

УДК 616.283-089.843-073.756.8
<https://doi.org/10.18692/1810-4800-2021-3-8-14>

Оценка безопасности и эффективности проведения МРТ пациентам с кохлеарным имплантом без извлечения магнита

В. В. Дворянчиков¹, В. Е. Кузовков¹, С. Х. Цуциева¹, С. В. Левин¹, С. Б. Сугарова¹,
С. Н. Ильин¹, Е. А. Левина¹, О. В. Ноздреватых¹, А. С. Лиленко¹

¹ Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи,
Санкт-Петербург, 190013, Россия

Safety and efficacy assessment of MRI in cochlear implant patients with retained magnets

V. V. Dvoryanchikov¹, V. E. Kuzovkov¹, S. Kh. Tsutsieva¹, S. V. Levin¹, S. B. Sugarova¹,
S. N. Il'in¹, E. A. Levina¹, O. V. Nozdrevatykh¹, A. S. Lilenko¹

¹ Saint Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech,
Saint Petersburg, 190013, Russia

Большинству пациентов с КИ в течение жизни необходимо проведение лучевых методов диагностики, в том числе магнитно-резонансной томографии (МРТ) и компьютерной томографии (КТ). Современные кохлеарные импланты в настоящее время совместимы с МРТ до 1,5 Т. Однако клиники, проводящие исследования магнитно-резонансной томографии, могут отказывать в диагностике. Это связано с тем, что во время исследования МР-томограф будет воздействовать на магнит импланта, и это может привести к таким осложнениям как миграция импланта, его демагнетизация, болевые ощущения. Эти сомнения и определили цель нашего исследования – оценить безопасность и эффективность проведения магнитно-резонансной томографии (МРТ) с мощностью магнитного поля 1,5 Т пациентам с кохлеарными имплантами (КИ). Были проанализированы МР-изображения, 11 пациентов, наблюдавшихся в ФГБУ «СПб НИИ ЛОР» Минздрава России с 2014 по 2020 г., с диагнозом двусторонняя сенсоневральная тугоухость IV степени, состояние после кохлеарной имплантации. Проводилось анкетирование для определения побочных эффектов исследования и оценка диагностической эффективности метода несколькими рентгенологами. В целях предотвращения возможных осложнений всем пациентам накладывалась внешняя, плотно прилегающая давящая повязка, в проекции импланта в повязку устанавливали пластиковую шину. Во время исследования учитывалась ориентация магнитных полей МР-томографа (B0) и импланта (B1). Анализ полученных результатов показал, что проведение процедуры МРТ с мощностью магнитного поля 1,5 Т пациентам с кохлеарными имплантами не сопровождалось какими-либо осложнениями для пациентов и негативным воздействием на имплант. Важно отметить, что диагностическая эффективность результатов МРТ была сохранена.

Ключевые слова: магнитно-резонансная томография, кохлеарная имплантация, кохлеарный имплантат, компьютерная томография.

Для цитирования: Дворянчиков В. В., Кузовков В. Е., Цуциева С. Х., Левин С. В., Сугарова С. Б., Ильин С. Н., Левина Е. А., Ноздреватых О. В., Лиленко А. С. Оценка безопасности и эффективности проведения МРТ пациентам с кохлеарным имплантом без извлечения магнита. *Российская оториноларингология*. 2021;20(3):8–14. <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2021-3-8-14>

