

Лучевая диагностика при кохлеарной имплантации: современное состояние проблемы и перспективы развития (обзор литературы)

И. В. Иванова

ГБОУ ВПО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова» Минздрава России, кафедра лучевой диагностики

Diagnostic Radiology in Cochlea Implant Surgery: Current Trends and Future Development (Literature Review)

I. V. Ivanova

Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov, Ministry of Healthcare of Russia, Department of Radiology

Реферат

В статье обобщены имеющиеся в литературе сведения об использовании методов лучевой диагностики, составляющие значимую часть инструментального обследования пациентов с высокой степенью тугоухости и глухотой. Кохлеарная имплантация (КИ) – единственный эффективный метод восстановления слуховой функции у данной категории пациентов. В зависимости от цели обследования все лучевые исследования можно разделить на предоперационные, интраоперационные и послеоперационные методы визуализации. Анализ костно-деструктивных изменений височной кости, нарушения пневматизации полостей среднего уха, возможные варианты аномалий развития внутреннего уха являются неотъемлемой составляющей в предоперационном обследовании кандидатов для проведения КИ. В современной радиологии к методам первичной диагностики относятся мультисрезовая компьютерная томография (МСКТ) и магнитно-резонансная томография (МРТ). Новой методикой лучевого обследования в отечественной оториноларингологии является конусно-лучевая компьютерная томография (КЛКТ). С учетом низкой лучевой нагрузки и отсутствия артефактов от металлических электродов данный метод рекомендуется в качестве эталона на этапе интраоперационного контроля и в послеоперационном периоде. Актуальным в КИ является применение нейронавигации, основанной на использовании лучевых методов исследования. Разработка оптимизации тактики и эффективности лучевого обследования при КИ, в том числе их последовательность, сроки

* **Иванова Ирина Васильевна**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры лучевой диагностики ГБОУ ВПО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова» Минздрава России.

Адрес: 127206, г. Москва, ул. Вучетича, д. 9а.

Тел.: +7 (495) 611-01-77. Электронная почта: ivanovairina74@yandex.ru

Ivanova Irina Vasil'evna, Ph. D. Med., Associate Professor of Department of Radiology of Moscow State Medical University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokoimov, Ministry of Healthcare of Russia.

Address: Vucheticha ul., 9a, Moscow, 127206, Russia.

Phone number: +7 (495) 611-01-77. E-mail: ivanovairina74@yandex.ru

и алгоритм применения, представляет в настоящее время актуальную проблему, имеющую как научное, так и практическое значение.

Ключевые слова: мультисрезовая компьютерная томография (МСКТ), магнитно-резонансная томография (МРТ), конусно-лучевая компьютерная томография (КЛКТ), кохлеарная имплантация (КИ).

Abstract

In this article is summarized the literature evidence of radiology diagnostics in patients with high rate of hearing loss and profound deafness. Cochlear implantation (CI) is the only effective way to recover auditory function in this group of patients. According to the goal of radiology diagnostics, all methods can be performed at all surgery stages for pre-, intra- and postoperative diagnostics. The candidates for implant surgery should be analyzed for destruction of temporal bone, pneumatization disorders in the middle ear, and possible developmental anomalies in the inner ear. The first examination in nowadays radiology became multislice computed tomography (MSCT) and magnetic resonance tomography (MRI). The new method among otolaryngologists became cone-beam computed tomography (CBCT). Due to low dose exposure and by a very small metal artefact from metal electrodes the CBCT can be recommended as the standard method of diagnostics before and after cochlear implant surgery. The current interest is the neuronavigation in cochlear implant surgery, based on radiology imaging. Imaging procedures and algorithm of their application in cochlear implant surgery are an essential tool for pre-, intra- and postoperative diagnostics, which have an important practical and scientific value.

Key words: Multislice Computed Tomography (MSCT), Magnetic Resonance Imaging (MRI), Cone-Beam Computed Tomography (CBCT), Cochlear Implantology (CI).

