

Кавковская Я.И.¹, Гладков А.Д.¹, Жердев К.В.^{1,2}

Преимущества и недостатки методов визуализации при хирургическом лечении остеонд-остеом у детей

¹ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский университет), 119991, Москва, Россия;²ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей» Минздрава России, 119991, Москва, Россия

Резюме

Введение. При небольших размерах остеонд-остеом (ОО) визуализация опухоли затруднена. При лечении этих опухолей в России часто выполняют хирургическое удаление ОО под контролем электронно-оптического преобразователя (ЭОП) и лишь в нескольких центрах применяют контроль с компьютерной томографией (КТ). **Цель работы** — выявить преимущества и недостатки интраоперационной визуализации при хирургическом удалении ОО у детей с использованием ЭОП и КТ с навигацией.

Материалы и методы. Проведено лечение 16 больных в возрасте 5–18 лет с диагнозом «Остеонд-остеома». Пациенты были распределены на 2 группы в зависимости от метода интраоперационной визуализации: 1-я группа ($n = 7$) — дети, у которых хирургическое удаление ОО проводили под контролем ЭОП; 2-я группа ($n = 6$) — больные, у которых удаление опухоли осуществляли под контролем КТ с навигационной системой. Критерий исключения: локализация опухоли вне верхней трети бедренной кости ($n = 3$). Оценивали лучевую нагрузку за весь период лечения, объём резекции, наличие рентгеновской симптоматики.

Результаты. У больных 2-й группы с удалением под контролем КТ с навигацией за весь период лечения лучевая нагрузка составила $5,24 \pm 1,19$ мЗв, в то время как у детей 1-й группы — $3,69 \pm 1,28$ мЗв. У 4 пациентов диагноз не был поставлен. У 13 больных по данным КТ выявлен очаг литической деструкции с периферическим ободком склероза. Объём послеоперационного костного дефекта у больных 1-й группы составил $5548 \pm 1694,2$ мм³, у больных 2-й группы — $2131,57 \pm 290,301$ мм³. Очевидно, что КТ с навигационной системой является высокочувствительным методом обнаружения опухоли, позволяет минимизировать объём удаляемой костной ткани и инструментально подтвердить удаление ОО.

Заключение. Интраоперационное применение КТ с навигацией имеет ряд преимуществ перед ЭОП-контролем: уменьшается объём резекции здоровой костной ткани, появляется возможность интраоперационно получить подтверждение удаления ОО, отсутствует необходимость иммобилизации в послеоперационном периоде.

Ключевые слова: остеонд-остеома; лучевая нагрузка; хирургическое удаление; оперативное лечение; дети; электронно-оптический преобразователь; компьютерная томография

Для цитирования: Кавковская Я.И., Гладков А.Д., Жердев К.В. Преимущества и недостатки методов визуализации при хирургическом лечении остеонд-остеом у детей. *Российский педиатрический журнал*. 2024; 27(4): 256–261. <https://doi.org/10.46563/1560-9561-2024-27-4-256-261> <https://elibrary.ru/sseosw>

Для корреспонденции: Кавковская Яна Игоревна, студентка 6-го курса, «Клинический институт детского здоровья им. Н.Ф. Филатова» ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), ya.kavkovskaya@yandex.ru

Участие авторов: Кавковская Я.И., Жердев К.В. — концепция и дизайн исследования; Кавковская Я.И., Гладков А.Д. — подготовка материала и написание текста; Жердев К.В. — редактирование. Все соавторы — утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Финансирование. Исследование не имело финансовой поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 03.07.2024
Принята к печати 07.08.2024
Опубликована 16.09.2024

Yana I. Kavkovskaya¹, Aleksei D. Gladkov¹, Konstantin V. Zherdev^{1,2}

Advantages and disadvantages of methods of visualization in the surgical treatment of osteoid osteoma in children

¹First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, 119991, Russian Federation;²National Medical Research Center for Children's Health, Moscow, 119991, Russian Federation

Summary

Introduction. In cases of osteoid osteoma (OO) of small sizes, visualization of tumor is difficult. In Russia, surgical removal under the control of an electron-optical converter (EOP) is often chosen for the treatment of OO, and only a few centers use CT control. **The aim** of this work is to identify the advantages and disadvantages of intraoperative imaging for surgical removal of OO in children using EOP and CT with navigation.