Most patients with CI need to undergo radiation diagnostics during their lifetime, including magnetic resonance imaging (MRI) and computed tomography (CT). Modern cochlear implants are currently compatible with MRI up to 1.5 T. However, clinics conducting magnetic resonance imaging studies may refuse to diagnose. This is due to the fact that during the study, the MRI scanner will act on the magnet of the implant and this can lead to such complications as migration of the implant, its demagnetization, and pain. These doubts determined

the goal of our study - to assess the safety and effectiveness of magnetic resonance imaging (MRI) with a magnetic field power of 1.5 T in patients with cochlear implants (CI). We analyzed MR images of 11 patients who were followed up at the St. Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech from 2014 to 2020, diagnosed with bilateral sensorineural hearing loss, grade IV, condition after CI. A questionnaire was conducted to determine the side effects of the study and to assess the diagnostic effectiveness of the method by several radiologists. In order to prevent possible complications, an external, tight-fitting pressure bandage was applied to all patients, and a plastic splint was installed in the projection of the implant in the bandage. During the study, the orientations of the magnetic fields of the MRI scanner (B0) and the implant (B1) were considered. The analysis of the obtained results showed that the MRI procedure with a magnetic field power of 1.5 T in patients with CI was not accompanied by any complications for patients and a negative effect on the implant. It is important to note that the diagnostic efficacy of the MRI results was maintained.

Keywords: magnetic resonance imaging, cochlear implantation, cochlear implant, computed tomography.

For citation: Dvoryanchikov V. V., Kuzovkov V. E., Tsutsieva S. Kh., Levin S. V., Sugarova S. B., Il'in S. N., Levina E. A., Nozdrevatykh O. V., Lilenko A. S. Safety and efficacy assessment of MRI in cochlear implant patients with retained magnets. *Rossiiskaya otorinolaringologiya*. 2021;20(3):8-14. <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2021-3-8-14>

Число пациентов с кохлеарными имплантами (КИ) в РФ постоянно растет. На сегодняшний день число имплантированных пациентов превышает 700 000 человек по всему миру. Только в ФГБУ «СПб НИИ ЛОР» Минздрава России ежегодно проводится около 400 кохлеарных имплантаций. Учитывая разнообразие этиологических факторов снижения слуха, наличие сопутствующей патологии, большинству пациентов с КИ в течение жизни необходимо проведение лучевых методов диагностики, в том числе магнитно-резонансной томографии (МРТ) и компьютерной томографии (КТ) [1–4].

Магнитно-резонансная томография широко используется как неинвазивный метод визуализации в диагностике в отличие от других методов визуализации, таких как рентген или компьютерная томография (КТ), для получения изображений, в которых используется ионизирующее излучение. В отличие от КТ в МР-томографах используются магнитное поле и радиочастотная энергия. Исследование МРТ в основном применяют для визуализации и диагностики патологии мягких тканей [5].

Большинство кохлеарных имплантов в настоящее время совместимы с МРТ до 1,5 Т. Однако клиники, проводящие исследования магнитно-резонансной томографии, могут отказывать в диагностике, если у пациента имеются любые виды имплантов, включающих металлы или магниты, в том числе системы КИ. Это связано с тем, что во время исследования МР-томограф будет воздействовать на магнит импланта и это может привести к осложнениям для пациента [6, 7]. В литературе сообщается о таких осложнениях, как миграция импланта, его демагнитизация, болевые ощущения [8, 9]. Поэтому особое внимание следует уделить необходимости проведения МРТ (решение об исследовании принимается совместно с врачом, назначившим МРТ, отоларингологом, рентгено-

логом и пациентом) и строгому соблюдению инструкций производителя по технике безопасности проведения исследования [10–12].

Цель исследования

Оценка безопасности и эффективности проведения магнитно-резонансной томографии (МРТ) с мощностью магнитного поля 1,5 Т пациентам с кохлеарными имплантами.

Материалы и методы исследования

Были проанализированы МР-изображения, 11 пациентов, наблюдавшихся в ФГБУ «СПб НИИ ЛОР» Минздрава России с 2014 по 2020 г., с диагнозом двусторонняя сенсоневральная тугоухость IV степени, состояние после кохлеарной имплантации. Изображения были анонимизированы. Возраст пациентов составил от 10 до 54 лет (средний возраст 29 лет).

