



УДК: 616. 284–002. 253+616. 284–004–089. 844

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ER:YAG-ЛАЗЕРА ПРИ СТАПЕДОПЛАСТИКЕ У БОЛЬНЫХ ОТОСКЛЕРОЗОМ И АДГЕЗИВНЫМ ОТИТОМ

А. Т. Гадян, М. В. Левина

ФГУ «Санкт-Петербургский НИИ уха, горла, носа, и речи Росмедтехнологий»  
(Директор – Засл. врач РФ, проф. Ю. К. Янов)

Отосклероз и адгезивный отит являются наиболее распространенной причиной фиксации стремени, вследствие чего развивается кондуктивная или смешанная тугоухость [1, 3, 7, 8].

Следует отметить, что у больных с предполагаемым отосклерозом поражения трансформационного аппарата среднего уха встречается у 4,2 %, при этом у 1,9 % они связаны с перенесенными воспалительными заболеваниями среднего уха и характеризуются выраженными рубцовыми изменениями в барабанной полости при нормальной отоскопической картине. Ошибки диагностики в таких случаях не имеют большого значения, так как у большинства пациентов удастся восстановить звукопроводящую систему [2, 6].

Н. Zangenmeister (1956), I. Padovan (1963) и др. указывают на существование «смешанных форм», морфологически представляющих сочетание отосклероза и адгезивного среднего отита. Указанные клинические формы могут быть проявлением только адгезивного среднего отита, завершившегося процессом кальцификации аннулярной связки и иммобилизацией стремени [7].

В течение многих лет стапедопластика является единственным эффективным методом коррекции слуха при стойкой фиксации стремени. Существует несколько десятков вариантов операций на стремени. Основная их цель состоит в ремобилизации жидких сред внутреннего уха и восстановления звукопередачи на слуховые рецепторы.

Основным показанием к операции являются кондуктивная или смешанная форма тугоухости с наличием костно-воздушного интервала в зоне речевых частот не менее 20 дБ [1, 6, 7, 13].

По данным мировой литературы у 1–2 % пациентов после стапедопластики в раннем послеоперационном периоде развивается (СНТ) или глухота, вследствие возникновения лабиринтита [1, 2, 8, 9, 13]. Современный уровень технического обеспечения операции позволяет избежать развития тяжелых осложнений стапедопластики, таких как сенсоневральная тугоухость и перилимфатическая фистула [9, 10, 14, 15].

Применение лазера при операциях на стремени увеличивает процент успешных результатов до 87 % – 93 % [11, 14, 15].

Обычно в отохирургии применяются Er: YAG-лазер (с длиной волны 2,9 мкм) и CO<sub>2</sub>-лазер (с длиной волны 10,6 мкм), щадящее воздействие которых достигается за счет того, что излучение поглощается жидкими средами, что обеспечивает защиту среднего уха и структур внутреннего уха от прямого воздействия [4, 11, 15, 16].

При выполнении стапедопластики наиболее щадящим является эрбиевый лазер (импульсно-периодический), который благодаря своим физическим свойствам отлично подходит для рассечения мягкой и костной ткани, он разработан специально для ушной хирургии в 1992 г. [15]. Длительное воздействие излучения CO<sub>2</sub>-лазера на основание стремени и перилимфу может привести к термическому повреждению структур внутреннего уха.

В свою очередь при применении эрбиевого лазера существует вероятность механического повреждения структур внутреннего уха за счет акустической волны, поэтому следует избегать длительного его воздействия [4, 5, 12, 11, 15].

Учитывая вышеизложенное в настоящее время вопрос применения лазерных технологий при операциях на стремени не достаточно широко изучен.

**Цель исследования.** Разработка эффективной хирургической тактики при использовании лазера на отдельных этапах стапедопластики у больных отосклерозом и адгезивным средним отитом.



### Задачи исследования

1. Провести ретроспективный анализ результатов стапедопластики, выполненной традиционным способом.
2. Изучить результаты стапедопластики с применением Er:YAG-лазера
3. Провести анализ причин возможных осложнений и неудачных исходов традиционной стапедопластики и с использованием лазера.
4. Изучить возможности применения Er: YAG-лазера на отдельных этапах стапедопластики при отосклерозе и адгезивном среднем отите.

