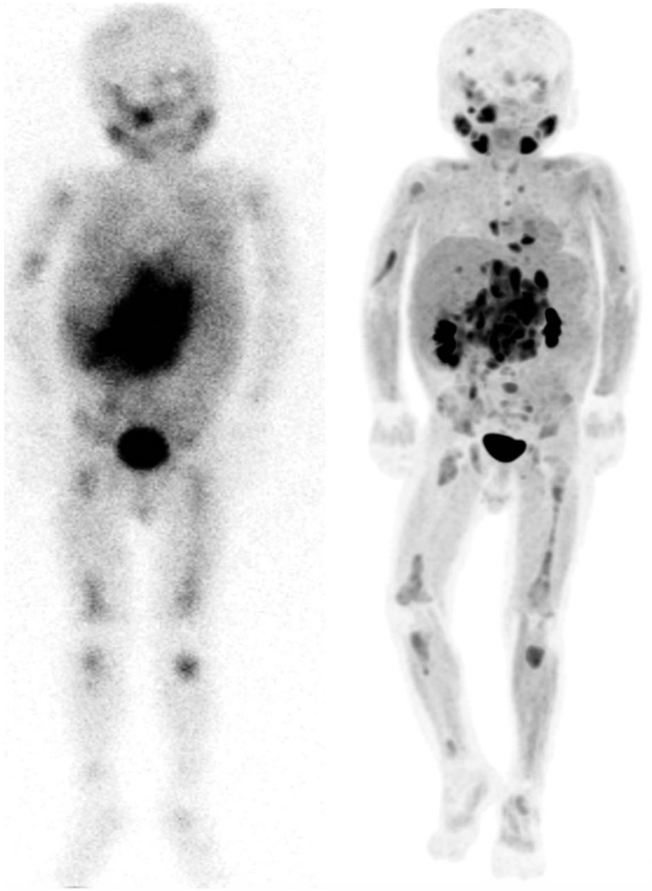
^{18}F-МФБГ (ПЭТ, MIP-изображение):

- Тот же паттерн накопления
- Снимок сделан **в тот же день**, через 1 час после инъекции
- Исследование заняло **~10 минут, без седации**
- Значительно более четкое разрешение - отдельные очаги в костях четко разделены (при МЙБГ они видны как единое пятно)

Клинический случай:

Мальчик 4 года, нейробластома 4 стадия

^{123}I-МЙБГ **^{18}F-МФБГ**

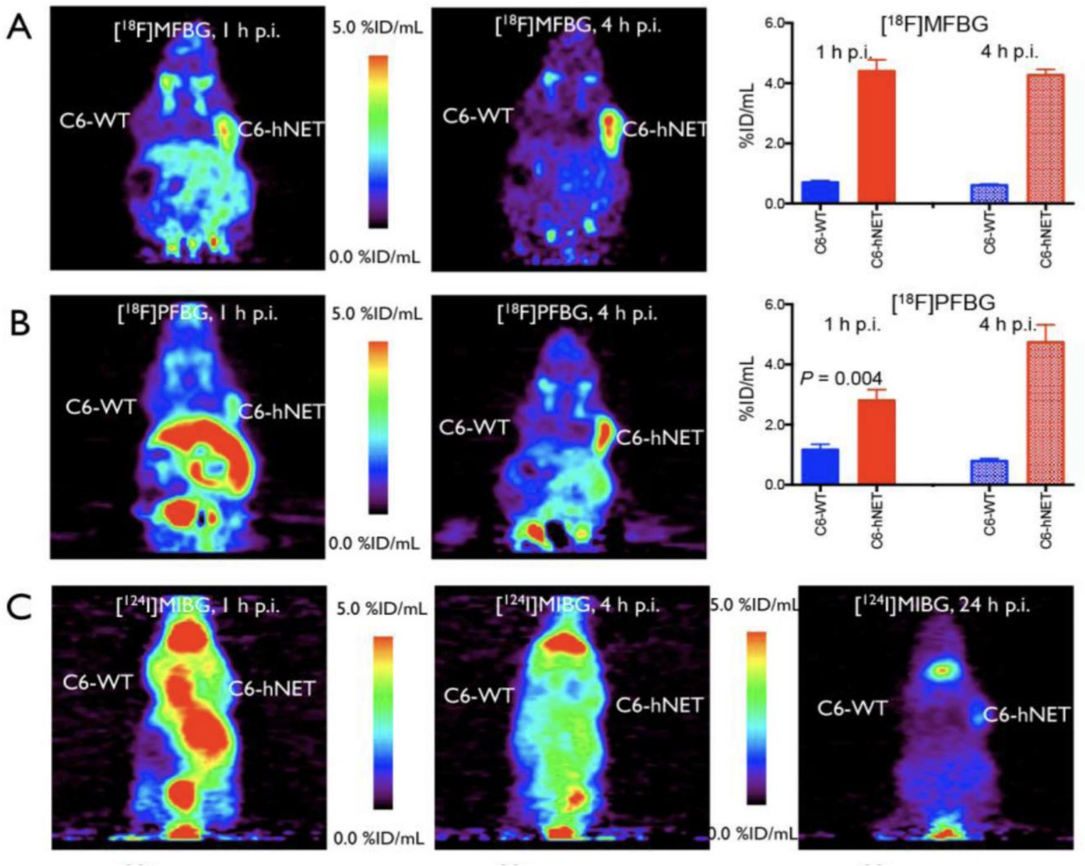


Littooij A. et al., Pediatric Blood & Cancer 2026;73:e70180

ПЭТ/КТ с ^{18}F-метафторбензилгуанидином (^{18}F-МФБГ)

Zhang H, Huang R, Pillarsetty N, et al. «Synthesis and Evaluation of [18F]Fluorine-labeled Benzylguanidine Analogs for Targeting the Human Norepinephrine Transporter.» Eur J Nucl Med Mol Imaging. 2014;41(2):322-332. (MSKCC)