Всем обследуемым была установлена система кохлеарной имплантации фирмы MED-EL, Австрия, импланты: Pulsar, Sonata, Concerto (табл. 1).

Проводились анкетирование для определения побочных эффектов исследования и оценка диагностической эффективности метода несколькими рентгенологами. Анкета включала 9 вопросов, касающихся возможных осложнений после проведения исследования. Все жалобы оценивались по 6-балльной шкале (0 – не было, 1 – слабые, 2 – умеренные, 3 – средние, 4 – сильные, 5 – неприятные).

В целях предотвращения возможных осложнений всем пациентам накладывалась внешняя, плотно прилегающая давящая повязка шириной 10 см, которая проходила вокруг головы не менее чем в три слоя. В проекции импланта в повязку устанавливали пластиковую шину с целью свести к минимуму риск смещения магнита и возникновения болевых ощущений (рис. 1).

Пациенты, проходившие обследование МРТ (Система КИ-MED-EL)

Таблица 1

Table 1

Patients undergoing MRI examination

Пациент	Имплант	Тип электрода
1	Concerto	Standart
2	Pulsar	Standart
3	Concerto	Flex Soft
4	Concerto	Flex Soft
5	Concerto	Standart
6	Concerto	ABI
7	Sonata	Standart
8	Concerto	Standart
9	Concerto	Flex Soft
10	Concerto	Standart
11	Concerto	Standart

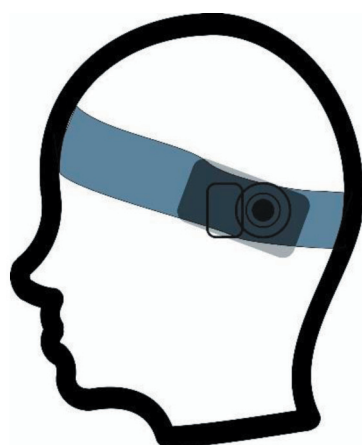


Рис. 1. Расположение повязки относительно магнита КИ

Fig. 1. Location of the dressing relative to the CI magnet

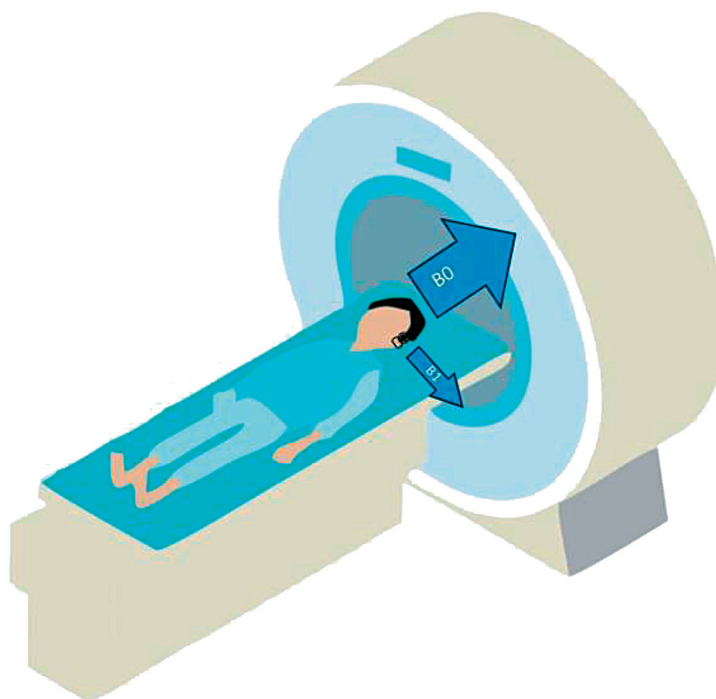


Рис. 2. Ориентация магнитных полей при МР-сканировании

Fig. 2. Orientation of magnetic fields in MR scanning

Во время исследования учитывалась ориентация магнитных полей МР-томографа (B_0) и импланта (B_1). Угол между магнитным полем МР-томографа и магнитом импланта должен оставаться меньше 90° , чтобы исключить риск размагничивания магнита импланта (рис. 2). Критическая зона магнитного поля начинается с 30 см от входного туннеля томографа.