Materials and methods. Sixteen 5 to 18 years patients with a diagnosis of OO were treated. The patients were divided into 2 groups depending on the method of intraoperative imaging: group 1 — surgical removal of OO under the EOP control ($n = 7$), group 2 — removal under the control of CT with a navigation system ($n = 6$). Exclusion criterion: tumor location outside the upper third of the femur ($n = 3$). The following indicators were evaluated: radiation load over the entire treatment period, the volume of resection, and the presence of X-ray symptoms.

Results. In patients from group 2 with removal under the control of CT with navigation for the entire period of treatment, the radiation load was 5.24 ± 1.19 mSv, while in children from group 1 — 3.69 ± 1.28 mSv. In 4 patients, the diagnosis was not made. In

13 patients, CT revealed a focus of lytic destruction with a peripheral rim of sclerosis. The volume of postoperative defect of the bone defect in patients of group 1 was $5548 \pm 1694.2 \text{ mm}^3$, and in patients of group 2 — $2131.57 \pm 290.301 \text{ mm}^3$. It is obvious CT with a navigation system to be a highly sensitive method of detecting a tumor, allows minimizing the volume of bone tissue to be removed and instrumentally confirming the removal of OO.

Conclusion. Intraoperative CT with navigation has a number of advantages over EOP control due to the less volume of resection of healthy bone tissue, it becomes possible to obtain intraoperative confirmation of OO removal, without need for immobilization during the postoperative period.

Keywords: osteoid osteoma; radiation load; surgical removal; surgical treatment; children; EOP control; intraoperative CT control

For citation: Kavkovskaya Ya.I., Gladkov A.D., Zherdev K.V. Advantages and disadvantages of methods of visualization in the surgical treatment of osteoid osteoma in children. *Rossiyskiy Pediatricheskiy zhurnal (Russian Pediatric Journal)*. 2024; 27(4): 256–261. (In Russian). <https://doi.org/10.46563/1560-9561-2024-27-4-256-261> <https://elibrary.ru/sseosw>

For correspondence: Yana I. Kavkovskaya, 6th year student of the N.F. Filatov Clinical Institute of Child Health of the I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, 119991, Russian Federation, ya.kavkovskaya@yandex.ru

Contribution: Kavkovskaya Ya.I., Zherdev K.V. — the concept and design of the study; Kavkovskaya Ya.I., Gladkov A.D. — preparation of the material and writing of the text; Zherdev K.V. — editing. All co-authors — approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article.

Information about the authors:

Kavkovskaya Ya.I., <https://orcid.org/0009-0001-3462-823X>

Gladkov A.D., <https://orcid.org/0009-0001-6810-8750>

Zherdev K.V., <https://orcid.org/0000-0003-3698-6011>

Acknowledgment. The study had no sponsorship.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Received: July 03, 2024
Accepted: August 07, 2024
Published: September 16, 2024

Введение

Остеоид-остеома (ОО) — редкая остеобластическая опухоль остеогенного происхождения, частота встречаемости которой составляет 4–11% среди всех доброкачественных образований [1]. Среди первичных опухолей костей на её долю приходится 2–3%, что делает ОО третьей по распространённости после энхондромы и неоссифицирующей фибромы. Эта форма патологии преимущественно встречается во втором десятилетии жизни, 70% опухолей развивается у пациентов моложе 20 лет. В большинстве случаев ОО поражает метадиафизы бедренной и большеберцовой костей (50%). Диагностика ОО затруднена из-за малого размера опухоли и трудностей визуализации при проведении стандартного рентгеновского обследования [3–5].

Изначально при лечении ОО выбирают консервативный метод — применение салицилатов и других нестероидных противовоспалительных средств, но при сохранении болевого синдрома или невозможности длительного использования препаратов методом выбора является хирургический [6–9]. Среди вариантов оперативного лечения выделяют открытые операции (резекция единым блоком или выскабливание) и малоинвазивные процедуры (радиочастотная/лазерная/криоабляция, резекция под контролем компьютерной томографии (КТ)). В России часто при лечении ОО выбирают хирургическое удаление под контролем электронно-оптического преобразователя (ЭОП) и лишь несколько центров в качестве метода интраоперационной визуализации используют КТ с навигационной системой. Анализ преимуществ и недостатков хирургического лечения ОО под контролем ЭОП и КТ с навигационной системой пока не проводился.