### Материалы и методы

На базе клиники отдела патофизиологии уха Санкт-Петербургского НИИ уха, горла, носа и речи, под нашим наблюдением находилось 80 пациентов с различными клиническими формами отосклероза и адгезивным средним отитом, в возрасте от 20 до 65 лет.

Всем пациентам было выполнено общее клиническое обследование (жалобы, анамнез, объективное обследование), аудиологическое (акуметрия, в т. ч. проба Желе, тональная пороговая аудиометрия в стандартном и расширенном диапазоне частот, тимпанометрия и акустическая рефлексометрия), надпороговые тесты (выявление ФУНГ, слуховое восприятие ультразвука).

Основную группу составили 40 человек, в возрасте от 24 до 62 лет. Из них 30 человек с отосклерозом, 10 – с выраженным рубцовым процессом в барабанной полости и фиксацией стремени. Всем пациентам основной группы производилась стапедопластика с применением лазера на этапах рассечения сухожилия стременной мышцы, задней ножки стремени, перфорации основания стремени. У 36 пациентов стапедопластика произведена на одном ухе, у 4 одноэтапная двусторонняя стапедопластика.

Группу сравнения составили 50 человек, в возрасте от 25 до 60 лет. Из них 43 – с отосклерозом, 7 – с адгезивным отитом. Пациентам этой группы была выполнена стапедопластика с использованием стандартного инструментария для микрохирургических операций на ухе.

У 44 пациентов была выполнена стапедопластика на одном ухе, у 6 – одноэтапная двусторонняя стапедопластика.

Таблица 1

Распределение больных основной группы и группы сравнения  
по полу и возрасту

Основная группа				Группа сравнения			
Возраст	Мужчины	Женщины	Всего	Возраст	Мужчины	Женщины	Всего
24-36	5	7	12	25-36	3	9	12
37-49	8	10	18	37-48	6	11	17
50-62	4	6	10	49-60	8	13	21
Итого	17	23	40	Итого	17	33	50

Степень достоверности (Р) оценивалась при парном групповом сравнении результатов основной группы (стапедопластика с использованием лазера) и группы сравнения (традиционная стапедопластика).

Нами применялась клиническая классификация, предложенная изначально Н. В. Белоголовым, позже дополненная И. Б. Солдатовым, Л. И. Стегуниной, отвечающая не только аудиологическим, но и клиникоморфологическим критериям.

Для лазерной стапедопластики применялся хирургический лазер, совмещенный с операционным микроскопом, имеющий длину волны 2490 нанометров, работающий в импульсно-периодическом режиме с вариацией мощности от 10 до 100 милиджоулей.

Следует отметить, что на определенных этапах операции применение лазера сопряжено с техническими сложностями и определенным риском. Например при разъединении наковальне-стремени сочленения необходимо сохранять лентикулярный отросток наковальни, для про-



филактики смещения протеза и асептического некроза наковальни. Удаление костного навеса с помощью Er:YAG-лазера требует длительного воздействия, что может привести к механическому повреждению лицевого нерва вследствие давления импульса в течение длительного времени, а также значительно увеличивает продолжительность операции. При пересечении передней ножки стремени, вследствие особенностей топографии среднего уха, лазерный луч практически всегда располагается отвесно, это повышает риск его воздействия на нежелательные области и снижает его эффективность в точке прицела.

Учитывая все преимущества и недостатки Er:YAG-лазера нами разработан оптимальный режим работы для отдельных этапов стапедопластики:

- рассечение сухожилия стремени мышцы – 5–10 импульсов сфокусированного пятна с энергией 25–30 мДж;
- рассечение задней ножки стремени – 10–15 импульсов при энергии импульса 35–40 мДж;
- перфорация основания стремени в зависимости от его толщины – 5–10 импульсов с энергией 30–50 мДж, до появления перилимфы.

В тех случаях, когда высок риск воздействия лазерного луча на перилимфу, расширять перфорацию до диаметра соответствующего ножке протеза мы рекомендуем микрокрючком. Лазерный луч также можно применять при рассечении доступных для него грубых рубцов, при адгезивном отите (5–10 импульсов, с энергией 25–30 мДж), особенно когда есть риск вывиха или мобилизации стремени при механическом воздействии микроинструментами.

### Результаты

В таблице 2 представлены параметры порогов воздушного звукопроводения (ВЗ), костного звукопроводения (КЗ) и костно-воздушный интервал (КВИ) до и после стапедопластики, выполненной с помощью лазера.

Таблица 2

Основная группа. Распределение больных по клиническим признакам, аудиологическим результатам до и после операции с использованием лазера

Ста- дии отоск- ле- роза	Коли- честв о боль- ных	До операции			После операции			Р
		Пороги костного звукпро- ведения (дБ)	Пороги воздушного звукпровед- ения(дБ)	КВИ (дБ)	Пороги костного звукпровед- ения (дБ)	Пороги воздушного звукпровед- ения (дБ)	КВИ (дБ)	
1-ая ст.	9	10±6	48±10	38±4	10±5	17±8	7±3	<0,01
2-ая ст.	17	23±5	59±7	36±2	19±3	27±5	8±2	<0,01
3-ая ст.	4	35±5	68±7	33±2	28±5	39±3	11±2	<0,05
Адгез- ивный отит	10	10±5	52±10	42±5	11±6	22±4	11±2	<0,01

Из данных таблицы 2 следует, что после лазерной стапедопластики КВИ сокращается в среднем на 27±5 дБ при всех стадиях отосклероза, 22±5 дБ при адгезивном отите, что подтверждается динамикой порогов воздушного звукопроводения. Степень достоверности результатов (Р)<0,01. Лазерная стапедопластика позволяет получить стабильные функциональные результаты при всех видах фиксации стремени.

В таблице 3 представлены результаты аудиометрии до и после стапедопластики, с использованием традиционного микрохирургического инструментария.



Таблица 3

**Группа сравнения. Распределение больных по объему вмешательства на основании стремени и аудиологическим результатам у пациентов до и после операции с использованием стандартного инструментария**

Стадии ото-склероза	Количество больных		Пороги костного звукопроведения (дБ)	Пороги воздушного звукопроведения (дБ)	КВИ (дБ)	Р
			До операции			
1-я ст.	20		12± 5	48±10	38±5	<0,01 <0,05 >0,05
	После операции					
Объем хирургического вмешательства на основании стремени	Платинотомия поршневая	13	10±5	20± 7	10±2	
	Парциальная платинотомия	6	10±5	27± 3	17±2	
	Стапедэктомия	1	11± 3	31± 2	20±1	
2-я ст.	До операции					<0,01 <0,05
	15		22± 4	65±7	43±3	
	После операции					
Объем хирургического вмешательства на основании стремени	Платинотомия поршневая	10	18± 5	29± 3	11±2	
	Парциальная платинотомия	5	17±5	38±3	21±2	
	Стапедэктомия	0	---	---	---	
3-я ст.	До операции					>0,05 >0,05
	6		35±4	68±7	33±3	
	После операции					
Объем хирургического вмешательства на основании стремени	Платинотомия пршневая	5	32±3	46± 5	14±2	
	Парциальная платинотомия	1	31	47	16	
	Стапедэктомия	0	---	---	---	
Адгезив-ный отит	До операции					<0,05 >0,05
	7		11± 6	50± 8	39±2	
	После операции					
Объем хирургического вмешательства на основании стремени	Платинотомия поршневая	4	10±5	21±3	11± 2	
	Парциальная платинотомия	0	---	---	---	
	Стапедэктомия	3	14± 3	33 ± 5	19±2	

Следует отметить, что традиционная методика стапедопластики не всегда позволяет произвести операцию в стандартном (унифицированном) объеме. При наложении в центре перфорации основания стремени с помощью микроперфоратора иногда возникает мобилизация основания стремени, либо трещины подножной пластины. В таких случаях приходится производить парциальную платинотомию или стапедэктомию, что, согласно данным таблицы 2, снижает функциональную эффективность операции. Такую картину мы наблюдали у 3 пациентов. Необходимо отметить, что при адгезивном среднем отите, стапедэктомия обычно сопровождается кровотечением, что может осложняться попаданием крови в перилимфу.

В группе сравнения КВИ в среднем сокращается на 31±4дБ при отосклерозе и 27±10 при адгезивном отите, что подтверждается динамикой порогов воздушного звукопроведения. Однако, анализ результатов группы сравнения, в зависимости от объема вмешательства на основании стремени выглядит следующим образом: отличные результаты (КВИ 10±2дБ) получены при 1, 2 стадии отосклероза и адгезивном отите с использованием метода поршневой



стапедопластики. Показатели КВИ  $17 \pm 5$  дБ получены с использованием парциальной платинотомии у пациентов при всех стадиях отосклероза. Не было ни одного случая платинотомии при адгезивном отите, так как практически всегда происходил вывих основания стремени. Аудиологические результаты (КВИ) тотальной стапедэктомии при 1 ст отосклероза  $19 \pm 2$  дБ и адгезивном отите  $22 \pm 2$  дБ. По нашим данным на основании результатов реопераций стапедэктомия при адгезивном среднем отите часто сопровождается развитием рубцов в области окна предверия, что значительно снижает функциональные результаты в позднем послеоперационном периоде.

По данным различных авторов [2, 8] оценка звукопроводения в расширенном диапазоне частот и слухового восприятия ультразвука позволяет прогнозировать отдаленные результаты стапедопластики, отражает функциональное состояние рецепторного аппарата улитки до операции и в послеоперационном периоде. Для проведения ультразвуковой аудиометрии обязательным условием является наличие симметричных порогов костного звукопроводения на правом и левом ухе.

В таблице 3 представлены результаты аудиометрии в расширенном диапазоне частот и пороги слухового восприятия УЗ до и после операции в основной группе и группы сравнения.

Таблица 4

**Результаты аудиометрии в расширенном диапазоне частот  
и пороги слухового восприятия ультразвука пациентов основной группы и группы сравнения,  
до и после операции**

Стадии отосклероза	Пороги звукопроводения в зоне высоких частот (4000–12000 Гц) (Дб)					Восприятие ультразвука (Вольт)				
	Основная группа (30 человек)		Группа сравнения (50 человек)		Р	Основная группа (30 человек)		Группа сравнения (45 человек)		Р
	До операции	После операции	До операции	После операции		До операции	После операции	До операции	После операции	
1-я стадия	$16 \pm 5$	$16 \pm 2$	$18 \pm 5$	$80 \pm 2$	$<0,01$	$1,3 \pm 0,4$	$0,8 \pm 0,5$	$1,3 \pm 0,5$	$1,6 \pm 0,5$	$>0,05$
2-я стадия	$32 \pm 5$	$25 \pm 5$	$35 \pm 5$	$>100$	$<0,01$	$1,5 \pm 0,2$	$1,0 \pm 0,5$	$1,3 \pm 0,5$	$1,8 \pm 0,5$	$>0,05$
3-я стадия	$75 \pm 5$	$50 \pm 5$	$95 \pm 5$	$>100$	$>0,05$	$1,8 \pm 0,2$	$1,5 \pm 0,2$	$1,5 \pm 0,5$	$1,8 \pm 0,2$	$>0,05$
Адгезивный отит	$16 \pm 5$	$20 \pm 5$	$18 \pm 2$	$>100$	$<0,01$	$1,3 \pm 0,5$	$1,0 \pm 0,5$	$1,5 \pm 0,5$	$2,0 \pm 0,5$	$>0,05$

При проведении сравнительного анализа в основной группе не повышаются пороги на высокие частоты, в то время как в группе сравнения эти пороги значительно повышаются, причем прослеживается прямая зависимость уровня слуха в расширенном диапазоне частот от травматичности и объема вмешательства на основании стремени. Также, из данных таблицы 4 следует, что при повышении порогов слуха на высокие частоты повышается порог восприятия ультразвука в среднем до 2,5 Вольт (при норме 0,5–2,0 Вольт).

На результаты группы сравнения оказали влияние интраоперационные технические сложности. Выполнение стапедопластики с помощью микроинструментов не всегда позволяет избежать вывиха или перелома основания стремени. По нашим наблюдениям существует прямая зависимость послеоперационных функциональных результатов, как в стандартном, так и в расширенном диапазоне частот, от степени травматичности манипуляций на основании стремени.

Применение хирургического лазера позволяет избежать внутри- и послеоперационных осложнений, получить стабильные функциональные результаты при различных вариантах ста-



педопластики, выполняемых при отосклерозе и адгезивном среднем отите. Функциональный исход операции зависит от объема и травматичности манипуляций на основании стремени.

**Выводы:**

1. *Улучшение слуха наблюдается как при традиционной стапедопластике, так и с применением лазера, однако, при традиционной методике возможны технические сложности во время манипуляций на основании стремени, что ухудшает ее прогноз.*
2. *Использование лазера во время стапедопластики при адгезивном среднем отите позволяет избежать травматичной стапедэктомии, развития выраженного рубцового процесса в окне преддверия и последующей сенсоневральной тугоухости, вероятность возникновения которой возрастает при реоперациях.*
3. *Избирательное применение лазера на отдельных этапах стапедопластики: рассечения сухожилия стремени, задней круротомии и наложения перфорации основания стремени, позволяет сделать методику стапедопластики более щадящей, предсказуемой и надежной.*

ЛИТЕРАТУРА

1. Гукович В. А. Щадящая стапедопластика / В. А. Гукович, В. Ф. Кургузова // Журн. ушн., нос. и горл. бол. – 1980. – № 5. – С. 20–23.
2. Пятакина О. К. Сравнительная эффективность некоторых видов стапедопластики у больных отосклерозом / О. К. Пятакина, В. П. Рябина // Там же 1974. – № 5. – С. 14–19.
3. Петрова Л. Н. Хирургия тугоухости при негнойных заболеваниях / Л. Н. Петрова. – Л.: Медицина, 1975. – 118 с.
4. Плетнева С. Д. Лазеры в клинической медицине. Руководство для врачей / С. Д. Плетнева. – М.: Медицина, 1996. – 432 с.
5. Плужников М. С. Лазерная хирургия в оториноларингологии / М. С. Плужников, А. И. Лопотко, М. А. Рябова – Минск: ПП «АНАЛИМ». – БДП, 2000. – 224 с.
6. Преображенский Н. А. Стапедэктомия и стапедопластика при отосклерозе / Н. А. Преображенский, О. К. Пятакина – М.: Медицина, 1973. – 272 с.
7. Радугин К. Б. Адгезивный средний отит / К. Б. Радугин, Ю. М. Овчинников – М.: Медицина, 1972. – 139 с.
8. Сагалович Б. М. Слуховое восприятие ультразвука. / Б. М. Сагалович – М.: Наука, 1988. – 288 с.
9. Ситников В. П. Методы повышения эффективности стапедопластики. / В. П. Ситников. 3 съезд оторинолар. Респ. Беларусь: Тез. докл. – Минск: 1992. – С. 57–58.
10. Янов Ю. К. Одноэтапная двусторонняя стапедопластика. Преимущества и недостатки. / Ю. К. Янов, В. П. Ситников, М. В. Левина // Рос. оторинолар. – 2004. – № (8). – С. 17–22.
11. Jovanovich S. Application of the CO2-laser in stapedotomy. / S. Jovanovich, U. Schonteld // Adv. Otorhinolaryngol. – 1995, Vol. 49. – P. 95–100.
12. Karl-Bernd Huettenbring M. D. Lasers in otorhinolaryngology: Current Topics in Otorhinolaryngology / M. D. Karl-Bernd Huettenbring. – Stuttgart, New York: Thieme, 2005. – 184 p.
13. Levenson M. J. Methods of teaching stapedectomy / M. J. Levenson // Laryngoscope. – 1999. – Vol. 109. – P. 1731–1739.
14. Persson P. Hearing results in otosclerosis surgery after partial stapedectomy, total stapedectomy and stapedotomy / P. Persson, H. Harder, B. Maguson // Acta. Otolaryngol. – 1997. – Vol. 117. – P. 94–99.
15. Pfalz R. Eignung des Erbium: YAG Lasers fur die Mitte lohrc hirurgie / R. Pfalz, N. Bald, R. Hibst // Eur Arch Otorhinolaryngol. – 1992; II (Supl); P. 250–251
16. Silverstein H. Laser stapedotomy minus prosthesis (Laser STAMP) / H. Silverstein // Am. J. Otol. – 1998. – Vol. 19. – P. 277–282.