- **In vitro:** захват ^{18}F-МФБГ ниже, чем у МЙБГ (в 4 раза), но полностью специфичен (через hNET)
- **In vivo (ПЭТ):** диагностическая эффективность сопоставима с ^{124}I-МЙБГ, но визуализация опухоли – уже через 1–4 ч (у МЙБГ– только через ≥24 ч)
- Более высокий контраст опухоль/фон за счет быстрого клиренса

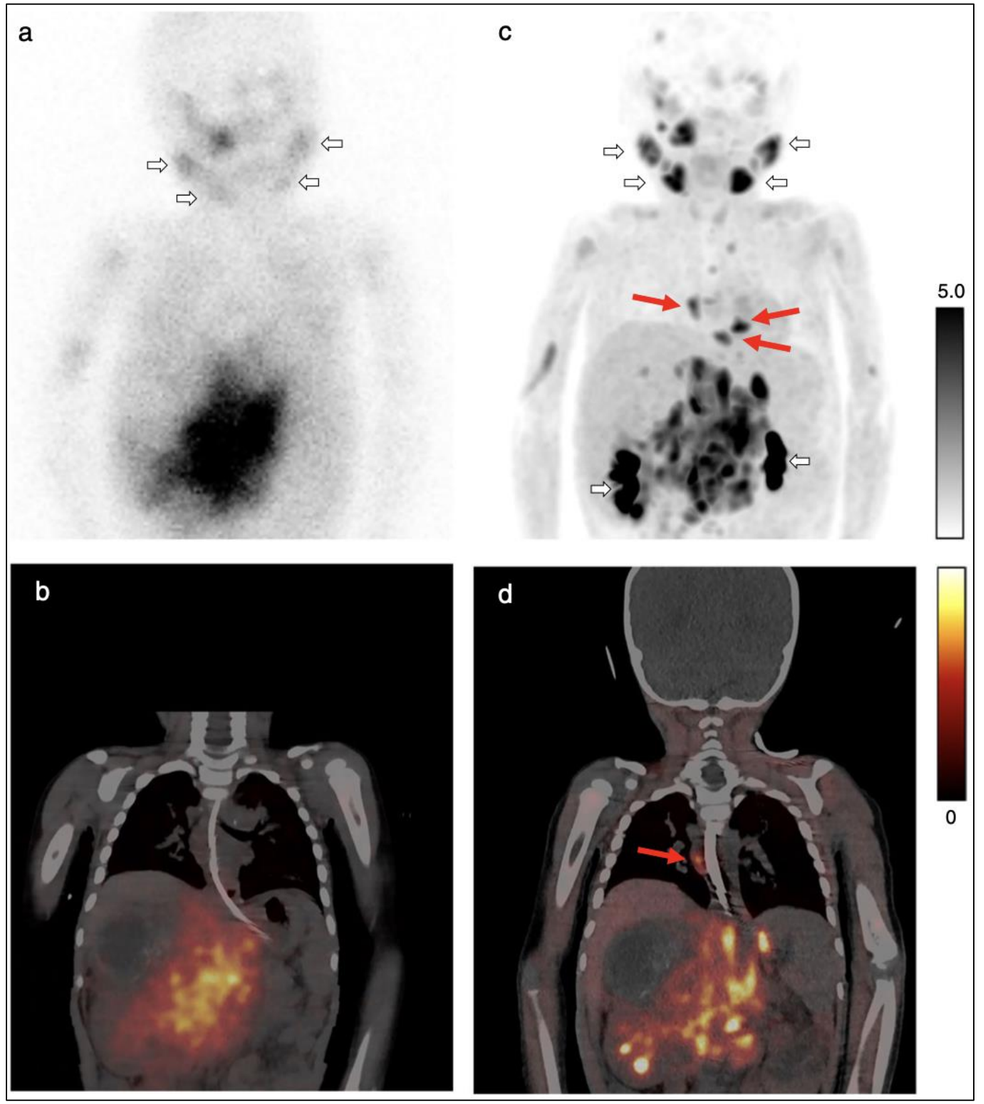


Zhang H. et al, Eur J Nucl Med Mol Imaging. 2014 Feb;41(2):322-32.

18F-mFBG PET-CT for detection and localisation of neuroblastoma: a prospective pilot study

Atia Samim, Thomas Blom, Alex J. Poot , Albert D. Windhorst, Marta Fiocco, Nelleke Tolboom, Arthur J. A. T. Braat, Sebastiaan L. Meyer Viol, Rob van Rooij, Max M. van Noesel, Marnix G. E. H. Lam, Godelieve A. M. Tytgat, Bart de Keizer.

- Проспективное одноцентровое пилотное исследование
- Включено 14 пациентов с НБ 4/4S стадиями, выполнено 20 парных исследований
- Более высокая выявляемость очагов по сравнению со сцинтиграфией с ^{123}I-МЙБГ:
  - мягкотканные очаги: больше на МФБГ в 40% пар, равное количество в 55%, меньше в 5%;
  - индекс SIOPEN выше при ^{18}F-МФБГ в 55% пар, одинаковый в 30%, ниже в 15%;
- Среднее время сканирования для ПЭТ/КТ с ^{18}F-МФБГ (9,0 мин, SD 1,9) было значительно короче, чем для сканирования ^{123}I-МЙБГ (84,5 мин, SD 10,5) ($p < 0,01$)