Цель работы — выявить преимущества и недостатки интраоперационной визуализации при использова-

нии ЭОП и КТ с навигацией при хирургическом удалении ОО у детей.

Материалы и методы

Проведено лечение 16 больных в возрасте 5–18 лет с диагнозом «Остеоид-остеома». Пациенты были распределены на 2 группы в зависимости от метода интраоперационной визуализации: 1-я группа ($n = 7$) — дети (2 мальчика и 5 девочки; средний возраст $10,6 \pm 3,41$ года), у которых хирургическое удаление ОО проводили под контролем ЭОП; 2-я группа ($n = 6$) — больные (4 мальчика и 2 девочки; средний возраст $14,0 \pm 4,62$ года), у которых удаление опухоли осуществляли под контролем КТ с навигационной системой. Критерий исключения: локализация опухоли вне верхней трети бедренной кости ($n = 3$). Все обследованные дети и их родители подписали добровольное информированное согласие на участие в обследовании. Дизайн и методы исследования одобрены независимым локальным этическим комитетом.

Оценивали следующие параметры: лучевая нагрузка за весь период лечения, объём резекции, наличие рентгеновской симптоматики [10]. Всем больным были проведены рентгеновское обследование в 2 проекциях и КТ, установлен диагноз «Остеоид-остеома». У 4 больных по данным рентгеновского обследования костно-травматических и деструктивных изменений не выявлено. Для верификации диагноза использовали КТ-обследование. У 13 больных по данным КТ выявлен очаг литической деструкции с ободком склероза по периферии (рис. 1).

При оценке лучевой нагрузки за весь период лечения оценивали диагностические манипуляции, представленные в табл. 1.

При использовании ЭОП оперативное лечение ОО состояло из нескольких этапов. Проводили предоперационную рентгенографию в области предполагаемого

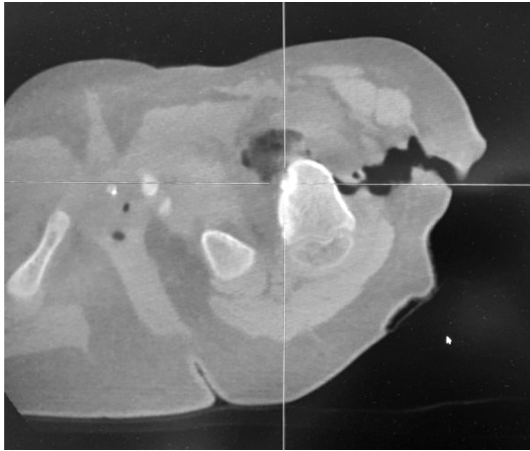


Рис. 1. Очаг литической деструкции с веретенообразным ободком склероза на КТ-изображении.
Fig. 1. The focus of lytic destruction with a spindle-shaped rim of sclerosis on a CT scan.

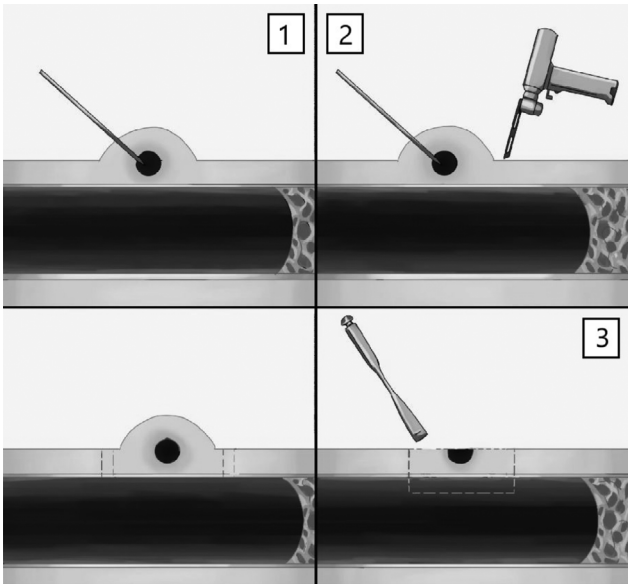


Рис. 2. Схема операции. Этапы минимальной краевой резекции ОО (описание см. в тексте).
Публикуется с любезного разрешения автора Д.К. Чепель.
Fig. 2. Operation scheme. The stages of minimal marginal resection of osteoid osteoma.
Published with the kind permission of the author D.K. Chepel.