Положение лежа на спине с прямой головой (без наклона или отклонения) обеспечивает перпендикулярность магнитных полей с незначительным риском размагничивания. МР-сканирование выполнялось в соответствии с рекомендациями фирмы-изготовителя системы кохлеарной им-

плантации с учетом типа имплантируемой части. Речевой процессор во время проведения сканирования был снят.

Результаты исследования

Оценка безопасности проведения МРТ пациентам с кохлеарным имплантом без извлечения магнита. Побочные эффекты, связанные с МР-исследованием, могут включать боль, смещение магнита, изменение полярности или размагничивание. Нами было проведено анкетирование 11 пациентов, проходивших МРТ в ФГБУ «СПб НИИ ЛОР» Минздрава России, вопросы указаны на рис. 3.

Таблица 2

Пациенты, проходившие обследование МРТ

Table 2

Patients undergoing an MRI examination

Пациент	Вопрос								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	4 (2)	4 (1)	0	0	0	0	0	0	0
2	2	1	0	0	0	0	0	0	0
3	2	2	0	0	0	0	0	0	0
4	1	1	0	0	0	0	0	0	0
5	2	1	0	0	0	0	0	0	0
6	1	1	0	0	0	0	0	0	0
7	2	2	0	0	0	0	0	0	0
8	1	1	0	0	0	0	0	0	0
9	2	1	0	0	0	0	0	0	0
10	2	1	0	0	0	0	0	0	0
11	2	1	0	0	0	0	0	0	0

Анкетирование при проведении магнитно-резонансной томографии

ФИО, г. р. : _____

Правильное и своевременное лечение зависит от точной и качественной диагностики. Нередко для этого требуется выполнение того или иного диагностического обследования, в частности магнитно-резонансной томографии. Однако вы должны знать, что МРТ-исследование с кохлеарным имплантом, при использовании спинного эхо (spin echoes), вызывает нарушения сигнала примерно в радиусе 50 мм вокруг импланта. Также возможны геометрические искажения (менее 1 мм) на расстоянии 12 см от магнита. Даже при использовании градиент эхо (gradient echoes) противоположная импланту сторона головы отображается без артефактов.

Также мне объяснено, что исследование МРТ с имплантом, содержащим магнит, может привести к разным осложнениям: смещение импланта в магнитном поле, нагревание импланта, выход из строя электронной части кохлеарного импланта.

Оцените пожалуйста по 6-балльной шкале ощущения во время проведения сканирования
(0 – не было, 1 – слабые, 2 – умеренные, 3 – средние, 4 – сильные, 5 – неприятные)

Ощущение	0	1	2	3	4	5
Давление повязкой	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Давление в области импланта	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Нагревание в области импланта	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Боль в области импланта	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Смещение импланта	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Неисправность импланта	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Размагничивание магнита КИ	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Изменение полярности магнита КИ	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Другие ощущения: _____ _____	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Подпись, дата