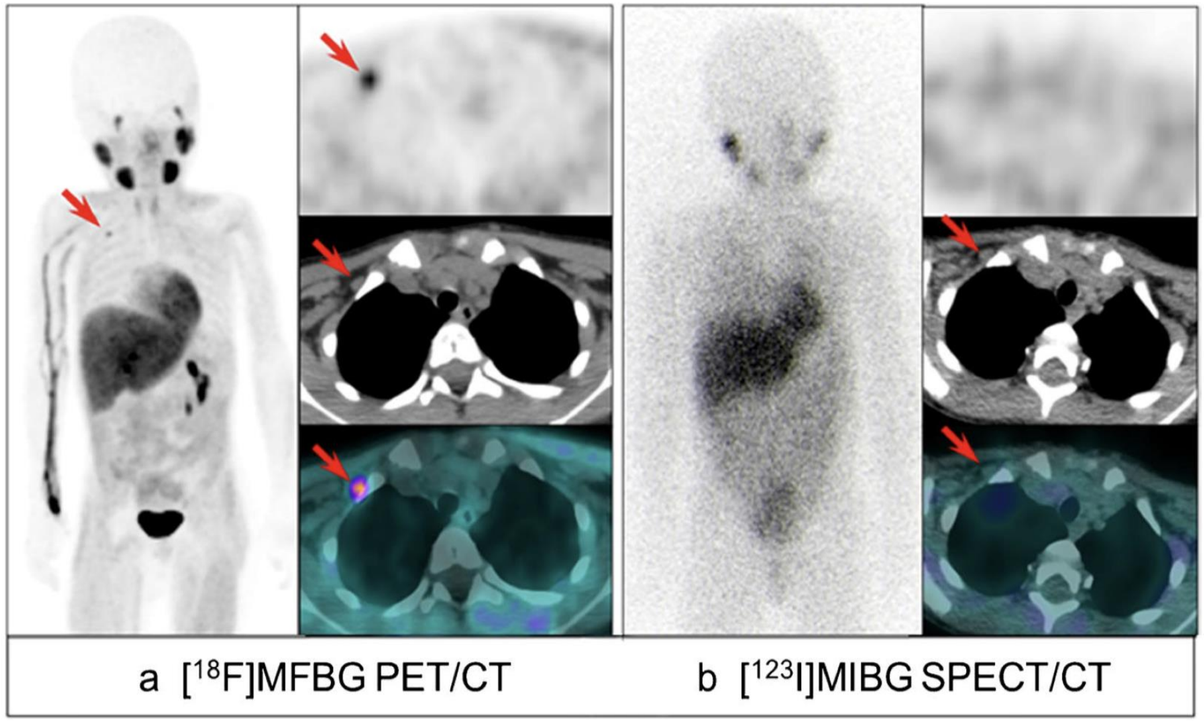


Samim A., et al, Eur J Nucl Med Mol Imaging. 2023 Mar;50(4):1146–1157.

^{18}F-MFBG PET/CT outperforming ^{123}I-MIBG SPECT/CT in the evaluation of neuroblastoma

Peipei Wang · Tuo Li · Zhikai Liu · Mei Jin · Yan Su · Jingjing Zhang · Hongli Jing · Hongming Zhuang · Fang Li

Проспективное одноцентровое исследование, 40 пациентов с НБ (средний возраст 6,0±3,7 года)



- У 4 из 34 пациентов (11,8%; 4/34) результаты исследования с ^{123}I-МЙБГ были отрицательными, тогда как у 30 пациентов результаты обоих исследований - были положительными.
- С ^{18}F-МФБГ ПЭТ/КТ выявлено 784 очага против 532 с ^{123}I-МЙБГ ($p<0,001$).
- У 8 пациентов дополнительные данные, полученные при ПЭТ/КТ с ^{18}F-МФБГ, после подтверждения с помощью других методов визуализации привели к изменению плана лечения, включавшего хирургическую резекцию, локальную лучевую терапию и дальнейшую системную терапию.

Wang P, et al, Eur J Nucl Med Mol Imaging. 2023 Aug;50(10):3097-3106.

^{18}F-МФБГ против ^{123}I-МЙБГ

Сводные данные, представленные на ANR 2025

Исследование	№ пациенты	№ исследований	Больше очагов на МФБГ, n (%)	МФБГ+ / МЙБГ−, n (%)	Дополнительные очаги на МФБГ
Samim, 2023	14	20	14 (70)	3 (15)	мягкие ткани: 35; SIOPEN (кости): +124
Wang, 2023	40	40	30 (75)	4 (10)	252
Borgwardt, 2024	10	10	8 (80)	2 (20)	43
Pandit-Taskar, 2025 (ANR: Modak)	37	40	30 (75)	1 (2,5)	234, все подтверждены при наблюдении

Samim A. et al., Eur J Nucl Med Mol Imaging 2023; Wang P. et al., Eur J Nucl Med Mol Imaging 2023; Borgwardt L. et al., J Nucl Med 2024; Pandit-Taskar N. et al., J Nucl Med 2025;66(10):1568

^{18}F-МФБГ и ^{68}Ga-DOTA-TATE ПЭТ/КТ при рецидивирующей/рефрактерной нейробластоме

Проспективное исследование: 28 пациентов (средний возраст 4,8 ± 2,5 года), оба исследования в пределах 7 дней

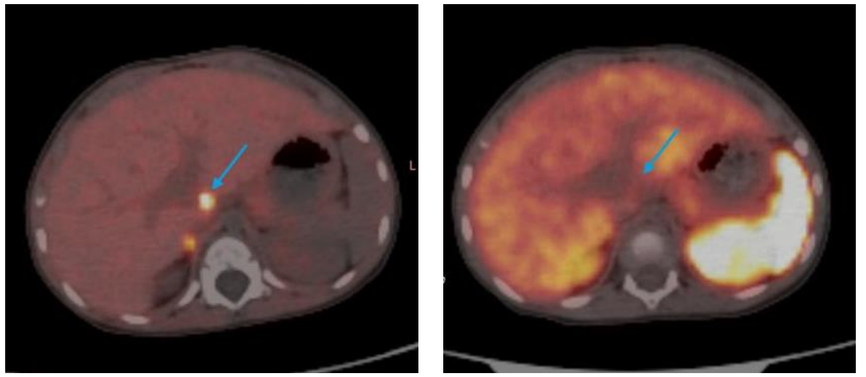
86 регионов, 17 пациентов	^{18}F-МФБГ	^{68}Ga-DOTA-TATE
Выявлено регионов	80	**82**
Чувствительность	93,0%	**95,4%**
Специфичность	**96,4%**	86,6%
AUC	**0,947**	0,910
SUVmax в костях/КМ, медиана*	**5,21**	2,90
Шкала Curie (сумма)	155	155