Актуальность

Нарушения слуха и глухота являются одной из наиболее актуальных проблем современной оториноларингологии. В России заболеваемость органов слухового анализатора остается высокой и варьирует от 10 до 43,3 %. Согласно данным ВОЗ, в России насчитывается около 13 млн больных с нарушениями слуха, в том числе подростков и детей более 600 тысяч. В последние десятилетия появились принципиально новые методы хирургического восстановления слуховой функции, которые объединяют терминами «слухосохраняющие», «слухулучшающие операции», «функциональная хирургия уха», «реконструктивная хирургия уха», «кофохирургия». Тугоухость характеризуется рядом типичных аудиологических признаков, позволяющих провести дифференциальную диагностику между звукопроводящей

(кондуктивной), звуковоспринимающей (сенсоневральной) и смешанной ее формами. «Золотым стандартом» лечения лиц, страдающих сенсоневральной тугоухостью высокой степени и глухотой, является КИ, позволяющая повысить качество жизни данной категории пациентов. По данным отечественных и зарубежных источников большую часть всех имплантируемых в мире пациентов составляют дети [1, 8, 9, 19]. Как и в других областях клинической медицины, лучевые исследования при КИ призваны уменьшить количество диагностических ошибок, улучшить результаты хирургических мероприятий, уменьшить риск возможных осложнений.

Цель: анализ отечественной и зарубежной научной литературы, посвященной лучевому обследованию пациентов на различных этапах проведения КИ,

подтверждающих актуальность выбранной темы.

КИ является комплексом мероприятий и включает 3 основных этапа: отбор кандидатов для проведения КИ, оперативное вмешательство, слухоречевая реабилитация. В Российской Федерации действуют единые критерии отбора больных для КИ, утвержденные Министерством здравоохранения в 2000 г. Идея КИ заключается в переработке звукового сигнала в электрические импульсы с последующей стимуляцией слухового нерва через электроды, введенные в барабанную лестницу улитки [7].

Новым направлением в отечественной отиатрии является билатеральная КИ, к преимуществам которой относят способность локализации звука, лучшую разборчивость речи в шумной среде и при восприятии сложного лингвистического материала, облегчение процесса овладения языком и обучения. В настоящее время увеличение числа кандидатов на КИ обеспечивается за счет расширения показаний к проведению самой операции, аудиологического скрининга, начиная с периода новорожденности, информированности специалистов во всех регионах России [1, 8, 9].

Проведенный анализ отечественной и зарубежной литературы показывает, что хирургический этап КИ имеет низкий риск осложнений, общая частота которых не превышает 11,5 %, при этом практически в половине случаев осложнения связаны с дисфункцией импланта. По известным в литературе данным наносимая хирургическая травма в отношении мягких тканей и кости не оказывает существенного влияния на результат КИ, а стремление к уменьшению объема вмешательства может привести к неблагоприятному течению послеопера-

ционного периода, с развитием осложнений. Наиболее часто описываемыми «малыми» осложнениями КИ являются парез лицевого нерва, реакция на инородное тело, временное расстройство равновесия и изменение вкуса, невыраженная воспалительная реакция после операции. Большинство исследователей едины во мнении, что к осложнениям, требующим повторного оперативного вмешательства при КИ, необходимо отнести неправильное введение электрода, несостоятельность лоскутов, экструдию и смещение импланта, холестеатому, кровотечение, нарушение работы импланта [1, 10, 19].

В стадии активного изучения находится такое направление, как стволовая имплантация, являющаяся способом реабилитации лиц с неэффективным использованием КИ: тяжелые варианты дисгенезии улитки, аплазия слухового нерва, атрезия внутреннего слухового прохода, глухота аутоиммунного генеза и наступившая в результате слуховой нейропатии, двустороннее травматическое повреждение слухового нерва, а также в тех случаях, когда тотальная оссификация улитки при менингите и кохлеарном отосклерозе сопровождается дегенерацией спирального ганглия. В отличие от КИ, вживление матрицы электродов импланта происходит не в улитку, а непосредственно в слуховой анализатор ствола мозга [9].