расположения ОО. Далее выполняли открытую краевую резекцию участка кости с новообразованием. При необходимости рентгенографию можно проводить интраоперационно для уточнения расположения опухоли.

При использовании конусно-лучевого томографа для интраоперационной визуализации оперативное лечение включало в себя несколько этапов. После доступа к оперативной зоне кости под контролем КТ с навигационной рамкой в гнездо опухоли проводили спицу Кишнера (рис. 2, 1; рис. 3), которая при малых размерах очага значительно облегчает интраоперационный поиск опухоли. Далее в пределах здоровой ткани при помощи осцилляторной пилы выделяли гнездо с периферическим участком остеосклероза (рис. 2, 2), после очаг резецировали при помощи долота (рис. 2, 3; рис. 4).

Полученные данные обработаны с использованием программы «MS Excel». Различия считали значимыми при $p < 0,05$.

Результаты

Клиническая характеристика больных обеих групп, локализация и размеры опухоли представлены в табл. 2 и 3. U-критерий Манна–Уитни для значений размера ОО в сравниваемых группах равен 15, что больше значения U критического, которое равно 6, следовательно, различия размеров очагов ОО во взятых группах являются незначимыми.

У больных 2-й группы отмечалась более высокая интраоперационная эффективная доза по сравнению с больными 1-й группы ($3,97 \pm 1,07$ и $0,63 \pm 0,47$ мЗв; табл. 4, 5). За весь период лечения лучевая нагрузка у больных 2-й группы составила $5,24 \pm 1,19$ мЗв, в то время как у детей 1-й группы — $3,69 \pm 1,28$ мЗв ($p < 0,05$). При сравнении размеров послеоперационных дефектов 3 больных из 1-й и 3 пациентов из 2-й групп выявлено, что объём очага ОО у больных 1-й группы составил $220 \pm 84,022$ мм³, а у больных 2-й группы — $361,14 \pm 304,781$ мм³; U-критерий Манна–Уитни для значений сравниваемых групп равен 4, следовательно, размеры очагов ОО существенно не различаются.

Объём послеоперационного костного дефекта у больных 1-й группы был равен $5548 \pm 1694,2$ мм³, у больных 2-й группы — $2131,57 \pm 290,301$ мм³; эмпирический U критерий равен 0, следовательно, различия послеоперационных дефектов являются значимыми. Объём здоровой костной ткани, которую

Таблица 1 / Table 1

Диагностические манипуляции, проведённые у больных детей 1-й и 2-й групп
Diagnostic manipulations performed in sick children from groups 1 and 2

1-я группа Group 1	2-я группа Group 2
Рентгеновское исследование при поступлении X-ray on admission	Рентгеновское исследование при поступлении X-ray on admission
КТ при поступлении CT on admission	КТ при поступлении CT on admission
Интраоперационный ЭОП Intraoperative EOP	Интраоперационная КТ: 1) прицельный 2) контрольный
КТ-контроль после операции Postoperative CT-control	Intraoperative CT: 1) Targeted 2) Postoperative control



Рис. 3. Проведение спицы Киршнера в гнездо опухоли.

Fig. 3. Carrying the Kirchner needle into the tumor socket.



Рис. 4. Состояние после резекции опухоли.

Fig. 4. The condition after tumor resection.

Таблица 2 / Table 2

Клиническая характеристика больных 1-й группы, локализация и размеры опухоли

The clinical characteristics of patients of the group 1, the localization and size of the tumor

Пациент Patient	Возраст, лет Age, years	Пол Gender	Локализация опухоли Tumor location	Размеры опухоли, мм Tumor size, mm
1	7	Женский Female	Правое бедро Right femur	6,0 × 7,3 × 4,8
2	9	Женский Female	Левое бедро Left femur	6,5 × 7,0 × 7,2
3	15	Мужской Male	Левое бедро Left femur	7,6 × 5,8 × 6,0
4	6	Мужской Male	Правое бедро Right femur	2,5 × 3,5 × 7,0
5	15	Женский Female	Левое бедро Left femur	7,0 × 6,0 × 8,0
6	13	Женский Female	Правое бедро Right femur	8,5 × 3,5 × 6,3
7	10	Женский Female	Правое бедро Right femur	5,0 × 3,5 × 7,0
8	11	Женский Female	Правое плечо Right humerus	—
9	13	Мужской Male	Левая большеберцовая Left tibia	—
10	15	Женский Female	Левая пяточная кость Left calcaneus	—