** p < 0,0001*

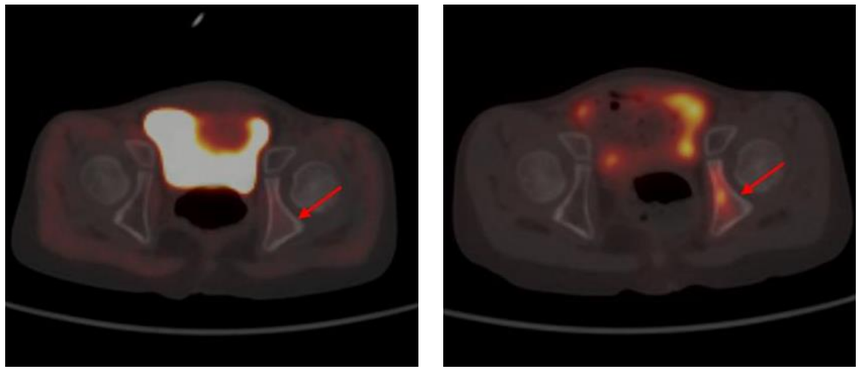
Совпадение на уровне пациента: 22 из 28 (15 оба «+», 7 оба «–»).
Расхождения у 6 пациентов: 2 - только МФБГ+, 4 - только DOTA-TATE+.

Разные мишени (NET и SSTR2) отражают гетерогенность опухоли - методы дополняют друг друга и вместе уточняют оценку ответа на лечение.

^{18}F-МФБГ **^{68}Ga-DOTA-TATE**



Л/у ворот печени: МФБГ «+», DOTA-TATE «–»



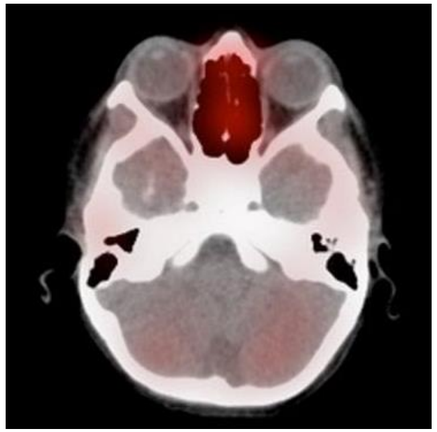
Левая вертлужная впадина: МФБГ «–», DOTA-TATE «+»

Xu Q., et al. Clin Nucl Med. 2026;51(5):385–397.

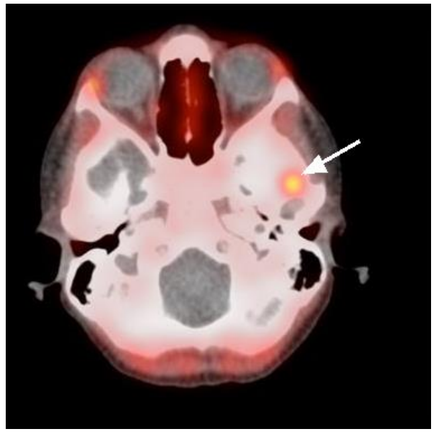
^{18}F-МФБГ ПЭТ/КТ: рецидив нейробластомы выявлен на 6 месяцев раньше, чем при ^{123}I-МЙБГ

Пациент 13 лет, НБ, многократное лечение в анамнезе. Ремиссия по данным КТ, МРТ головы и ^{123}I-МЙБГ (Curie = 0). ^{18}F-МФБГ ПЭТ/КТ выполнена в тот же день в рамках исследования NCT04724369.

Исходно



^{123}I-МЙБГ ОФЭКТ/КТ
очагов нет



^{18}F-МФБГ ПЭТ/КТ
очаг в левой клиновидной кости

3 мес

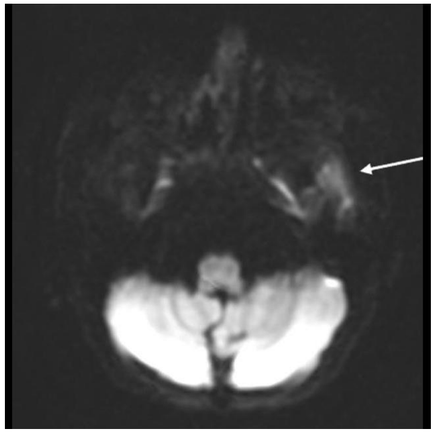
^{123}I-МЙБГ
+ ОФЭКТ

очагов в черепе
нет

6 мес



^{123}I-МЙБГ ОФЭКТ/КТ
накопление в левой клиновидной кости



МРТ (DWI)
рецидив подтвержден

^{18}F-МФБГ ПЭТ/КТ выявила очаг, не видимый на стандартной ^{123}I-МЙБГ; тот же очаг стал МЙБГ-позитивным и подтвержден МРТ лишь через 6 месяцев.

Pandit-Taskar N. et al Clin Nucl Med. 2026;51(7):580–582.

ПЭТ/КТ с ^{18}F-МФБГ

Преимущества метода

1

Диагностическая эффективность не ниже, чем у ^{123}I-МЙБГ

Метаанализ 5 проспективных исследований: чувствительность по пациентам 97% против 82%, по очагам 99% против 52%; специфичность сопоставима (Albano, 2026).

