

СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ПРЕВОСХОДСТВА ТОТАЛЬНЫХ ПРОТЕЗОВ СЛУХОВЫХ КОСТОЧЕК (TORP) НАД ЧАСТИЧНЫМИ (PORP): КЛИНИЧЕСКИЕ, АУДИОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ ОБОСНОВАНИЯ

К.м.н.доцент Эргашев У.М.,

Махатова А.А.

Ташкентская медицинская академия

Аннотация

Оссикулопластика является важным методом лечения кондуктивной потери слуха, вызванной дефектами слуховых косточек. Два основных хирургических варианта — тотальные протезы слуховых косточек (TORP) и частичные протезы слуховых косточек (PORP) — различаются по показаниям и механической функции. Данный систематический обзор обобщает современные клинические исследования, биомеханическое моделирование и аудиологические результаты, доказывая, что несмотря на большую техническую сложность, TORP обеспечивают более стабильные и долгосрочные результаты у пациентов с тяжелыми повреждениями слухового аппарата.

1. Введение

Кондуктивная потеря слуха затрагивает миллионы людей во всем мире и часто лечится с помощью оссикулопластики — хирургической реконструкции цепи слуховых косточек. Выбор между частичным протезом слуховых косточек (PORP), применяемым при сохранности надструктуры стремечка, и тотальным

протезом (TORP), используемым при ее отсутствии, является ключевым для достижения оптимальных результатов. Хотя оба варианта эффективны, последние данные свидетельствуют о том, что TORP обеспечивают более стабильное и долговременное восстановление слуха, особенно в сложных и повторных случаях.

Цель: Провести комплексный сравнительный анализ TORP и PORP на основе литературы, включая клинические исходы, материалы протезов, биомеханику и удовлетворенность пациентов.

2. Методы

Систематический обзор был проведен с использованием баз данных PubMed, Embase и Cochrane Library, с включением публикаций с 2000 по 2024 годы. Поисковые запросы включали «TORP», «PORP», «оссикулопластика», «протез среднего уха», «аудиологические результаты», «биомеханическое моделирование». Включались сравнительные клинические исследования, мета-анализы и биомеханические исследования.

3. Анатомические и биомеханические аспекты

3.1 Показания к TORP

Основные показания для применения TORP:

- Отсутствие или эрозия надструктуры стремечка
- Тяжелые формы хронического отита
- Холестеатома
- Неудачные предыдущие оссикулопластики

3.2 Механизм передачи звуковой энергии

Биомеханические исследования показывают, что TORP, особенно с использованием межпластинчатой хрящевой прокладки, обеспечивают более прямой и эффективный путь передачи звуковой энергии к улитке по сравнению с PORP, которые зависят от сохранности надструктуры стремечка (Hüttenbrink, 2004).

4. Материалы и конструкция протезов

- **Титан:** Высокое соотношение жесткости к весу, биосовместимость, совместимость с МРТ (Yung et al., 2018).
- **Гидроксиапатит:** Минеральный компонент, близкий по составу к костной ткани, обеспечивает хорошую остеоинтеграцию.
- **Тефлон и керамика:** Ранее применяемые материалы с более высоким риском выторжения.

Современные исследования отдают предпочтение титановым TORP благодаря их стабильности и удобству подгонки.

5. Клинические результаты

5.1 Аудиологические результаты

Мета-анализ Martin et al. (2022) сравнил результаты TORP и PORP:

- **TORP:** Около 72% пациентов достигли закрытия воздушно-костной разницы (ВКР) ≤ 20 дБ, что свидетельствует о значительном улучшении слуха даже при отсутствии надструктуры стремечка.

• **PORP:** В оптимальных анатомических условиях (при сохранности стремечка) результаты сопоставимы, но при повторных операциях частота неудач выше из-за зависимости от надструктуры.

Это подтверждает клиническое и биомеханическое преимущество TORP в сложных случаях.

Мета-анализ Martin et al. (2022) провел всестороннее сравнение клинических и аудиологических результатов использования тотальных протезов слуховых косточек (TORP) и частичных протезов слуховых косточек (PORP) на основе данных из многочисленных клинических исследований и когортных наблюдений. Результаты анализа предоставляют убедительные доказательства различий в эффективности этих двух типов протезов в зависимости от анатомических условий и сложности клинических случаев.

В частности, у пациентов, которым были имплантированы TORP, около 72% достигли закрытия воздушно-костной разницы (ВКР) на уровне ≤ 20 дБ. Этот показатель считается клинически значимым, так как ВКР ≤ 20 дБ отражает восстановление слуха до уровня, позволяющего эффективно воспринимать речь и окружающие звуки без существенных ограничений. Достижение такого результата особенно важно в тех случаях, когда отсутствует надструктура стремечка — критический элемент нормальной передачи звука в среднем ухе. TORP, заменяя весь поврежденный или отсутствующий слуховой аппарат, позволяют обеспечить надежную механическую связь между барабанной перепонкой и подножкой стремечка, что объясняет высокую эффективность при сложных анатомических нарушениях.

С другой стороны, PORP демонстрируют сопоставимые показатели закрытия ВКР в пределах 20 дБ лишь при сохранении анатомической целостности надструктуры стремечка, что обеспечивает оптимальные условия для механической передачи звука. В таких случаях PORP могут эффективно восстанавливать кондуктивную функцию слуха за счет частичной замены

поврежденных косточек и сохранения естественных структур. Однако в ситуации повторных операций (ревизионных вмешательств) или при прогрессирующем разрушении надструктуры стремечка частота неудач значительно увеличивается. Это связано с тем, что PORP зависят от сохранности и стабильности надструктуры стремечка для своей фиксации и функционирования. Повторные операции осложняются наличием рубцовой ткани, деструкцией костных структур и измененной анатомией, что приводит к повышенному риску смещения, выторжения протеза и ухудшения слуховых результатов.

Таким образом, мета-анализ Martin et al. подтверждает клиническое и биомеханическое преимущество TORP в сложных и повторных случаях, где анатомические условия не позволяют надежно использовать PORP. TORP обеспечивают более универсальное решение, способное адаптироваться к значительным повреждениям слуховых косточек и обеспечить стабильное восстановление слуха. Это обосновано их конструктивной способностью обходить необходимость в сохранности надструктуры стремечка, создавая прямую механическую связь между барабанной перепонкой (или молоточком) и подножкой стремечка.

Эти результаты имеют важное значение для хирургического планирования: при первичных операциях с интактной надструктурой стремечка PORP остаются эффективным и менее технически сложным вариантом. Однако при наличии сложных патологий, таких как разрушение надструктуры, хронический отит с эрозией или в случаях ревизионных вмешательств, предпочтение следует отдавать TORP, что позволяет улучшить долгосрочные результаты и снизить риск повторных операций.

5.2 Частота выторжения и повторных операций

Ранее применение тотальных протезов слуховых косточек (TORP) ассоциировалось с несколько более высоким риском выторжения по сравнению

с частичными протезами (PORP). Это связано с тем, что TORP имеют большую длину и требуют более точной установки, что увеличивает вероятность микродвижений протеза и, как следствие, воспалительных реакций или механического раздражения тканей среднего уха. Кроме того, в ранних методиках хирургического вмешательства отсутствовали эффективные методы защиты и стабилизации протеза, что усугубляло риск его миграции и выторжения.

Однако за последние годы значительный прогресс в хирургических техниках и материалах протезов позволил существенно снизить эти осложнения. В частности, широкое внедрение хрящевых прокладок между протезом и барабанной перепонкой или подножкой стремечка значительно улучшило стабильность TORP и уменьшило механическое трение. Хрящ, будучи биологически совместимым и эластичным материалом, служит своеобразным амортизатором, уменьшая давление на окружающие ткани и способствуя лучшей интеграции протеза в среднее ухо.

Согласно исследованию Isaacson и Vora (2013), современные хирургические методы с использованием хрящевых щитов и улучшенного позиционирования протезов позволили снизить частоту выторжений TORP до уровня менее 5%. Этот показатель сопоставим с рисками, наблюдаемыми при использовании PORP, что делает TORP не только более универсальным и функциональным решением, но и безопасным с точки зрения осложнений.

Кроме того, применение биоинертных и высококачественных материалов, таких как титановый сплав, способствовало снижению воспалительных реакций и улучшению долговременной стабильности протезов. Современные протезы обладают оптимальной жесткостью и легкостью, что уменьшает нагрузку на ткани среднего уха и снижает вероятность повреждений.

Таким образом, внедрение инновационных хирургических техник и прогресс в материалах протезов превратили TORP из протезов с относительно высоким риском осложнений в надежный и эффективный метод восстановления слуха, подходящий даже для сложных и повторных операций.

5.3 Долгосрочная стабильность слуха

Долгосрочная стабильность слуховых результатов после операции является одним из ключевых показателей успешности остеопластики и выбора типа протеза. Исследование Gurgel et al. (2020) представило убедительные доказательства того, что тотальные протезы слуховых косточек (TORP) обеспечивают более стабильное сохранение функционального слуха в период от 3 до 5 лет и более после операции по сравнению с частичными протезами (PORP).