Рис. 3. Анкета при проведении МРТ
Fig. 3. Questionnaire for MRI

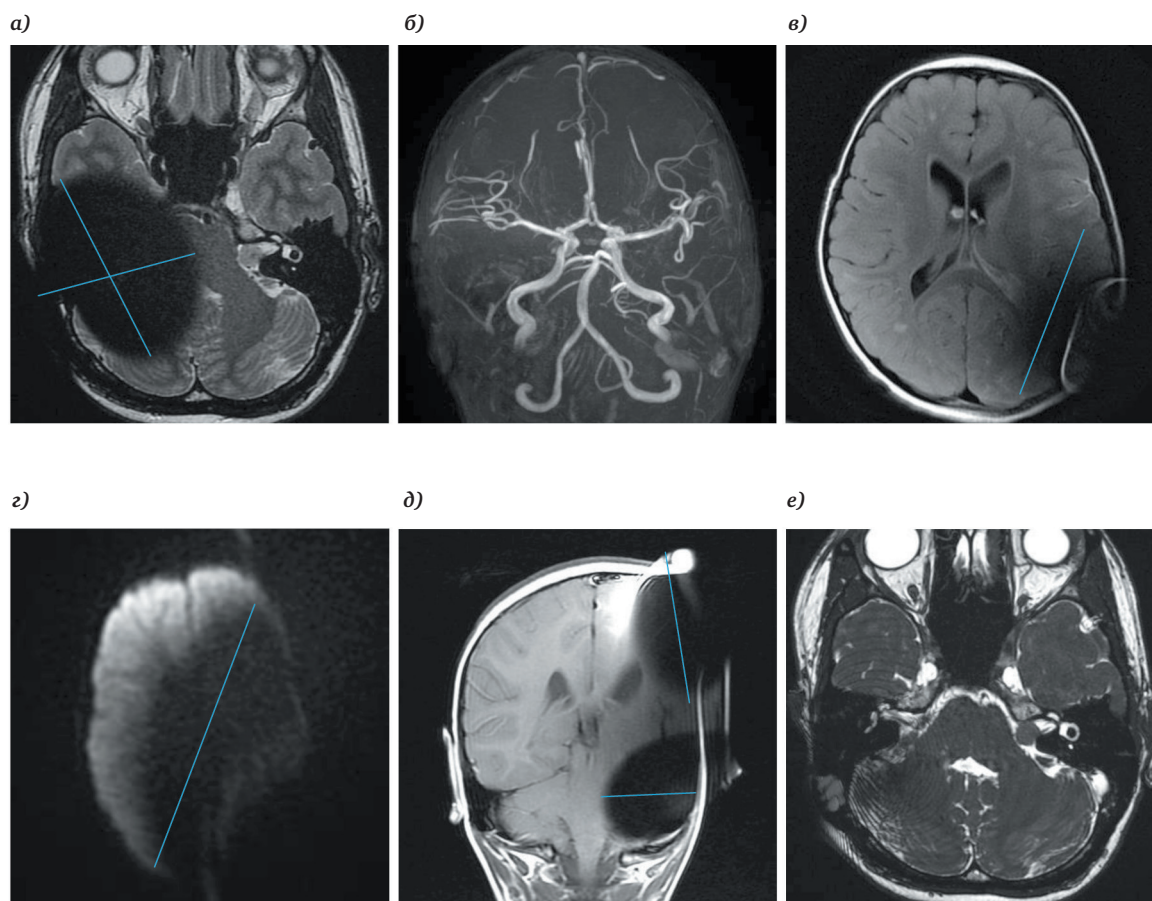


Рис. 4. (1,5 T) Последовательность T2 ВИ (а), МР-ангиография (б); последовательность T2 Flair (в); диффузионная последовательность (г); последовательность T1 ВИ (д); 3D FIESTA (е). Синие линии соответствуют самому длинному диаметру по оси

Fig. 4. (1.5T) T2 WI sequence (a), MR angiography (b), T2 Flair sequence (c), diffusion sequence (d), T1 WI sequence (e), 3D FIESTA (f). Blue lines correspond to the longest axis diameter

У первого пациента во время исследования были неприятные ощущения от фиксирующей повязки, которые привели к остановке исследования. Это связано с наложением слишком тугой повязки. На следующий день исследование было успешно проведено, неприятных ощущений не было. В остальных случаях было выполнено МРТ-сканирование без значимых побочных явлений.

