

# Функциональная мультиспиральная компьютерная томография структур среднего уха пациентов после стапедопластики

Е.Н. Латышева<sup>1</sup>, А.С. Лопатин<sup>1</sup>, Ю.Ю. Русецкий<sup>1</sup>, И.В. Бодрова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Кафедра болезней уха, горла и носа Первого Московского государственного медицинского университета им. И.М. Сеченова, <sup>2</sup>кафедра лучевой диагностики и терапии Первого Московского государственного медицинского университета им. И.М. Сеченова

С помощью новой методики функциональной мультиспиральной компьютерной томографии (фМСКТ) авторы обследовали 30 пациентов после стапедопластики. фМСКТ позволяет объективно и неинвазивно оценить состояние протеза стремени, выявить причины неэффективности хирургического лечения и определить показания для повторных операций. В результате исследования выявлено, что более выраженное уменьшение костно-воздушного интервала наблюдается при увеличении амплитуды движения протеза, а статистическая связь между глубиной захождения протеза в преддверие и угнетением костной проводимости отсутствует.

**Ключевые слова:** протез стремени, отосклероз, стапедопластика, функциональная мультиспиральная компьютерная томография.

The authors have investigated 30 patients after stapedoplasty with a new technique of functional multispiral computerized tomography (FMCT). The FMCT technique allows to objectively and non-invasively assess the state of stapes prosthesis, to reveal causes of ineffective surgical treatment and to define indications for repeated surgeries. The examination performed has revealed that if the amplitude of prosthesis movement gets increased, one can see a more marked decrease of bone-air interval; no statistical correlation between the depth of prosthesis entering the vestibule and the depression of bone conductivity was revealed.

**Key words:** stapes prosthesis, otosclerosis, stapedoplasty, functional multispiral computerized tomography.

Отосклероз имеет большое социальное значение, так как развивается обычно в молодом и среднем возрасте, а наиболее высокий уровень заболеваемости приходится на 25–36 лет [2]. Среди ЛОР-патологии отосклероз как причина нарушения слуха, по данным разных авторов, отмечен в 0,22–2,6% случаев [6, 9]. Гистологическая распространенность отосклероза составляет 3–12% популяции [15]. Клинически же заболевание проявляется у 0,19–10% [7, 8].

Основным способом коррекции слуха при отосклерозе является стапедопластика. История операции началась в конце XIX века. Современная поршневая стапедопластика заключается в создании отверстия в подножной пластине стремени и установке протеза стремени. Для большей эффективности предложены различные модификации протезов стремени, на этапах используют бор и лазер [10].

В настоящее время большинство отохирургов для оценки результатов операции на стремени пользуются определением величины костно-воздушного интервала (КВИ), остающегося после операции [3, 5]. Этот метод оценки дает возможность получить определенные представления об успешной реализации «улиткового резерва». Функциональная эффективность оценивается как отличная, если остаточный КВИ после операции для частот 0,125–2 кГц находится в пределах 10 дБ, как хорошая – 11–20 дБ, удовлетворительная – выше 20 дБ [4].

Сокращение КВИ до 10 дБ при стапедопластике находится в диапазоне от 56 до 94% [10]. У 5–15%

пациентов выявляется постепенное ухудшение проводимости звука [13, 16]. Даже при небольшом проценте неудач при таком количестве пациентов существует большая группа кандидатов для реоперации. Успех ревизионных операций ниже первичных (закрытие КВИ до 10 дБ в 52% и менее), а частота значимой нейросенсорной тугоухости варьирует от 3 до 20%, из них в 14% случаев отмечается серьезное снижение слуха.

Среди причин неэффективности операции разные авторы выделяют смещение протеза стремени, эрозию наковальни, фиброз овального окна, образование новой кости, слишком короткий или длинный протез, остатки подножной пластины, дислокацию наковальни, фиксацию молоточка/наковальни, опущенные фрагменты подножной пластины, репаративную гранулему, перилимфатическую фистулу [10–13].

Показанием для ревизионной операции являются следующие симптомы: резкое или постепенное усиление глухоты среднего или внутреннего уха, постоянное или временное головокружение, резкий сильный шум в ухе [13]. Наличие хотя бы одного из упомянутых выше симптомов показывает, что вновь приобретенное звукопроводение больше не является достаточным. Однако симптомы не определяют причины нарушения.