Основной причиной снижения эффективности PORP с течением времени является прогрессирующая эрозия надструктуры стремечка, на которой базируется фиксация частичного протеза. Эта эрозия чаще наблюдается у пациентов с хроническими воспалительными заболеваниями среднего уха, такими как хронический отит и холестеатома, а также у тех, кто подвергался ревизионным операциям. Разрушение костной ткани приводит к ухудшению механической стабильности PORP, что выражается в увеличении воздушно-костной разницы (ВКР), ухудшении слуховых порогов и, в ряде случаев, необходимости повторных хирургических вмешательств.

В отличие от PORP, TORP обеспечивает прямую механическую связь между барабанной перепонкой (или молоточком) и подножкой стремечка, обходя надструктуру, которая подвержена эрозии. Такое конструктивное решение создает более надежный и устойчивый путь передачи звуковых колебаний к внутреннему уху. Кроме того, TORP изготавливаются из биосовместимых материалов, таких как титан, которые обладают высокой коррозионной

стойкостью и минимальной реактивностью со стороны тканей. Это снижает риск воспалительных процессов, фиброзных изменений и выторжения протеза, что способствует долговременной сохранности функции.

Кроме того, современные хирургические подходы предусматривают использование хрящевых прокладок и других биологически совместимых материалов, которые улучшают интеграцию протеза и обеспечивают дополнительную амортизацию, снижая механическую нагрузку на ткани и предотвращая повреждения подножки стремечка. Эти факторы в совокупности обеспечивают более стабильные аудиологические результаты и уменьшают вероятность ухудшения слуха с течением времени.

Данные Gurgel et al. (2020) подчеркивают клиническую важность выбора TORP для пациентов с разрушенной или отсутствующей надструктурой стремечка, а также для тех, кто перенес повторные операции. Использование TORP позволяет не только добиться хороших слуховых показателей в раннем послеоперационном периоде, но и поддерживать их на протяжении многих лет, снижая потребность в ревизионных вмешательствах и улучшая качество жизни пациентов.

Таким образом, биомеханические преимущества конструкции TORP в сочетании с применением современных биосовместимых материалов и передовых хирургических техник делают эти протезы предпочтительным выбором для долгосрочной реабилитации слуха при значительном повреждении слухового аппарата.

6. Хирургическая техника и особенности

Установка TORP требует:

- Точной длиномерной подгонки протеза
- Надежного размещения на подножке стремечка с использованием фиброзной ткани или хряща
- Часто применяется эндоскопическая визуализация для точности

Несмотря на технические сложности, TORP обеспечивает большую универсальность и надежность при неблагоприятных анатомических условиях.

7. Оценка пациентами результатов

Исследования показывают, что пациенты с TORP отмечают:

- Лучшее качество звука
- Меньшую потребность в повторных операциях
- Более высокую удовлетворенность, особенно при рецидивах или деформациях (Fayad et al., 2010; Dornhoffer et al., 2016)

8. Заключение

Хотя PORP эффективны при сохранности стремечка и благоприятной анатомии, TORP превосходят по:

- Возможности применения в сложных и повторных случаях
- Долгосрочной стабильности слуха
- Биомеханической эффективности передачи звука

Рекомендация: В случаях обширных повреждений слуховых косточек, особенно при повторных операциях или нарушении стремечка, предпочтение

следует отдавать TORP для оптимизации слуховых результатов и снижения риска повторных вмешательств.

Список литературы

1. Martin, J. и соавт. (2022). Ossiculoplasty With Titanium Prostheses: TORP vs PORP Comparison. *Otology & Neurotology*.
2. Hüttenbrink, K. B. (2004). Biomechanics of Middle Ear Reconstruction. *Otolaryngologic Clinics of North America*.
3. Yung, M. (2018). Ossiculoplasty audit: comparison of PORP and TORP. *ENT Journal*.
4. Dornhoffer, J. (2016). Cartilage tympanoplasty in combination with ossicular reconstruction. *Laryngoscope*.
5. Gurgel, R. K. и соавт. (2020). Long-term outcomes in ossiculoplasty: A 10-year follow-up. *Otolaryngology–Head and Neck Surgery*.
6. Fayad, J. N., & Semaan, M. T. (2010). Ossicular reconstruction with total prostheses: Results and review. *Otolaryngologic Clinics*.
7. Isaacson, B., & Vora, N. (2013). Ossiculoplasty outcomes in titanium prosthesis reconstruction. *Otology & Neurotology*.
8. Wang, J., et al. (2024). Ossiculoplasty with titanium prostheses in patients with intact stapes: Comparison of TORP versus PORP. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*.
9. Canzi, P., et al. (2023). Extrusion and dislocation in titanium middle ear prostheses: A literature review. *Brain Sciences*, *13*(10), 1476.
10. Zhong, N., & Zhao, X. (2017). 3D printing for clinical application in otorhinolaryngology. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, *274*(12), 4079–4089.