Как видно из табл. 2, слабые и умеренные неприятные ощущения возникали только при оценке давления повязкой (вопрос 1) и ощущения давления в области импланта, что связано с воздействием повязки (вопрос 2). По остальным вопросам ответы были отрицательные: вопросы 3–9 (нагревание в области импланта, боль в области импланта, смещение импланта, неисправность импланта, размагничивание магнита КИ, изменение полярности магнита КИ, другие ощущения).

Выводы

Проведение МРТ должно выполняться строго по показаниям, и пациент должен быть проинформирован о рисках проведения МРТ. Необходимо тщательное соблюдение правильного угла между магнитным полем МРТ (B0) и внутренним магни-

том импланта (B1). При проведении исследования необходимо использовать компрессионную повязку и защитную шину в области импланта.

Оценка эффективности проведения МРТ пациентам с кохлеарным имплантом без извлечения магнита

Тремя экспертами-рентгенологами были проанализированы исследования, выполненные в разных программных последовательностях, по воздействию импланта на результаты выполнения МРТ.

Была выделена последовательность с наибольшими артефактами: DWI (рис. 4).

Последовательности T1, T2 ВИ и T2 FLAIR представляли промежуточные артефакты. Умеренно выраженные артефакты наблюдались в программе 3D FIESTA. При выполнении МР-ангиографии в 3D TOF зона артефакта не попала в зону исследования, воздействие импланта на МРТ оказалось минимальным.

При анализе находок, полученных благодаря исследованию МР-последовательностей, у одного пациента была выявлена невринома VIII пары черепных нервов, локализованная интраканально

с распространением в мостомозжечковый угол. У другого пациента обнаружены аномалии развития внутреннего уха в виде неполного разделения улитки I типа, МР-признаки оссификации восходящего сегмента базального завитка спирального канала улитки. У троих пациентов были выявлены очаговые изменения в белом веществе головного мозга, обусловленные резидуальным глиозом, других находок не обнаружено.

Заключение

Таким образом, проведение процедуры МРТ с мощностью магнитного поля 1,5 Т пациентам с кохлеарными имплантами MED-EL не спрово-

ждалось какими-либо осложнениями для пациентов и негативным воздействием на имплант. Важно отметить, что диагностическая эффективность результатов МРТ была сохранена.