Для оценки особенностей анатомического строения и патологических изменений височной кости в предоперационном периоде, интраоперационной диагностике и послеоперационном контроле результатов хирургического вмешательства используются различные методы лучевой диагностики [7, 10, 16, 19].

Длительное время для анализа состояния структур височной кости использовались классические рентгенологические методики и их модификации: боковая обзорная рентгенограмма черепа, передняя или задняя обзорная рентгенограмма черепа, рентгенограмма затылочной кости, косой снимок пирамиды по Шюллеру, поперечный снимок пирамиды по Стенверсу и продольный снимок пирамиды по Майеру. Однако трудности технического выполнения прицельных рентгенограмм, требующих строгого соблюдения правильности укладки, многообразие и особенность топографо-анатомического строения височной кости затрудняют исследование образований и структур, расположенных в различных плоскостях и имеющих различную плотность. Схожесть рентгенологической картины при различных патологических процессах, сложность интерпретации теней, особенно при многообразии анатомических вариантов строения височной кости, затрудняет, а иногда и искажает истинное их состояние [2, 3]. Тем не менее выполнение традиционных рентгенологических методик в послеоперационном периоде позволяет документировать установку импланта с целью последующего контроля за положением электрода [10].

В настоящее время одним из ведущих методов визуализации височной кости является рентгеновская компьютерная томография, имеющая явное преимущество перед традиционными рентгенологическими методами в оценке индивидуальных особенностей строения и структурных изменений височной кости. Появление МСКТ расширило возможности изучения анатомического расположения и ориентации струк-

тур височной кости за счет получения реконструированных изображений в 3 стандартных ортогональных плоскостях (аксиальной, корональной и сагиттальной), дополненных косыми реконструкциями, ориентированными в плоскости параллельной короткой и длинной оси пирамиды. В отечественной и зарубежной литературе убедительно доказано, что МСКТ позволяет детально изучить и оценить структуры височной кости: тип сосцевидного отростка и степень пневматизации его ячеек, костные стенки и полости среднего уха, оссикулярный аппарат, окна лабиринта, структуры внутреннего уха, канал лицевого нерва, ложе сигмовидного синуса, ямку луковичи яремной вены, канал внутренней сонной артерии как в норме, так и при патологических изменениях. Распространенной причиной постлингвальной нейросенсорной тугоухости является бактериальный менингит, сопровождающийся развитием оссифицирующего лабиринтита. Высокая диагностическая эффективность МСКТ при данном виде патологии позволяет оптимизировать способ хирургического подхода и варианта применения электрода [2, 3, 7, 10, 16, 19]. Вместе с тем МСКТ обладает ограниченными возможностями в оценке денситометрических показателей при анализе патологического компонента в структурах височной кости, в диагностике холестеатомы, а также опухолевом поражении. Получаемая информация лишь косвенно подтверждает наличие патологического процесса. Вследствие низкой диагностической специфичности в дифференциальной диагностике воспалительных изменений, холестеатомных масс, грануляционной и рубцовой ткани в полостях среднего уха значимость МСКТ в послеоперационном

контроле с целью получения достоверной информации невелика [6, 16].

Новым методом лучевой диагностики в оториноларингологии является КЛКТ, позволяющая неинвазивно и объективно оценивать анатомические структуры височной кости. В отечественной литературе имеются немногочисленные работы, посвященные использованию КЛКТ в отиатрии, а научных публикаций, отражающих роль КЛКТ при КИ, нет вовсе. Между тем в зарубежных клиниках КЛКТ является основным методом диагностики в послеоперационном контроле установки импланта. Вне зависимости от выбранного способа оперативного пособия критериями оценки хирургического этапа КИ являются правильное размещение активного электрода в тимпанальной лестнице, отсутствие его дислокации в лестницу преддверия, оптимально выбранная глубина и угол погружения электрода. Выбор в пользу КЛКТ определяется в первую очередь существенно более низкой лучевой нагрузкой на пациента по сравнению с МСКТ, без потери в качестве получаемых изображений и отсутствия значимых артефактов от инородных тел металлической плотности [4, 5, 10, 12, 13].