Поэтому в последние годы уделяется большое внимание методам визуализации протеза стремени, для чего в разное время были предприняты попытки использования компьютерной томографии (КТ) [5, 17, 20]. Опубликованы результаты ряда исследований, свидетельствующие об информативности

данных КТ при изучении состояния протеза [1, 14, 18, 19]. Так, F.M. Warren и соавт. провели исследование 8 трупных височных костей [18]. Ученые сравнили параметры протеза стремени, полученные с помощью КТ и путем непосредственного измерения. Результаты исследования показали, что глубина расположения в преддверии протеза из флюоропласта по данным КТ занижена в среднем на 0,5 мм по сравнению с результатами измерения височной кости, в то время как для металлических протезов этот показатель, наоборот, завышен на 0,5 мм. Таким образом, было показано, что при оценке протеза стремени по данным КТ необходимо учитывать, из какого материала сделан протез. Исследование проводилось на трупном материале, что не позволяет оценить функциональное состояние протеза стремени, сопоставить полученные данные и клинический результат протезирования стремени.

В основу работы С. Rössli и соавт. положено изучение данных КТ височной кости у пациентов после неэффективной стапедопластики [15]. В исследовании включено 37 компьютерных томограмм. Авторы оценивали глубину расположения протеза в преддверии, угол между протезом и подножной пластиной стремени, расположение протеза в нише овального окна, визуализацию протеза, наличие дегисценций верхнего полукружного канала, распространенность очага отоспонгиоза. Учеными не выявлено значимой корреляции между данными КТ и аудиометрии, за исключением данных пациентов с кохлеарным отосклерозом или боковой дислокацией протеза. По результатам исследования с помощью КТ можно диагностировать такие причины неэффективности стапедопластики, как смещение протеза стремени, а также более редкие причины, такие как дегисценции верхнего полукружного канала. Однако корреляция между данными КТ и аудиометрии определена только в нескольких случаях. КТ позволяет получить дополнительную информацию для подготовки к повторной операции и снизить интраоперационный риск.

В работе N. Yehudai и соавт. проведен проспективный анализ данных КТ 16 пациентов, которым была выполнена стапедопластика [19]. Пациентам проводили высокоразрешающую КТ через 1 нед после операции и КТ и аудиологическое обследование в течение первого года после операции. Ученые оценивали действительную и относительную глубину расположения протеза в преддверии, корреляцию между относительной глубиной расположения протеза стремени в преддверии и послеоперационными пороговыми слуха или послеоперационными осложнениями (длительное головокружение или нейросенсорная тугоухость). Действительная глубина расположения протеза в преддверии составила  $2,39 \pm 0,42$  мм, глубина расположения протеза относительно глубины преддверия –  $52 \pm 9,74\%$ . Не выявлено корреляции между большей глубиной расположения протеза стремени

в преддверии и ухудшением слуха и, наоборот, выявлена связь между глубиной расположения протеза и улучшением слуха на некоторых частотах.

В то же время в этих работах проводилось определение статических параметров, хотя большее клиническое значение имеет оценка функции протеза стремени.

С появлением компьютерных томографов, позволяющих получать динамическое изображение подвижных органов, появилось понятие «функциональная мультиспиральная компьютерная томография» (фМСКТ). Методика дает сведения не только о пространственных характеристиках органа, но и его временных изменениях. фМСКТ уже применяется при исследовании сердца, сосудов, суставов, глаза. Наличие подвижных структур среднего уха обуславливает возможность применения данной методики в оториноларингологии. Впервые методика динамического обследования структур среднего уха предложена И.В. Бодровой и Фоминых. Согласно данной методике, следует проводить исследование височной кости с объемным сканированием с толщиной среза 0,5 мм и интервалом 0,25 мм в аксиальной проекции, одновременно воздействуя воздухом с помощью баллона Политцера на барабанную перепонку с интервалом 1 с в течение 10 с. По результатам исследования определяли объем движения слуховых косточек и связочного аппарата барабанной полости [1]. Данный способ позволяет получить некоторую общую информацию о подвижности звукопроводящих структур, однако рекомендуемый авторами раздражитель не является адекватным для органа слуха и при использовании его после операции на стремени возникает риск травмы внутреннего уха, использовать полученные данные в клинической практике некорректно.