Таблица 3 / Table 3

Клиническая характеристика больных 2-й группы, локализация и размеры опухоли
The clinical characteristics of patients of the group 2, the localization and size of the tumor

Пациент Patient	Возраст, лет Age, years	Пол Gender	Локализация опухоли Tumor location	Размер опухоли, мм Tumor size, mm
1	14	Женский Female	Правое бедро Right femur	5,5 × 4,5 × 10,0
2	15	Мужской Male	Правое бедро Right femur	4,9 × 4,3 × 7,4
3	17	Мужской Male	Правое бедро Right femur	5,8 × 3,2 × 7,3
4	4	Женский Female	Левое бедро Left femur	22,0 × 9,0 × 4,0
5	17	Мужской Male	Правое бедро Right femur	10,0 × 8,0 × 7,5
6	17	Мужской Male	Левое бедро Left femur	7,5 × 6,0 × 6,5

Таблица 4 / Table 4

Лучевая нагрузка и объём резекции опухоли у больных 1-й группы
Radiation load and volume of tumor resection in patients from the group 1

Пациент Patient	Возраст Age	Доза, мЗв Dose, mSv						Число снимков на ЭОП The number of EOP scans	Послеоперационный дефект, мм Size of the postoperative defect, mm
		ЭОП	за 1 КТ Per 1 CT	за 2 КТ Per 2 CT	за 1 рентгеновский снимок per 1 X-ray scan	за 1 снимок ЭОП per 1 EOP scan	общая total		
1	7	0,3	1,1	1,1	0,02	0,02	2,52	15	23 × 14 × 12
2	9	0,36	1,1	1,1	0,03	0,03	2,59	12	23 × 19 × 18
3	15	1,32	1,2	1,2	0,12	0,12	3,83	11	
4	6	1,3	2,1	2,1	0,13	0,13	5,63	10	
5	15	0,4	1,2	1,2	0,04	0,04	2,84	10	
6	13	0,52	1,3	1,3	0,04	0,04	3,16	13	
7	10	0,24	2,5	2,5	0,02	0,02	5,26	12	42 × 13 × 9

пришлось удалить в ходе операции, у больных 1-й группы составил $5327,9 \pm 1630,622 \text{ мм}^3$, 2-й группы — $1770,435 \pm 159,692 \text{ мм}^3$; эмпирический U-критерий равен 0, следовательно, различия размеров удалённой костной ткани у больных этих групп являются значимыми. Таким образом, объём здоровой костной ткани, удалённой под контролем ЭОП, практически в 3 раза больше, чем объём резецированного участка кости под контролем КТ с навигацией. У всех больных после удаления ОО остеосинтез не потребовался, осложнений не было.

Обсуждение

В последние годы при лечении ОО предпочтение отдают малоинвазивной методике, такой как радиочастотная абляция, т. к. после неё отмечается более низкий процент осложнений — 4,4–7,8% [11–13]. Однако близкое расположение ОО к сосудисто-нервному пучку или коже исключает возможность проведения радиочастотной абляции, и поэтому данная процедура не может быть методом выбора [14, 15]. В таких случаях решением вопроса может стать хирургическое удаление ОО под контролем КТ с навигационной системой, благодаря которой возможно радикальное удаление очага с минимальной травматизацией здоровой костной ткани, в отличие от резекции вслепую [16, 17]. Полученные нами данные свидетельствуют о том, что использование КТ с навигационной системой позволяет минимизировать объём удаляемой интраоперационно

здоровой костной ткани по сравнению с удалением ОО с использованием ЭОП, что особенно актуально при расположении опухоли в верхней трети бедра, учитывая угрозу патологического перелома в послеоперационном периоде. Использование интраоперационного КТ с навигационной системой обеспечивает возможность со значительной точностью инструментально подтвердить удаление ОО, что исключит вероятность повторного оперативного вмешательства. Однако при этом нужно учитывать возрастающую лучевую нагрузку на пациентов с применением метода с КТ-навигацией. Рентгеновское обследование является менее чувствительным методом визуализации ОО, соответственно, интраоперационно при использовании ЭОП могут возникнуть трудности с обнаружением опухоли [4]. Наша методика по постановке КТ-ориентира в очаг опухоли согласуется с имеющимися данными [3]. При этом нами проводилась непосредственно интраоперационная постановка ориентира в зону костного поражения. Следует отметить, что метод удаления ОО с использованием КТ с навигацией используется незаслуженно редко, несмотря на свои значительные преимущества перед резекцией под контролем ЭОП и потенциальной возможностью его применения в тех случаях, когда малоинвазивные методы применить невозможно [13].