Несомненный интерес представляют работы по применению роботизированной техники, интегрированной с лучевыми методами исследования, позволяющими отохирургу планировать наиболее безопасную и эффективную траекторию оперативного доступа в режиме реального времени. Высокая точность в оценке канала лицевого нерва, барабанной струны, слуховых косточек, каналов улитки достигается применением высокоточной оптики, необходимого программного обеспечения и интраоперационного сканирования с использова-

нием КЛКТ [10, 11]. Однако, по мнению ряда авторов, КЛКТ обладает ограниченными возможностями в оценке кохлеарных размеров и не может быть использована для объективной оценки положения электрода. Значительно более высоким пространственным разрешением и точными измерениями обладает микроКТ, но из-за высокой получаемой эффективной дозы пациентом использование ее ограничено [17].

В качестве альтернативного метода лучевого исследования, не имеющего в настоящее время широкого клинического распространения, предлагается применение томосинтеза в послеоперационной оценке КИ. Авторы данных работ позиционируют томосинтез как метод с более высоким пространственным разрешением, позволяющим при использовании МР-режима проследить интракохлеарное положение электрода на всем протяжении, обеспечивающем четкое контрастное изображение костных лабиринтных структур, слуховых косточек, барабанной части канала лицевого нерва, а также уменьшение количества артефактов от металлических электродов по сравнению с МСКТ [14]. Следует отметить, что целесообразность использования томосинтеза при КИ требует дальнейшего изучения.

В последнее десятилетие центральное место в предоперационном обследовании кандидатов на проведение КИ занимает МРТ, являющаяся приоритетным методом в визуализации вестибулокохлеарного нерва и слухового анализатора в целом. Основными условиями для успешной установки импланта являются не только сохранение нормальной анатомической структуры височной кости, но и наличие связи внутреннего уха с головным мозгом посредством

слухового нерва, при этом функция нерва также должна быть сохранена на всем протяжении. Именно патология развития органа слуха составляет 50 % от общего числа аномалий лорорганов. Мальформации внутреннего уха встречаются у 20 % пациентов с врожденной сенсоневральной тугоухостью, а аномалии развития улитки составляют 76 % от всех аномалий внутреннего уха. Врожденные пороки развития внутреннего уха классифицируются на 3 группы с учетом целесообразности проведения КИ: грубые пороки развития, составляющие абсолютные противопоказания к проведению операции, дефекты развития, способствующие повышенному риску осложнений, и малые аномалии [10, 15, 16, 18, 19]. Особенности анатомо-топографических взаимоотношений среднего и внутреннего уха обуславливают возможность проникновения инфекции в лабиринт при различных воспалительных заболеваниях среднего уха. МРТ превосходит МСКТ в оценке наличия или отсутствия фиброзных изменений в улитке при лабиринтите и имеет решающее значение в предоперационной оценке у пациентов с сенсоневральной тугоухостью после перенесенного менингита. Кроме того, показана высокая эффективность МРТ в диагностике рецидивирующей и резидуальной холестеатомы, а также ретрокохлеарной патологии [6, 15, 16]. Выполнение КИ у данной категории пациентов приведет к необходимому клиническому эффекту только в том случае, если будет получена полноценная информация о причинах утраты слуха.

Современные возможности МРТ в визуализации вестибулокохлеарного нерва, проведение методики воксельной морфометрии (VBM — voxel-based

morphometry), функциональная магнитно-резонансная томография (фМРТ) с аудиологической стимуляцией позволяют объективно и всесторонне оценить не только анатомические различия всех структур и степень активности коры головного мозга, но и способствуют расширению наших представлений о физиологии слуховой системы [9, 15, 16, 18].