Проведение МРТ должно выполняться строго по показаниям, и пациент должен быть проинформирован о рисках МРТ. Необходимо тщательное соблюдение правильного угла между магнитным полем МРТ (B0) и внутренним магнитом импланта (B1). При проведении исследования нами рекомендуются компрессионная повязка и защитная шина в области импланта.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Côté M., Ferron P., Bergeron F., Bussi res R. Cochlear reimplantation: causes of failure, outcomes, and audiology performance. *Laryngoscope*. 2007;117(7):1225-1235.
2. Кузовков В. Е., Янов Ю. К., Левин С. В. Аномалии развития внутреннего уха и кохлеарная имплантация. *Российская оториноларингология*. 2009;2:102-107 [Kuzovkov V. E., Yanov Yu. K., Levin S. V. Anomalii razvitiya vnutrennego ukha i kokhlearnaya implantatsiya. *Rossiiskaya otorinolaringologiya*. 2009;2:102-107 (In Russ.)]
3. Корнеев А. А., Рязанцев С. В., Фанта И. В., Вяземская Е. Э., Левин С. В., Левина Е. А. Пространственный анализ данных в эпидемиологии сенсоневральной тугоухости. *Российская оториноларингология*. 2020;19(4):13-20 [Korneev A. A., Ryazantsev S. V., Fanta I. V., Vyazemskaya E. E., Levin S. V., Levina E. A. Spatial Data Analysis in epidemiology of sensorineural hearing loss. *Rossiiskaya otorinolaringologiya*. 2020;19(4):13-20 (In Russ.)] <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2020-4-13-20>
4. Каляпин Д. Д., Сугарова С. Б., Кузовков В. Е., Лиленко А. С., Преображенская Ю. С. Этиологический спектр врожденной глухоты и его значение в кохлеарной имплантации. *Российская оториноларингология*. 2019;18(1):41-45 [Kalyapin D. D., Sugarova S. B., Kuzovkov V. E., Lilenko A. S., Preobrazhenskaya Yu. S. Congenital deafness etiologic spectrum and its importance in cochlear implantation. *Rossiiskaya otorinolaringologiya*. 2019;18(1):41-45. (In Russ.)] <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2019-1-41-45>
5. Crane B. T., Gottschalk B., Kraut M., Aygun N., Niparko J. K. Magnetic resonance imaging at 1.5 T after cochlear implantation. *Otol. Neurotol*. 2010;31(8):1215-1220.
6. Deneuve S., Loundon N., Leblouanger N., Rouillon I., Garabedian E. N. Cochlear implant magnet displacement during magnetic resonance imaging. *Otol. Neurotol*. 2008;29(6):789.
7. Dot  C. O., Pizarro M. D. P. V., Beltr n J. D. J., Delago M. D. J. Cochlear reimplantation in the same ear: findings, peculiarities of the surgical technique and complications. *Acta Otorrinolaringologica* (English Edition) 2010;61(2): 106-117.
8. Hassepass F., Stabenau V., Arndt S., Beck R., Bulla S., Grauvogel T., Aschendorff A. vol. 186.   Georg Thieme Verlag KG; 2014, July. Magnet dislocation: an increasing and serious complication following MRI in patients with cochlear implants. p. 680-685. (R Fo-Fortschritte auf dem Gebiet der R ntgenstrahlen und der bildgebenden Verfahren). No. 07.
9. Kim B. G., Kim J. W., Park J. J., Kim S. H., Kim H. N., Choi J. Y. Adverse events and discomfort during magnetic resonance imaging in cochlear implant recipients. *JAMA Otolaryngo. Head & Neck Surgery*. 2015;141(1):45-52.
10. Королева И. В., Пудов В. И., Клячко Д. С., Левин С. В., Левина Е. А., Кузовков В. Е., Зонтова О. В. Настройка процессора кохлеарного импланта у особых групп пациентов: учебное пособие. СПб.: Полифорум Групп, 2019. 66 с. [Koroleva I. V., Pudov V. I., Klyachko D. S., Levin S. V., Levina E. A., Kuzovkov V. E., Zontova O. V. *Nastroika protsessora kokhlearnogo implanta u osobykh grupp patsientov: uchebnoe posobie*. SPb.: Poliforum Grupp, 2019. 66 p. (In Russ.)]
11. Van de Heyning P., Mertens G., Topsakal V. et al. Two-phase survey on the frequency of use and safety of MRI for hearing implant recipients. *Eur Arch Otorhinolaryngol* (2021). <https://doi.org/10.1007/s00405-020-06525-3>
12. Dubrulle F., Vincent C., Varoquaux A., Ernst O., Veillon F. Recommandations pour la r alisation d'une IRM chez un patient porteur d'implant cochl aire. *J. Radiol*. 2011;92(10):872-877.

Информация об авторах

Дворянчиков Владимир Владимирович – заслуженный врач Российской Федерации, профессор, доктор медицинских наук, директор, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи (190013, Россия, Санкт-Петербург, Бронницкая ул., д. 9); тел.: +7(812)316-22-56, e-mail: v.v.dvoryanchikov@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0925-7596>

Кузовков Владислав Евгеньевич – доктор медицинских наук, главный научный сотрудник, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи (190013, Россия, Санкт-Петербург, Бронницкая ул., д. 9); e-mail: v_kuzovkov@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2581-4006>

Цуциева Светлана Хасановна – врач-рентгенолог рентгеновского отделения, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи (190013, Россия, Санкт-Петербург, Бронницкая ул., д. 9); тел.: 8-812-317-98-67, e-mail: dzuskaeva.lana.@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5075-6592>

✉ **Левин Сергей Владимирович** – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи (190013, Россия, Санкт-Петербург, Бронницкая ул., д. 9); тел.: +7(812) 495-36-71, e-mail: sergeyln@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9770-7739>

Сугарова Серафима Борисовна – кандидат медицинских наук, руководитель отдела диагностики и реабилитации нарушений слуха, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи (190013, Россия, Санкт-Петербург, Бронницкая ул., д. 9); e-mail: sima.sugarova@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0856-8680>

Ильин Сергей Никитович – кандидат медицинских наук, заведующий рентгеновским отделением СПб НИИ ЛОР. Россия, 190013, Санкт-Петербург, ул. Бронницкая, д.9, тел. 8-812-317-98-67, e-mail: lor.ct.spb@rambler.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8026-1803>

Левина Елена Алексеевна – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи (190013, Россия, Санкт-Петербург, Бронницкая ул., д. 9); тел. +7(812)495-36-71, e-mail: xramoval@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0285-6526>

Ноздреватых Ольга Владимировна – врач-рентгенолог высшей категории рентгеновского отделения, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи (190013, Россия, Санкт-Петербург, Бронницкая ул., д. 9); тел. 8-812-316-08-26, e-mail: lor.ct.spb@rambler.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8286-2744>

Лиленко Андрей Сергеевич – кандидат медицинских наук, научный сотрудник, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи (190013, Россия, Санкт-Петербург, Бронницкая ул., д. 9); e-mail: aslilenko@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1641-506X>

Information about authors

Vladimir V. Dvoryanchikov – the Honored Doctor of the Russian Federation, MD, Professor, Director, Saint-Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech (9, Bronnitskaya str., St. Petersburg, 190013, Russia); phone: +7(812)316-2256, e-mail: v.v.dvoryanchikov@mail.ru

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0925-7596>

Vladislav E. Kuzovkov – MD, Chief Researcher, Saint Petersburg Research Institute for Ear, Throat, Nose and Speech (9, Bronnitskaya str., St. Petersburg, 190013, Russia); e-mail: v_kuzovkov@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2581-4006>

Svetlana Kh. Tsutsieva – radiologist, Saint-Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech (9, Bronnitskaya str., St. Petersburg, 190013, Russia); phone: 8-812-317-98-67, e-mail: lor.ct.spb@rambler.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5075-6592>

✉ **Sergei V. Levin** – MD Candidate, Researcher, Saint-Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech (9, Bronnitskaya str., St. Petersburg, 190013, Russia); phone: +7(812) 495-36-71, e-mail: sergeyln@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9770-7739>

Serafima B. Sugarova – MD Candidate, Head of the Department of Diagnostics and Rehabilitation of Hearing Disorders, of Saint Petersburg Research Institute for Ear, Throat, Nose and Speech (9, Bronnitskaya str., St. Petersburg, 190013, Russia); phone: +79052568920; e-mail: sima.sugarova@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0856-8680>

Sergei N. Il'in – MD Candidate, Head of the radiology, Saint-Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech (9, Bronnitskaya str., St. Petersburg, 190013, Russia); 8-812-317-98-67, e-mail: lor.ct.spb@rambler.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8026-1803>

Elena A. Levina – MD Candidate, Researcher, Saint-Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech (9, Bronnitskaya str., St. Petersburg, 190013, Russia); phone: +7(812)495-36-71, e-mail: xramoval@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0285-6526>

Ol'ga V. Nozdravatykh – radiologist higher category, Saint-Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech (9, Bronnitskaya str., St. Petersburg, 190013, Russia); phone: 8-812-316-08-26, e-mail: lor.ct.spb@rambler.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8286-2744>

Andrei S. Lilenko – MD Candidate, Researcher Officer, Saint-Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech (9, Bronnitskaya str., St. Petersburg, 190013, Russia); e-mail: aslilenko@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1641-506X>