Заключение

Использование интраоперационной КТ с навигационной системой при удалении ОО у детей имеет следу-

ющие преимущества по сравнению с ЭОП: позволяет точно локализовать опухоль, способствует минимальной травматизации здоровой костной ткани, инструментально подтверждает удаление очага ОО, обеспечивает отсутствие иммобилизации и возможность избежать патологического перелома в послеоперационном периоде. Кроме этого, применение КТ с навигацией позволяет избежать осложнений и функциональных нарушений, а также обеспечивает быстрое выздоровление больных при лечении этой формы костной патологии.

Литература

(п.п. 1; 2; 5; 6; 11–17 см. References)

- Снетков А.И., Франтов А.Р., Батраков С.Ю., Кесян О.Г., Кравец И.М. Диагностика и лечение остеобластомы у детей. *Медицинский альманах*. 2013; (6): 149–52. <https://elibrary.ru/ruphgj>
- Сотникова Е.А., Киселева О.Н., Коваленко М.П. Сложности визуализации при различных методах лучевого исследования. *Визуализация в медицине*. 2022; 4(4): 29–34. <https://elibrary.ru/jbfxlb>
- Поздеев А.П., Чигвариya Н.Г. Диагностика и лечение остеод-остеомы у детей. *Детская хирургия*. 2014; 18(3): 14–9. <https://elibrary.ru/semstn>
- Шпилевский И.Э., Соколовский О.А. Костные резекции при хирургическом лечении доброкачественных новообразований костей конечностей у детей. *Медицинские новости*. 2021; (3): 58–67. <https://elibrary.ru/yxkihc>
- Губина Е.В., Рыжиков Д.В., Подорожная В.Т., Кирилова И.А., Андреев А.В., Садовой М.А. и др. Хирургическое лечение остеод-остеом у детей и подростков. *Педиатрия. Журнал имени Г.Н. Сперанского*. 2018; 97(2): 117–21. <https://doi.org/10.24110/0031-403X-2018-97-2-117-121> <https://elibrary.ru/ytcbbp>
- Кавковская Я.И., Гладков А.Д. Особенности методов инструментальной визуализации при хирургическом лечении остеод-остеомы у детей. В кн.: *Кишечные анастомозы у детей. Актуальные вопросы хирургии, анестезиологии и реаниматологии детского возраста*. Волгоград; 2023. <https://elibrary.ru/jfafx>

References

- Tepelenis K., Skandalakis G.P., Papathanakos G., Kefala M.A., Kitsoulis A., Barbouti A., et al. Osteoid osteoma: an updated review of epidemiology, pathogenesis, clinical presentation, radiological features, and treatment option. *In Vivo*. 2021; 35(4): 1929–38. <https://doi.org/10.21873/in vivo.12459>
- Singh D.K., Kumar N., Rustagi A., Jalan D., Krishna L.G., Sharma A. Percutaneous CT-guided radiofrequency ablation of osteoid osteoma: potential pitfalls and complications and how to avoid them. *J. Clin. Orthop. Trauma*. 2022; 28: 101869. <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2022.101869>
- Snetkov A.I., Frantov A.R., Batrakov S.Yu., Kesyan O.G., Kravec I.M. The diagnostics and treatment of osteoblastoma of children. *Meditsinskiy al'manakh*. 2013; (6): 149–52. <https://elibrary.ru/ruphgj> (in Russian)
- Sotnikova E.A., Kiseleva O.N., Kovalenko M.P. Difficulties of visualization with various methods of radiation research. *Visualizatsiya v meditsine*. 2022; 4(4): 29–34. <https://elibrary.ru/jbfxlb> (in Russian)
- Bhure U., Roos J.E., Strobel K. Osteoid osteoma: multimodality imaging with focus on hybrid imaging. *Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging*. 2019; 46(4): 1019–36. <https://doi.org/10.1007/s00259-018-4181-2>

- Goto T., Shinoda Y., Okuma T., Ogura K., Tsuda Y., Yamakawa K., et al. Administration of nonsteroidal anti-inflammatory drugs accelerates spontaneous healing of osteoid osteoma. *Arch. Orthop. Trauma Surg.* 2011; 131(5): 619–25. <https://doi.org/10.1007/s00402-010-1179-z>
- Pozdееv A.P., Chigvariya N.G. Diagnostics and treatment of osteoid-osteoma in children. *Detskaya khirurgiya*. 2014; 18(3): 14–9. <https://elibrary.ru/semstn> (in Russian)
- Shpilevskiy I.E., Sokolovskiy O.A. Bone resections in the surgical treatment of benign neoplasms of the bones of the extremities in children. *Meditsinskie novosti*. 2021; (3): 58–67. <https://elibrary.ru/yxkihc> (in Russian)
- Gubina E.V., Ryzhikov D.V., Podorozhnaya V.T., Kirilova I.A., Andreev A.V., Sadovoy M.A., et al. Surgical treatment of osteoid osteomas in children and adolescents. *Pediatrriya. Zhurnal imeni G.N. Speranskogo*. 2018; 97(2): 117–21. <https://doi.org/10.24110/0031-403X-2018-97-2-117-121> <https://elibrary.ru/ytcbbp> (in Russian)
- Kavkovskaya Ya.I., Gladkov A.D. Features of instrumental visualization methods in the surgical treatment of osteoid osteoma in children. In: *Intestinal Anastomoses in Children. Topical Issues of Surgery, Anesthesiology and Intensive Care of Children [Kishechnye anastomozy u detey. Aktualnye voprosy khirurgii, anesteziologii i reanimatologii detskogo vozrasta]*. Volgograd; 2023. <https://elibrary.ru/jfafx> (in Russian)
- Lindquester W.S., Crowley J., Hawkins C.M. Percutaneous thermal ablation for treatment of osteoid osteoma: a systematic review and analysis. *Skeletal. Radiol.* 2020; 49(9): 1403–11. <https://doi.org/10.1007/s00256-020-03435-7>
- De Filippo M., Russo U., Papapietro V.R., Ceccarelli F., Pogliacomi F., Vaienti E., et al. Radiofrequency ablation of osteoid osteoma. *Acta Biomed*. 2018; 89(1-S): 175–85. <https://doi.org/10.23750/abm.v89i1-S.7021>
- Sangiorgio A., Oldrini L.M., Candrian C., Errani C., Filardo G. Radiofrequency ablation is as safe and effective as surgical excision for spinal osteoid osteoma: a systematic review and meta-analysis. *Eur. Spine J.* 2023; 32(1): 210–20. <https://doi.org/10.1007/s00586-022-07411-8>
- Bianchi G., Zugaro L., Palumbo P., Candeleri R., Paci E., Floridi C., et al. Interventional radiology's osteoid osteoma management: percutaneous thermal ablation. *J. Clin. Med.* 2022; 11(3): 723. <https://doi.org/10.3390/jcm11030723>
- Parmeggiani A., Martella C., Ceccarelli L., Miceli M., Spinnato P., Facchini G. Osteoid osteoma: which is the best miniminvasive treatment option? *Eur. J. Orthop. Surg. Traumatol.* 2021; 31(8): 1611–24. <https://doi.org/10.1007/s00590-021-02946-w>
- Fujiwara T., Kunisada T., Takeda K., Hasei J., Nakata E., Mochizuki Y., et al. Mini-open excision of osteoid osteoma using intraoperative O-arm/Stealth navigation. *J. Orthop. Sci.* 2019; 24(2): 337–41. <https://doi.org/10.1016/j.jos.2018.09.017>
- Lin N., Ye Z.M., Qu H., Yan X.B., Pan W.B., Huang X., et al. Open surgery for osteoid osteoma with three-dimensional C-arm scan under the guidance of computer navigation. *Orthop. Surg.* 2016; 8(2): 205–11. <https://doi.org/10.1111/os.12233>

Сведения об авторах:

Гладков Алексей Дмитриевич, студент 6-го курса, «Клинический институт детского здоровья им. Н.Ф. Филатова» ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), alexglud@yandex.ru; **Жердев Константин Владимирович**, доктор мед. наук, гл. науч. сотр. лаб. научных основ нейроортопедии и ортопедии, проф. каф. детской хирургии и урологии-андрологии им. Л.П. Александрова ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет); врач травматолог-ортопед, зав. нейроортопедическим отд-нием с ортопедией, ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России, drzherdev@mail.ru