Заключение

Подводя итоги, можно отметить, что КИ открывает новые возможности для слабослышащих людей, обеспечивая полноценную социальную адаптацию. Изменение демографической ситуации приводит к расширению показаний по выполнению КИ, в том числе лицам пожилого возраста с высокой степенью операционного риска. С учетом избирательного характера хирургического вмешательства при КИ, при котором предполагается, что имплант будет служить всю жизнь пациенту, необходимо стремиться не только к сокращению частоты возможных осложнений, но и к снижению неэффективного его использования. Лучевые исследования в КИ являются необходимыми и взаимодополняющими методами визуализации структур височной кости, определяющими показания и противопоказания к проведению оперативного вмешательства. Каждый из методов совершенствуется и позволяет достигать все более достоверных результатов. Развитие отечественной отохирургии диктует необходимость единого подхода в использовании лучевых методов диагностики с учетом диагностической точности и получаемой лучевой нагрузкой на разных этапах КИ. Вместе с тем данные вопросы в отечественной литературе до настоящего времени изучены недостаточно.

Список литературы

1. *Богомильский М. Р., Иваничкин С. А.* Слухулучшающие операции у детей: современное состояние проблемы. Ч. II. Оссикулопластика, стапедопластика, шунтирование барабанной полости, кохлеарная имплантация // Вестн. оториноларингологии. 2012. № 6. С. 109–113.
2. *Бодрова И. В.* Компьютерная томография (МСКТ) в диагностике заболеваний наружного и среднего уха: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2008. 24 с.
3. *Брызгалова С. В.* Возможности рентгеновской компьютерной томографии в изучении строения височной кости и повышении эффективности диагностики воспалительных заболеваний среднего уха: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. СПб., 2009. 22 с.
4. *Васильев А. Ю., Блинов Н. Н. (мл.), Егорова Е. А., Макарова Д. В., Дутова М. О.* Возможности конусно-лучевой компьютерной томографии в оценке состояния костей и суставов кисти // Радиология – практика. 2012. № 6. С. 54–61.
5. *Зубарева А. А., Чибисова М. А., Дударев А. Л., Шавгулидзе М. А.* Возможности цифровой объемной томографии в оториноларингологии // Лучевая диагностика и терапия. 2011. № 4 (2). С. 105–118.
6. *Косяков В. В., Лазебный В. В., Коршок Е. В., Коршок В. В., Пчеленок Е. В.* МРТ в предоперационном обследовании и послеоперационном контроле при хроническом среднем отите с холестеатомой // Вестн. оториноларингологии. 2012. № 5. С. 14–19.
7. *Кузовков В. Е.* Современные хирургические подходы к проведению кохлеарной имплантации: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. СПб., 2011. 48 с.
8. *Староха А. В., Балакина А. В., Литвак М. М., Книпенберг А. Э., Щербик Н. В., Дружинин А. И.* Особенности кохлеарной имплантации у пожилых пациентов // Бюл. сиб. медицины. 2014. Т. 13. № 1. С. 122–128.
9. *Янов Ю. К., Левинина М. В., Пудов В. И.* Стволовая слуховая имплантация, перспективы развития // Кохлеарная имплантация как метод реабилитации инвалидов по слуху: Тез. докл. СПб., 2010. С. 79, 80.
10. *Aschendorff A.* Imaging in cochlear implant patients / *GMS Curr. Top. Otorhinolaryngol. Head Neck Surg.* 2011. V. 10. Doc07.URN: urn:nbn:de: 0183-cto0000807.
11. *Bell B., Gerber N., Williamson T., Gavaghan K., Weber S., Caversaccio M.* Minimally invasive robotic cochlear implantation surgery // 13th International Conference on Cochlear Implants and Other Implantable Auditory Technologies: Book of Abstracts. Munich, Germany, 2014. P. 138.
12. *Cakli H., Cingi C., Ay Y., Oghan F., Ozer T., Kaya E.* Use of cone beam computed tomography in otolaryngologic treatments // *Eur. Arch. Otorhinolaryngol.* 2012. V. 269. № 3. P. 711–720.
13. *Cavalcanti M. G.* Cone beam computed tomographic imaging: perspective, challenges, and the impact of near-trend future applications // *J. Craniofac. Surg.* 2012. V. 23. № 1. P. 279–282.
14. *Hirano H.* Usage experience in the otolaryngological field (cochlear implants) // *Innervision.* 2013. V. 28. № 12. P. 1–3. URL: <http://www.shimadzu.com/products/medical/oh80jt0000001x8u-att/5iqj1d000001xz1z.pdf>.
15. *Jae Ho Oh, Jae Ho Chung, Hyun Jung Min, Seok Hyun Cho, Chul Won Park, Seung Hwan Lee.* Application of 3D-FIESTA