Целью настоящего исследования явилось изучение протеза стремени с помощью фМСКТ при раздражении звукопроводящей системы адекватным раздражителем – звуком.

#### Материалы и методы

На базе кафедры болезней уха, горла и носа, а также кафедры лучевой диагностики и терапии Первого МГМУ им. И.М. Сеченова в период с ноября 2010 г. по июль 2011 г. нами обследовано 30 пациентов с отосклерозом (21 женщина и 9 мужчин), которым была выполнена стапедопластика в различных клиниках РФ. Средний возраст пациентов составил 43 года (от 27 до 59 лет). Сроки выполнения диагностических процедур находились в диапазоне от 10 сут до 11 лет после стапедопластики. Всем оперированным была проведена тональная пороговая аудиометрия, по данным которой мы определяли КВИ и пороги по костной проводимости после операции. При сохранении КВИ более 30 дБ стапедопластика считалась неэффективной.

Также всем обследуемым была выполнена фМСКТ. Нами впервые была разработана методика фМСКТ структур среднего уха в режиме динамического сканирования с одновременным воздействием на звукопроводящую систему уха звуковым сигналом. Исследование проводили на мультиспиральном компьютерном томографе Aquilion ONE «Toshiba» по программе костной реконструкции в динамическом режиме с толщиной среза 0,5 мм, поле исследования составляло около 4 см, напряжение – 120 кВ, сила тока – 300 мА. Во время проведения томографии в мануальном режиме с помощью импедансного аудиометра (Impedance Audiometer AT235h, Interacoustics, Дания) осуществляли прерывистую подачу в исследуемое ухо зондирующего звукового сигнала тестовой частотой 1000 Гц и интенсивностью, превышающей порог восприятия на 20 дБ. Получены данные фМСКТ 34 височных костей.

В ходе последующего анализа оценивали подвижность молоточко-наковаленного сочленения, амплитуду движения протеза стремени, его максимальную абсолютную глубину захождения в преддверие, состояние петли протеза на длинном отростке наковальни.

фМСКТ-картина была сопоставлена с результатами аудиологического обследования и протоколом операции.

В завершение была рассчитана статистическая вероятность связи между данными аудиометрии и фМСКТ с использованием коэффициента ранговой корреляции Спирмена.

**Результаты и обсуждение**

Средняя величина КВИ на частоте 1000 Гц в нашей группе наблюдений составляла  $12,0 \pm 11,5$  дБ, а пороги по костной проводимости на частоте 1000 Гц после операции изменялись от 0 до 50 дБ (табл. 1). Хирургическое лечение оказалось неэффективным у 8 пациентов: в 5 (14,7%) наблюдениях сохранился КВИ более 30 дБ и в 3 (8,8%) – пороги звуковосприятия повысились более чем на 30 дБ.

В 100% случаев выявлена подвижность в молоточко-наковальневом сочленении. Амплитуда движения протеза стремени находилась в диапазоне от 0 до 0,6 мм ( $0,23 \pm 0,14$  мм) (см. рисунок).

Абсолютное максимальное захождение протеза стремени в преддверие составило  $0,77 \pm 0,48$  мм. По данным фМСКТ в группе прооперированных пам-

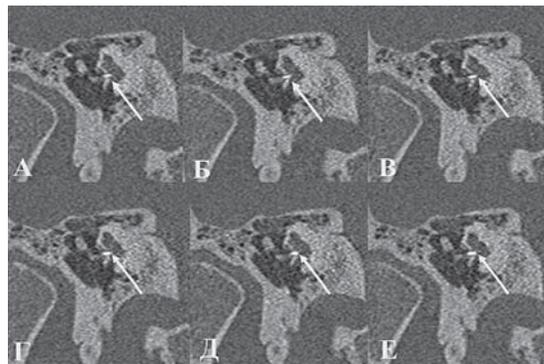


Рисунок. фМСКТ (А-Е – серия изображений в динамическом режиме) правой височной кости пациента А., 30 лет. Аксиальная проекция. Состояние после стапедопластики. Видна амплитуда движений протеза.

Таблица 2

Взаимосвязь КВИ и амплитуды движения протеза стремени согласно фМСКТ у прооперированных пациентов (n=34)

	Группа		
	1-я (n=12)	2-я (n=17)	3-я (n=5)
КВИ, дБ	<10	10-29	≥30
Средняя амплитуда движения протеза, мм	$0,33 \pm 0,12$	$0,23 \pm 0,09^*$	$0 \pm 0^*$

\*-  $p < 0,02$ .

циентов в 3 (8,8%) наблюдениях выявлены ослабление петли протеза стремени, смещение ее с длинного отростка наковальни и неподвижность протеза.

Зависимость результатов аудиометрии от амплитуды движения протеза стремени представлена в табл. 2.

Выявлены статистически значимые различия значений КВИ между группами пациентов с различной амплитудой движения протеза. Кроме того, расчет коэффициента ранговой корреляции Спирмена показал, что существует обратная статистически значимая связь между амплитудой движения протеза стремени и значением КВИ ( $r_s = -0,74, p = 0$ ).

Затем мы определили взаимосвязь изменения звуковосприятия после стапедопластики и глубиной расположения протеза в преддверии (табл. 3).

Статистических различий между группами не выявлено. При расчете коэффициента ранговой корреляции Спирмена также не обнаружено достоверной связи между порогами костной проводимости и глубиной расположения протеза стремени в преддверии ( $r_s = 0,35, p < 0,05$ ).

Таблица 1

Результаты пороговой тональной аудиометрии у пациентов, прооперированных по поводу отосклероза (n=34)

	Средний КВИ, дБ			Пороги по костной проводимости, дБ				
	10	≥10<30	≥30	снижение	повышение до 10	повышение на 10-19	повышение на 20-30	повышение более 30
Количество наблюдений	12	17	5	5	15	5	6	3

Соотношение изменений звуковосприятия и глубины расположения протеза стремени в преддверии по данным фМСКТ у пациентов, прооперированных по поводу отосклероза ( $n=34$ )

Количество наблюдений	5	15	5	6	3
Изменение порога костной проводимости, дБ	Снижение	Повышение до 10	Повышение на 10-19	Повышение на 20-30	Повышение более 30
Средняя глубина расположения протеза, мм	0,68±0,37	0,67±0,39	0,98±0,56	0,75±0,41	1,3±0,89

Отдельно были проанализированы данные фМСКТ у пациентов после неэффективной операции (сохранение КВИ более 30 дБ и повышение порогов звуковосприятия более 30 дБ).

У всех 5 (100%) пациентов с большим КВИ выявлена неподвижность протеза стремени. Причинами этого были смещение протеза к задненижней стенке ниши преддверия (20%), ослабление петли и смещение протеза с длинного отростка наковальни (60%), наличие костных отломков и рубцов в нише окна преддверия (20%), некроз длинного отростка наковальни (20%). В 1 наблюдении выявлено сочетание двух причин: ослабление петли и смещение протеза к задненижней стенке ниши преддверия.

Из 3 (8,7%) пациентов с послеоперационным угнетением звуковосприятия в 1 (2,9%) наблюдении протез стремени располагался в преддверии на глубине 2,3 мм, в 1 (2,9%) наблюдении в преддверии выявлен костный отломок и еще в 1 (2,9%) наблюдении не выявлено каких-либо изменений.

Пяти пациентам была выполнена повторная операция. Следует отметить, что данные фМСКТ интраоперационно подтвердились в 80% случаев, что свидетельствует о высокой информативности метода и необходимости дальнейших исследований.

### Выводы

1. МСКТ позволяет неинвазивно, объективно и наглядно оценить состояние протеза стремени, выявить причины неэффективности стапедопластики и определить показания для реоперации.

2. Согласно данным фМСКТ амплитуда движения протеза достоверно влияет на величину КВИ – более выраженное уменьшение КВИ наблюдается при увеличении амплитуды движения протеза ( $p<0,05$  при сравнении средних величин по группе;  $rs= -0,74$ ,  $p=0$  при расчете корреляции).

3. Статистическая связь между глубиной захождения протеза в преддверие и угнетением костной проводимости отсутствует ( $p>0,05$  при сравнении средних величин по группе;  $rs=0,35$ ,  $p<0,05$  при расчете корреляции).

4. Основными причинами неудовлетворительных результатов стапедопластики по данным фМСКТ являются смещение протеза к задненижней стенке ниши преддверия, ослабление петли и смещение протеза с длинного отростка наковальни,

наличие костных отломков и рубцов в нише окна преддверия, некроз длинного отростка наковальни.

### Литература

1. Бодрова И.В., Русецкий Ю.Ю., Кулакова Л.А., Лопатин А.С. Первые результаты функциональной мультиспиральной компьютерной томографии (фМСКТ) звукопроводящих структур среднего уха // Кубанский научный медицинский вестник. – 2010. – №5 (120). – С. 21-26.
2. Еловигов А.М., Подлужная М.Я. Медико-демографическая характеристика больных отосклерозом в Пермском крае // Российская оториноларингология - 2010. – № 3. – С. 73-78.
3. Косяков С.Я., Пахилина Е.В., Федосеев В.И. Стапедопластика: одна технология, два типа протеза // Вестник оториноларингологии - 2008. – №1. – С. 42-46.
4. Косяков С.Я. Избранные вопросы практической отоларингологии. – М. МЦФЭР, 2012. – 224 с.
5. Кузнецов С.В., Апяткина В.М. Компьютерная томография в диагностике, заболеваний среднего уха и височной кости // Журнал ушных, носовых и горловых болезней – 1987. – № 5. – С. 51-54.
6. Петушков Е.В., Решетников И.Н. Опыт хирургического лечения больных отосклерозом // Тезисы XVII съезда оториноларингологов России. – Н.Новгород, 2006 г. – С. 133-134.
7. Солдатов И.Б., Стегунина Л.И., Храппо Н.С., Миркина А.Е. Функциональная диагностика и вопросы современной хирургии отосклероза. – М.: Медицина, 1974. – 220с.
8. Behrbohm H., Kaschke O., Nawka T., Swift A. Ear, nose, and throat diseases with head and neck surgery. – New York: Thieme Stuttgart. – 2009. – 461 p.
9. Ben Arab S., Besbes G., Hachicha S. Otosclerosis in populations living in northern Tunisia: epidemiology and etiology // Ann Otolaryngol Chir Cervicofac. – 2001. – 118. – 19-25.
10. Brackmann D.E., Shelton C., Arriaga M.A. Otolgic surgery. – Philadelphia: Saunders elsevier. – 2009. – 831 p.
11. Ozüer M.Z., Olgun L., Gültekin G. Revision Stapes surgery // Otolaryngol Head Neck Surg. – 2012. – 146. – 109-113.
12. Salomone R., Riskalla P.E., Vicente Ade O. Pediatric otosclerosis: case report and literature review // Brazilian journal of otorhinolaryngology. – 2008. – Vol. 74. – P. 303-306.
13. Pexuddu R., Ledde G.P., Pelagatti C.L. Revision stapes surgery for recurrent transmissional hearing loss after stapedectomy and stapedotomyfor otosclerosis // Acta Otorhinolaryngology Italy. – 2005. – 25. – 347-352.

14. Plester D., Hildmann H., Steinbach E. *Atlas der Ohrchirurgie* – Stuttgart: Kohlhammer, 1989. – 174 s.

15. Rössli C., Hoffmann A., Treumann T., Linder T.E. *Significance of computed tomography evaluation before revision stapes surgery // HNO.* – 2008. – 56. – 859-900.

16. Thiel G., Miils R. *Persistent and recurrent conductive deafness following stapedotomy // J Laryngol Otol.* – 2011. – 125. – 460-466.

17. Valvassori G.E., Buckingham R.A. *Radiology of the temporal bone. – Radiology of the ear, nose and throat. – Stuttgart: Thieme, 1992. – P.9-33.*

18. Warren F.M., Riggs S., Wiggins R.H. *3rd. Computed tomographic imaging of stapes implants // Otology and Neurotology.* – 2008. – 29. – 586-592.

19. Yehudai N., Masoud S., Most T., Luntz M. *Depth of stapes prosthesis in the vestibule: baseline values and correlation with stapedectomy outcome // ACTA otorhinolaryngologica.* – 2010. – 130. – 904-908.

20. Zonneveld F.W. *Computed tomography of the temporal bone and orbit. – Munich – Wien – Baltimor: Urban and Schwarzenberg, 1987. – P.183.*

## Сравнительная оценка диагностических возможностей отоскопии, отомикроскопии, отоэндоскопии у пациентов с хроническими заболеваниями среднего уха

Н. Ф. Дементьева, А. А. Шиленков

ГБУЗ «Областная клиническая больница», Ярославль

Целью настоящей работы явилось сравнение эффективности отоскопии с применением налобного осветителя, отомикроскопии, отоэндоскопии с оптикой 0 и 30°, используемых для выявления или исключения таких признаков, как перфорация, ретракция барабанной перепонки, холестеатома, деструкция оссиклярного аппарата, а также тимпаносклероз. Под наблюдением находилось 83 пациента в возрасте от 16 до 72 лет (средний возраст 43,5 года), из них 46 женщин и 37 мужчин. Для оценки эффективности указанных методов применяли непараметрические методы статистического анализа. Анализ результатов проведенного исследования позволил сделать следующие выводы: при выявлении таких признаков, как перфорация и ретракция барабанной перепонки, достаточным является использование отомикроскопии и отоэндоскопии с оптикой 0°; при определении холестеатомы и оссиклярной деструкции предпочтительнее применять боковую оптику; для обнаружения тимпаносклероза одинаковой информативностью обладают отомикроскопия и отоэндоскопия с оптикой 0 и 30°.

**Ключевые слова:** отоскопия, отомикроскопия, отоэндоскопия, перфорация барабанной перепонки, ретракция барабанной перепонки, холестеатома, деструкция оссиклярного аппарата, тимпаносклероз.

The aim of the present work was to compare the effectiveness of otoscopy with headlight, otomicroscopy, otoendoscopy with 0 and 30° optics so as to confirm the presence or absence of such pathologies as perforation, retraction of the tympanic membrane, cholesteatoma, destruction of the ossicular apparatus and tympanosclerosis. In the present study there were 83 patients aged 16-72 (average age 43.5); among them 46 females and 37 males. So as to assess the effectiveness of the applied techniques the authors used nonparametric methods of statistical analysis. The results of the study performed have led to the following conclusions: if there are signs of perforation or tympanic membrane retraction, otomicroscopy and otoendoscopy with 0° optics is enough; if the doctor has to reveal cholesteatoma and ossicular destruction, it is better to use lateral optics; for revealing tympanosclerosis one should use otomicroscopy and otoendoscopy with 0 and 30° optics which have a similar informativity level.

**Key words:** otoscopy, otomicroscopy, otoendoscopy, perforation of the tympanic membrane, retraction of the tympanic membrane, cholesteatome, destruction of the ossicular apparatus, tympanosclerosis.

В поликлинических условиях стандартными методами исследования органа слуха по-прежнему остаются отоскопия с применением налобного осветителя и отомикроскопия. Отоскопия с применением налобного осветителя далеко не всегда позволяет тщательно осмотреть барабанную перепонку. С помощью отомикроскопии можно провести не только осмотр барабанной перепонки при большом увеличении, но и туалет наружного и в некоторых случаях среднего уха. Вместе с тем для отомикроскопии имеются свои ограничения. Так, например, при выраженном изгибе наружного слухового прохода обзор доступен только малая часть барабанной перепонки.

Ототомикроскопия не всегда позволяет получить информацию о состоянии цепи слуховых косточек и наличии холестеатомы в верхних этажах барабанной полости даже при наличии большой перфорации [1].

Эндоскопическое исследование с использованием гибких и ригидных эндоскопов в настоящее время относится к стандартным методам исследования при заболеваниях полости носа, околоносовых пазух и носоглотки [2].

В то же время при исследовании уха эндоскопия до настоящего времени не нашла достаточно большого числа сторонников [3]. При этом эндоскопы для отоскопии имеют диаметр 4 мм и оптику 0° и, по