2

Более высокое пространственное разрешение

ПЭТ (≈3–4 мм) выявляет больше очагов: 784 против 532 (Wang, 2023); индекс SIOPEN в среднем на 6 баллов выше (Samim, 2023).

3

Быстрое исследование в один день

Сканирование через 1 ч после введения; длительность 9 против 85 мин, седация потребовалась в 2/20 против 10/20 исследований (Samim, 2023).

4

Не требуется специальная подготовка (блокада щитовидной железы)

Стабильная связь C–F: свободный радиоактивный йод не образуется.

5

Более высокий контраст «опухоль/фон»

TBR 10,6 против 5,7 (Wang, 2023) за счет более быстрого клиренса.

КЛИНИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

- оценка распространенности опухолевого процесса
- оценка эффективности терапии
- диагностика рецидивов
- мишень — переносчик норадреналина (NET), как у МЙБГ

Ограничения: не включен в текущие протоколы высокого риска; влияние на тактику лечения и исходы пока не доказано.

Albano D. et al., Pediatr Radiol 2026; Wang P. et al., Eur J Nucl Med Mol Imaging 2023;50:3097; Samim A. et al., Eur J Nucl Med Mol Imaging 2023;50:1146; Littooij A. et al., Pediatr Blood Cancer 2026;73:e70180

Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия
ISSN: 2587-7593 (Print) ISSN: 2713-167X (Online)
ЯДЕРНАЯ МЕДИЦИНА | NUCLEAR MEDICINE
https://doi.org/10.37174/2587-7593-2025-8-1-44-50
CC BY 4.0

НМИЦ ОНКОЛОГИИ им.Н.Н.Блохина

ПЭТ/КТ С ^{18}F-МЕТАФТОРБЕНЗИЛГУАНИДИНОМ (^{18}F-МФБГ) ПРИ НЕЙРОБЛАСТОМЕ. ПЕРВЫЙ ОПЫТ В РОССИИ: СРАВНЕНИЕ С ДАННЫМИ СЦИНТИГРАФИИ С ^{123}I-МЕТАЙОДБЕНЗИЛГУАНИДИНОМ (^{123}I-МИБГ)

Оджарова А.А., Крылов А.С.✉, Тулин П.Е., Рубанская М.В., Невзоров Д.И., Нестерова Н.И.

Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина Минздрава России;
Россия, 115478 Москва, Каширское шоссе, 24



Светлой памяти

ОДЖАРОВА АКГУЛЬ АТАЕВНА

к.м.н., старший научный сотрудник отделения позитронной эмиссионной томографии ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, врач-радиолог

- **Одна из основоположников ПЭТ/КТ с ^{18}F-МФБГ в НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина**
- **Первое в России сравнение ПЭТ/КТ с ^{18}F-МФБГ и сцинтиграфии с ^{123}I-МЙБГ у пациентов с нейробластомой**

Клинический случай №1

Мальчик, 4 года

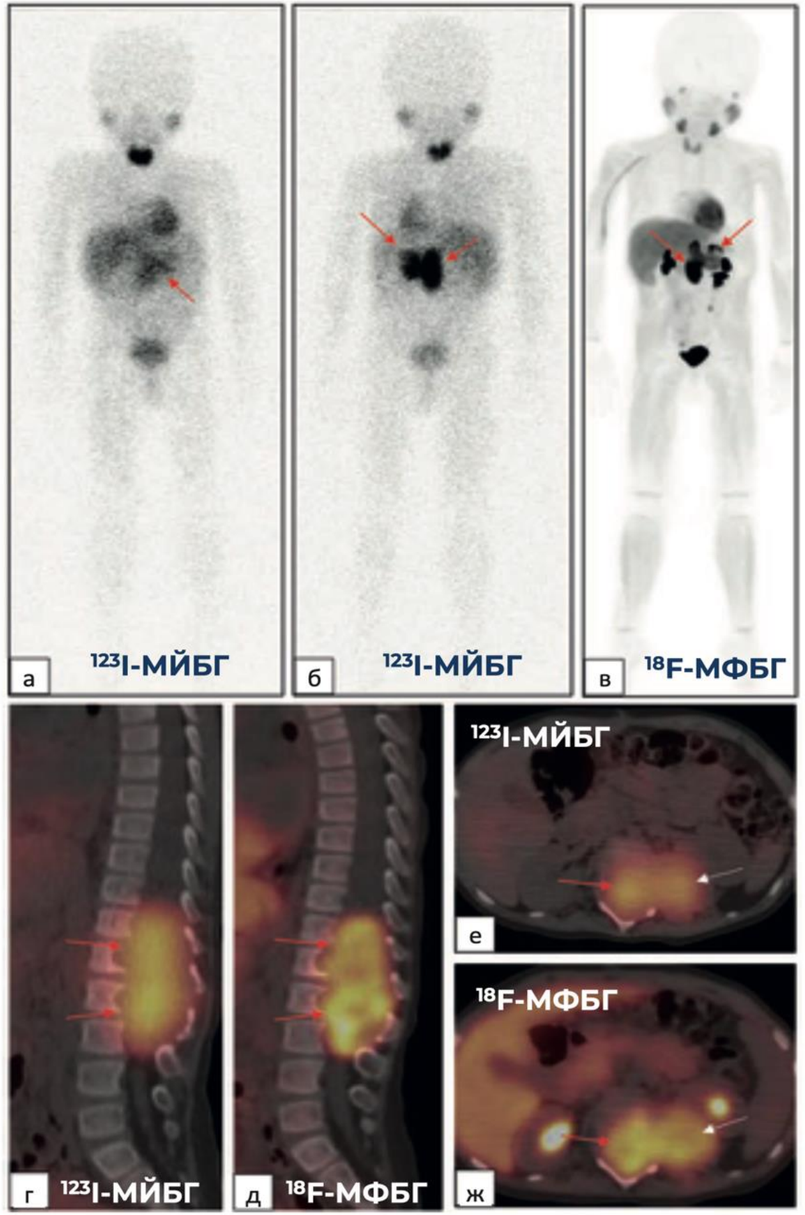
Диагноз: нейробластома забрюшинного пространства слева с распространением в позвоночный канал, левую длиннейшую мышцу груди и мягкие ткани спины;

Лечение: частичное удаление забрюшинной опухоли слева с пластикой аорты.

1. **^{123}I-МЙБГ сцинтиграфия + ОФЭКТ/КТ:** патологическое накопление РФЛП паравертебрально слева на уровне Th11–L4 и в интраканальном компоненте на уровне Th12–L2, с расширением просвета позвоночного канала.

2. **^{18}F-МФБГ ПЭТ/КТ:** аналогичная картина — патологическое накопление РФЛП в опухолевом образовании паравертебрально слева (Th11–L4) с интраканальным компонентом на уровне Th12–L2.

3. **Вывод: результаты ПЭТ/КТ с 18F-МФБГ идентичны данным сцинтиграфии с 123I-МЙБГ — по уровню, характеру накопления РФЛП и распространённости процесса.**



а, б — 123I-МЙБГ (планарная сцинтиграфия); в — 18F-МФБГ (ПЭТ MIP); г, д — сагиттальные срезы ОФЭКТ-КТ/ПЭТ-КТ; е, ж — аксиальные срезы на уровне опухоли

Клинический случай №2

Девочка, 4 года.

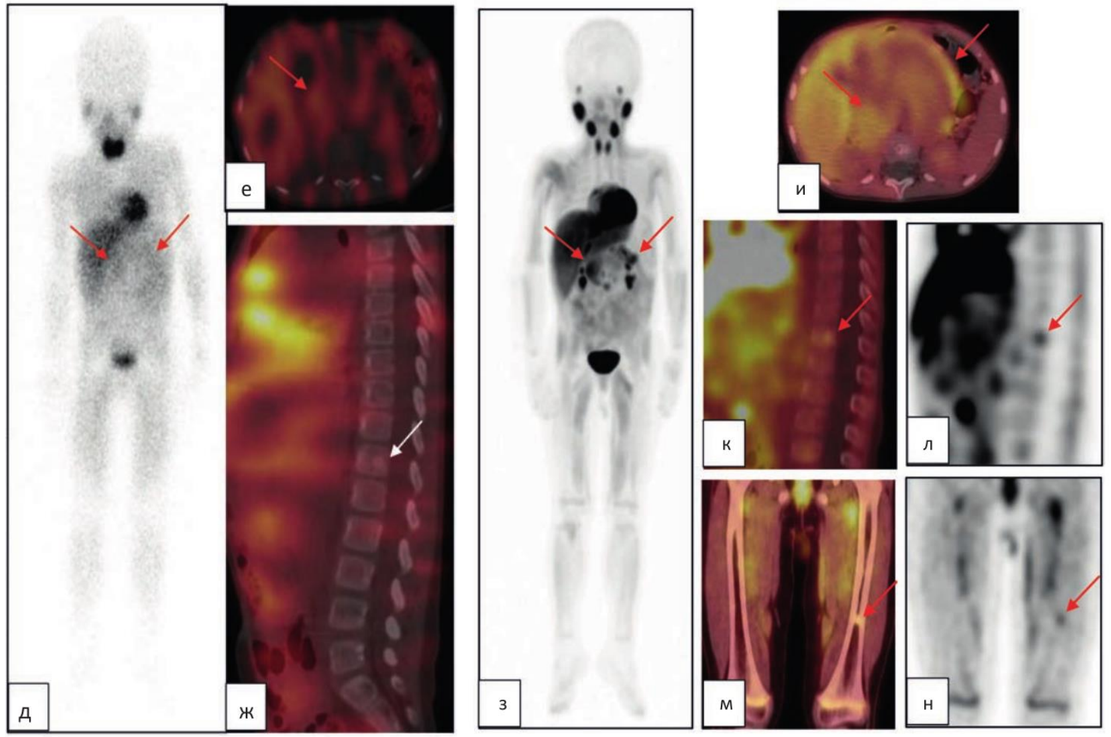
Диагноз: Нейробластома забрюшинного пространства, стадия 4 по INSS, стадия M по INRGSS, *MYCN* и del(1p) отрицательны. Группа высокого риска.

Лечение: лапароскопическая биопсия, ПХТ по протоколу NB-2004, аферез ПСКК, анти-GD2 иммунотерапия. Смешанный ответ.

1. **^{123}I-МЙБГ сцинтиграфия + ОФЭКТ/КТ:** патологическое накопление РФЛП в опухолевом образовании забрюшинного пространства, низкоинтенсивное и фрагментарное; в других отделах очагов не выявлено.

2. **^{18}F-МФБГ ПЭТ/КТ:** накопление РФЛП в первичной опухоли неравномерное, с МФБГ-негативными участками. Дополнительно выявлены 2 очага гиперкумуляции: в теле позвонка Th12 и в зоне уплотнения костномозгового канала левой бедренной кости.

3. **Лечение продолжено (ВДХТ с ауто-ТГСК, лучевая терапия , включая метастаз в Th12).**



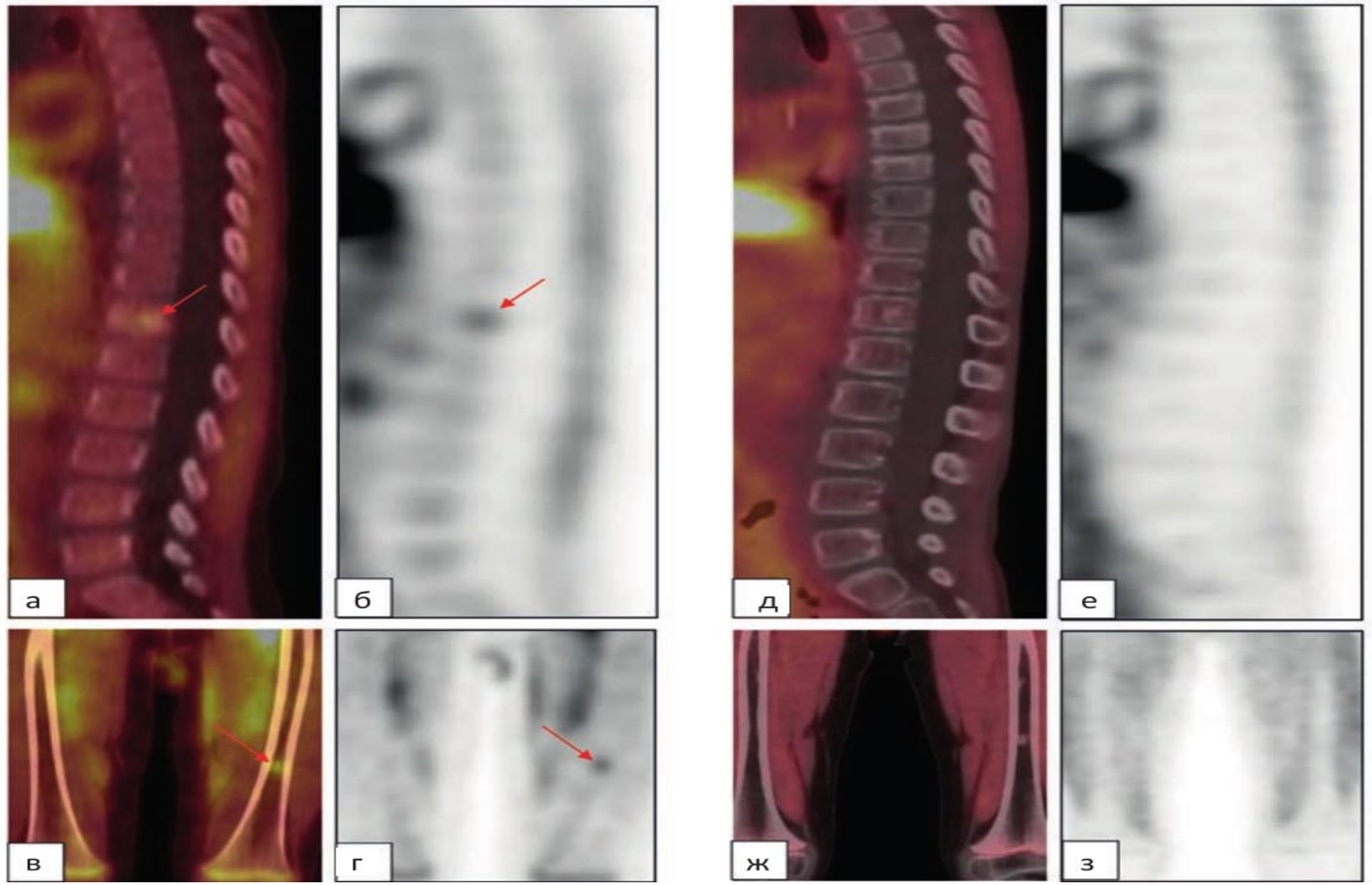
д, е, ж — *^{123}I-МЙБГ (сцинтиграфия, аксиальный и сагиттальный срезы ОФЭКТ/КТ)*

з–н — *^{18}F-МФБГ (MIP, аксиальный, сагиттальные и фронтальные срезы ПЭТ/КТ; стрелки — очаги в Th12 и бедренной кости)*

Данные предоставлены А.А. Оджаровой

Клинический случай №2 — контроль лечения

Через 2,5 мес выполнены повторные исследования. Сцинтиграфия с ^{123}I-МЙБГ — без динамики. По данным ПЭТ/КТ с ^{18}F-МФБГ: изменения в первичной опухоли без динамики, а очаги в теле позвонка Th12 и в костномозговом канале левой бедренной кости — **больше не определяются.**



Слева (а–г) — 19.01.2024, до лечения: *патологическая гиперкумуляция РФЛП в теле Th12 и костномозговом канале левой бедренной кости (красные стрелки).* ***Справа (д–з) — 03.04.2024, после лечения:*** *очаги гиперкумуляции не определяются.*

Данные предоставлены А.А. Оджаровой

Нейробластома у взрослых

Особенности заболевания

- **Редкое заболевание**
  - В базе данных SEER (1973–2002) пациенты 20 лет и старше — 7,0% (144 из 2054) (Esiashvili, 2007).
- **Другая биология опухоли**
  - Мутации *ALK* у 42%, амплификации *MYCN* нет (Suzuki, 2018);
  - Мутации *ATRX* у 44% пациентов ≥12 лет против 17% у детей и 0% у младенцев (Cheung, 2012).
- **Чаще встречаются метастатические формы заболевания**
  - 4 стадия у 75% (33/44) пациентов;
  - Первые симптомы — боль в спине (34%), животе (30%), ногах (11%) (Suzuki, 2018).
- **Медленное течение, но хуже прогноз**
  - 5-летняя ОВ: 36% у взрослых против 46% у подростков 10–19 лет (Esiashvili, 2007);
  - При 4 стадии 10-летняя ОВ — 19% (Suzuki, 2018).
- **Эффективны анти-GD2 и ингибиторы ALK**
  - Анти-GD2: ответ у 71,4% при резистентной болезни, переносимость как у детей (Suzuki, 2018);
  - Лорлатиниб: ответ у 67% взрослых (Goldsmith, 2023).

Ограничения: данные ретроспективные, серии малочисленные.

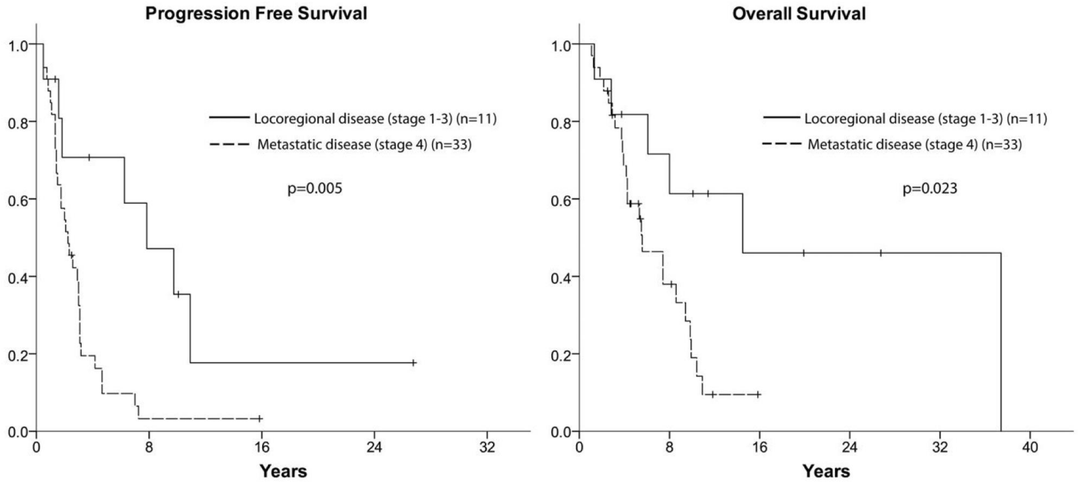


TABLE I. Comparison of Neuroblastoma Survival in Infants, Children, and Adults

Follow-up (years)	Infants (n = 700)		Children 1–9 years (n = 1,120)		Children 10–19 years (n = 90)		Adults (n = 125)	
	OS (%)	RS (%)	OS (%)	RS (%)	OS (%)	RS (%)	OS (%)	RS (%)
3	86.00	87.00	52.90	53.00	61.30	61.40	45.90	47.30
5	84.60	85.60	47.80	47.90	46.20	46.40	36.30	38.40

OS, Observed survival; RS, Relative survival (a net survival measure representing cancer survival in the absence of other causes of death).

Esiashvili N. et al., Pediatr Blood Cancer 2007; Suzuki M. et al., Int J Cancer 2018; Cheung N.K. et al., JAMA 2012; Goldsmith K.C. et al., Nat Med 2023

Нейробластома: как лечат взрослых

Принципы лечения высокого риска —
те же, что у детей

Но подход индивидуальный, с учетом:

- сопутствующих заболеваний
- переносимости терапии

Исследования, на которых основаны рекомендации, включали в основном детей младше 5 лет

National Comprehensive Cancer Network®

NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology (NCCN Guidelines®)

Neuroblastoma

Version 2.2026 — April 28, 2026

HIGH-RISK DISEASE: CHEMOTHERAPY INDUCTION REGIMENS[d,e,f,9,14,15]

• Chemotherapy dosing for young children is evolving toward dose banding[9]

Cycle 1	• Topotecan 1.2 mg/m²/dose Days 1–5 • Cyclophosphamide 400 mg/m²/dose Days 1–5
Cycle 2	
Cycle 3[e]	• Cisplatin 50 mg/m²/dose Days 1–4 • Etoposide 200 mg/m²/dose Days 1–3
Cycle 4[e]	• Vincristine (age-, weight-, and BSA-based dosing) Days 1–3[9] • Doxorubicin 25 mg/m²/dose Days 1–3 • Cyclophosphamide 2100 mg/m²/dose Days 1–2
Cycle 5[e]	• Cisplatin 50 mg/m²/dose Days 1–4 • Etoposide 200 mg/m²/dose Days 1–3
Cycle 6[g] (Not currently used)	• Vincristine (age-, weight-, and BSA-based dosing) Days 1–3 • Doxorubicin 25 mg/m²/dose Days 1–3 • Cyclophosphamide 2100 mg/m²/dose Days 1–2

NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology. Neuroblastoma, v.2.2026 (28.04.2026)

Обновленные рекомендации GPOH (2025)

Особенности у взрослых

- Пересмотр **гистологии** патоморфологом с опытом диагностики и стадирования **детских опухолей**
- **Полное стадирование по стандартам GPOH:**
  - исследование костного мозга из 4 точек
  - МРТ первичной локализации и головного мозга
  - сцинтиграфия всего тела с ^{123}I-МЙБГ
- **ПЭТ/КТ с ^{18}F-ФДГ** - по показаниям
- **Снижение доз** первых двух циклов индукции до 80% с учетом функционального статуса и общего состояния пациента
- Поиск потенциальных **терапевтических мишеней** настоятельно **рекомендован** для этой особой подгруппы.



Simon T. et al. Klin Padiatr 2025:117–140

Преемственность детской и взрослой онкологии в НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина

НМИЦ ОНКОЛОГИИ им.Н.Н.Блохина

Детская онкология

НИИ детской онкологии и гематологии им. Л.А. Дурнова

Диагностика, лечение, наблюдение

→

Совместный консилиум

Детские и взрослые онкологи принимают решения вместе

→

Взрослая онкология

Отделение противоопухолевой лекарственной терапии №1

Заведующая — д.м.н., проф. Е.В. Артамонова

Для кого:

- нейробластома, выявленная после 18 лет
- Пациенты, достигшие 18 лет: контроль поздних эффектов

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!



СУЛЕЙМАНОВА Амина Магомедовна

врач-детский онколог детского онкологического отделения №1 НИИ детской онкологии
и гематологии им. академика РАМН Л.А. Дурнова ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России

scopus profile

Amina Suleymanova
aminasuleymanova313@gmail.com