- Image in Patients with Unilateral Inner Ear Symptom // *Kor. J. of Audiol.* 2013. V. 17. № 3. P. 111–117.
16. *Joshi V. M., Navlekar Sh. K., Kishore G. R., Reddy K. J., Kumar E. C. V.* CT and MR Imaging of the Inner Ear and Brain in Children with Congenital Sensorineural Hearing Loss // *RG.* 2012. V. 32. № 3. P. 683–696.
 17. *Nateghifard K., Kuthubutheen J., Daly M., Chan H., Lin V.* Cone beam CT vs micro CT of the temporal bone to determine cochlear size measurements for electrode choice in cochlear implantation surgery // 13th International Conference on Cochlear Implants and Other Implantable Auditory Technologies: Book of Abstracts. Munich, Germany, 2014. P. 720.
 18. *Van Loon M. C., Hensen E. F., de Foer B., Smit C. F., Witte B., Merkus P.* Magnetic Resonance Imaging in the Evaluation of Patients With Sensorineural Hearing Loss Caused by Meningitis: Implications for Cochlear Implantation // *Otol. Neurotol.* 2013. V. 34. № 5. P. 845 – 854.
 19. *Witte R. J., Lane J. I., Driscoll C. L. W., Lundy L. B., Bernstein M. A., Kotsenas A. L., Kocharian A.* Pediatric and Adult Cochlear Implantation // *RG.* 2003. V. 23. № 5. P. 1185–1200.
 3. *Bryzgalova S. V.* Possibility of X-ray computed tomography to study the structure of the temporal bone and increase the efficiency of diagnosis of inflammatory diseases of the middle ear: Extended abstract of Ph. D. dissertation. St. Petersburg, 2009. 22 p. (in Russian).
 4. *Vasil'ev A. Yu., Blinov N. N. (Jr.), Egorova E. A., Makarova D. V., Dutova M. O.* Opportunities of cone-beam computed tomography in the assessment of condition of bones and joints of wrist. *Radio-logija – Praktika.* 2012. N. 6. P. 54–61 (in Russian).
 5. *Zubareva A. A., Chibisova M. A., Dudarev A. L., Shavgulidze M. A.* The possibilities of digital 3D tomography in otorhinolaryngology. *Luchevaya diagnostika i terapiya.* 2011. No. 4 (2). P. 105–118 (in Russian).
 6. *Kosyakov V. V., Lazebny V. V., Korshok E. V., Korshok V. V., Pchelenok E. V.* The role of MRI in the preoperative examination and postoperative follow up of the patients presenting with a combination of chronic otitis media and cholesteatoma. *M.: Vestnik otorinolaringologii.* 2012. No. 5. P. 14–19 (in Russian).
 7. *Kuzovkov V. E.* Modern surgical approaches for cochlear implantation: Extended abstract of Ph. D. dissertation. St. Petersburg, 2011. 48 p. (in Russian).
 8. *Starokha A. V., Balakina A. V., Litvak M. M., Knipenberg A. E., Shcherbik N. V., Druzhinin A. I.* Cochlear implantation prevalence in elderly. *Bulletin of Siberian Medicine.* 2014. V. 13. No. 1. P. 122–128 (in Russian).
 9. *Yanov Yu. K., Levinina M. V., Pudov V. I.* Abstracts of Papers, Kokhlearnaya implantatsiya kak metod reabilitatsii invalidov po slukhu. Proceedings of the Conference. St. Petersburg, 2010. P. 79, 80 (in Russian).

References

1. *Bogomil'skiy M. R., Ivanichkin S. A.* Surgical operations for the improvement of hearing in the children: the current state of the problem. P. II. Ossiculoplasty, stapedoplasty, shunting of the tympanic cavity, cochlear implantation. *Vestnik otorinolaringologii.* 2012. No. 6. P. 109–113 (in Russian).
2. *Bodrova I. V.* Computed tomography (MSCT) in the diagnosis of diseases of the outer and middle ear: Extended abstract of Ph. D. dissertation. Moscow, 2008. 24 p. (in Russian).

10. *Aschendorff A.* Imaging in cochlear implant patients. *GMS Curr. Top. Otorhinolaryngol. Head Neck Surg.* 2011. V. 10. Doc07.URN: urn:nbn:de: 0183-cto0000807.
11. *Bell B., Gerber N., Williamson T., Gavaghan K., Weber S., Caversaccio M.* Minimally invasive robotic cochlear implantation surgery. *Proceedings of the 13th International Conference on Cochlear Implants and Other Implantable Auditory Technologies: Book of Abstracts.* Munich, Germany, 2014. P. 138.
12. *Cakli H., Cingi C., Ay Y., Oghan F., Ozer T., Kaya E.* Use of cone beam computed tomography in otolaryngologic treatments. *Eur. Arch. Otorhinolaryngol.* 2012. V. 269. No. 3. P. 711–720.
13. *Cavalcanti M. G.* Cone beam computed tomographic imaging: perspective, challenges, and the impact of near-trend future applications. *J. Craniofac. Surg.* 2012. V. 23. No. 1. P. 279–282.
14. *Hirano H.* Usage experience in the otolaryngological field (cochlear implants). *Innervision.* 2013. V. 28. No. 12. P. 1–3. URL: <http://www.shimadzu.com/products/medical/oh80jt0000001x8u-att/5iqj1d000001xz1z.pdf>.
15. *Jae Ho Oh, Jae Ho Chung, Hyun Jung Min, Seok Hyun Cho, Chul Won Park, Seung Hwan Lee.* Clinical Application of 3D-FIESTA Image in Patients with Unilateral Inner Ear Symptom. *Korean Journal Audiology.* 2013. V. 17. No. 3. P. 111–117.
16. *Joshi V. M., Navlekar Sh. K., Kishore G. R., Reddy K. J., Kumar E. C. V.* CT and MR Imaging of the Inner Ear and Brain in Children with Congenital Sensorineural Hearing Loss. *RG.* 2012. V. 32. No. 3. P. 683–696.
17. *Nateghifard K., Kuthubutheen J., Daly M., Chan H., Lin V.* Cone beam CT vs micro CT of the temporal bone to determine cochlear size measurements for electrode choice in cochlear implantation surgery. *Proceedings of the 13th International Conference on Cochlear Implants and Other Implantable Auditory Technologies: Book of Abstracts.* Munich, Germany, 2014. P. 720.
18. *Van Loon M. C., Hensen E. F., de Foer B., Smit C. F., Witte B., Merkus P.* Magnetic Resonance Imaging in the Evaluation of Patients With Sensorineural Hearing Loss Caused by Meningitis: Implications for Cochlear Implantation. *Otol. Neurotol.* 2013. V. 34. No. 5. P. 845–854.
19. *Witte R. J., Lane J. I., Driscoll C. L. W., Lundy L. B., Bernstein M. A., Kotsenas A. L., Kocharian A.* Pediatric and Adult Cochlear Implantation. *RG.* 2003. V. 23. No. 5. P. 1185–1200.

Сведения об авторе

Иванова Ирина Васильевна, кандидат медицинских наук, доцент кафедры лучевой диагностики ГБОУ ВПО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова» Минздрава России.
Адрес: 127206, г. Москва, ул. Вучетича, д. 9а.
Тел.: +7 (495) 611-01-77. Электронная почта: ivanovairina74@yandex.ru

Ivanova Irina Vasil'evna, Ph. D. Med., Associate Professor of Department of Radiology of Moscow State Medical University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokoimov, Ministry of Healthcare of Russia.
Address: Vucheticha ul., 9a, Moscow, 127206, Russia.
Phone number: +7 (495) 611-01-77. E-mail: ivanovairina74@yandex.ru

Автор заявляет, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов.