

## ОПЫТ РЕИННЕРВАЦИИ ЛИЦЕВОГО НЕРВА ПОДЪЯЗЫЧНЫМ НЕРВОМ ДЛЯ КОРРЕКЦИИ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОЙ ДИСФУНКЦИИ ЛИЦЕВОГО НЕРВА

Нечаева А. С.<sup>1,2</sup>, Улитин А. Ю.<sup>1,2</sup>, Пустовой С. В.<sup>1</sup>, Тастанбеков М. М.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Российский научно-исследовательский нейрохирургический институт им. проф. А. Л. Поленова — филиал ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В. А. Алмазова» Минздрава России, <sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова» Минздрава России

### РЕЗЮМЕ

Дисфункция лицевого нерва является частым осложнением (от 3 до 35%) хирургии опухолей мосто-мозжечкового угла (ММУ), оказывающим значительное отрицательное влияние на качество жизни пациентов. В данном исследовании произведена оценка степени восстановления функции лицевого нерва у 26 пациентов после его повреждения во время резекции опухолей мосто-мозжечкового угла с использованием подъязычного нерва. Средний срок выполнения реиннервации составил 11,5 (min = 2, max = 84) мес. Большинство пациентов (80,7%) достигли благоприятных результатов по шкале May (III–V баллов). 25 (96,15%) пациентов достигли восстановления тонуса мышц и симметрии лица в покое. Средний показатель FDI составил 49,2 по физической подшкале и 66 по социальной подшкале. Статистический анализ не выявил значимых связей между сроком выполнения реиннервации лицевого нерва и результатами операции по шкалам May и подшкалам FDI ( $p = 0.1$  and  $p = 0.8$ , соответственно). Реиннервация является адекватным вариантом коррекции тяжелой послеоперационной дисфункции лицевого нерва. Использование в качестве нерва-донора подъязычного нерва показало удовлетворительные результаты в восстановлении функции лицевого нерва и обеспечении приемлемого качества жизни пациентов.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** парез мимической мускулатуры, лицевой нерв, подъязычный нерв, анастомоз, реиннервация.

### HYPOGLOSSAL-FACIAL NERVE ANASTOMOSIS FOR MANAGEMENT OF FACIAL PALSY

Nechaeva A. S.<sup>1,2</sup>, Ulitin A. Yu.<sup>1,2</sup>, Pustovoy S. V.<sup>1</sup>, Tastanbekov M. M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> A.L. Polenov Russian Research Institute of Neurosurgery — branch of V.A. Almazov National Medical Research Center, Ministry of Health of Russia, <sup>2</sup> North-Western State Medical University named I. I. Mechnikov, Ministry of Health of Russia

### RESUME

Facial nerve dysfunction is a frequent complication (rate of 3 to 35%) in the surgery of cerebellopontine angle (CPA) tumours, which significantly affects patient's quality of life. In this study, we report our experience with hypoglossal to facial nerve anastomosis (HFA) for facial reanimation. Retrospective data were collected from 26 patients who underwent HFA. The efficiency of reinnervation was assessed by the May scale, the quality of life was assessed by the Facial Disability Index (FDI). The mean time from removal of the CPA tumour to the reanimation surgery was 11.5 months (min = 2, max = 84). Patients ( $n = 22$ , 84.62%) presented total facial nerve dysfunction as assessed by the House-Brackmann scale. Most patients (80.7%) achieved satisfactory outcome assessed by the May scale (grades III–V). The mean score of the FDI physical function subscale was 49.2. The mean score of the FDI social function subscale was 66. In our series no significant difference was found between the subgroups of different timing of facial nerve reinnervation surgery and the surgical outcomes as assessed by May scale and the quality of life of patients assessed by the FDI questionnaire ( $p = 0.1$  and  $p = 0.8$ , respectively). Reinnervation is an effective technique for facial nerve reanimation in management of complications of skull base surgery. Using the hypoglossal nerve as a donor nerve has shown acceptable results in restoring the facial nerve function and ensuring a good patient's quality of life.

**KEYWORDS:** facial paralysis, facial nerve, hypoglossal nerve, hypoglossal-facial anastomosis, reinnervation.

### Введение

Сохранение функции лицевого нерва является основной целью в комплексном лечении вестибулярных шванном и других опухолей мосто-мозжечкового угла [1]. Несмотря на усовершенствование микрохирургической техники и рутинное использование интраоперационного мониторинга, частота нарушений функции лицевого нервов хирургии опухолей ММУ остаётся высокой (особенно при новообразова-

ниях больших размеров) даже при анатомической сохранности нерва [2,3]. М. Samii в 1997 году сообщил о частоте послеоперационных дисфункций лицевого нерва в хирургии опухолей ММУ в 43% случаев [4]. Анализ современных публикаций показывает частоту данного осложнения в 3%–35% случаев [5,6,7,8].

Реиннервация лицевого нерва подъязычным нервом может обеспечить восстановление функции мимической мускулатуры в тех случаях, когда нет

шансов на спонтанную регенерацию лицевого нерва [9,10,11,12,13,14,15,16,17].

Данный метод остается наиболее популярным в настоящее время. Он был предложен Korte в 1903 году. За эти годы классическая методика претерпела много модификаций, целью которых было сохранение функции языка. В 1991 году М. May и соавт. описали способ «XII–VII jump graft procedure», заключающийся в частичном пересечении XII нерва и использовании графтов от большого ушного или грудного нерва между VII и XII нервами [18]. Несколько лет спустя была описана техника «longitudinal hypoglossal nerve split technique», заключающаяся в продольном расщеплении подъязычного нерва, также известная как «Cusimano and Sekhar technique» или «Arai technique» [19]. Наконец, в 1999 году V. Darrowzet предложил способ удлинения культы VII нерва путем скелетизации его сосцевидного и барабанного отделов, который обеспечивал возможность выполнения анастомоза между лицевым и подъязычным нервами без натяжения (техника «end-to-side») [20]. Несмотря на разнообразие представленных методик восстановления лицевого нерва, в медицинской литературе демонстрируются сопоставимые результаты при их использовании [21].

S. Yetiser и соавт. в 2007 году опубликовали метаанализ, в который были включены исследования, опубликованные с 1986 по 2005 гг., посвященные изучению реиннервации лицевого нерва подъязычным [11]. В последнее десятилетие отмечается тенденция к изменению показаний к проведению и срокам реиннервации лицевого нерва.

**Целью** данного исследования стала оценка функционального восстановления мимической мускулатуры и качества жизни у 26 пациентов, перенесших резекцию опухоли ММУ, с последующей реиннервацией лицевого нерва подъязычным нервом.

#### Материалы и методы

Ретроспективная оценка исходов реиннервации лицевого нерва подъязычным нервом, проведенной в период с 2008 по 2018 гг. в отделении хирургии опухолей головного и спинного мозга РНХИ им. проф. А.Л. Поленова. Реиннервация лицевого нерва была выполнена 40 пациентам. Женщин было 28 (70%), мужчин — 12 (30%). Собраны и проанализированы предоперационные данные (возраст, пол, причины дисфункции лицевого нерва, степень дисфункции лицевого нерва по шкале House-Brackmann, срок выполнения реиннервации), интраоперационные данные (тип реиннервации) и послеоперационные сведения (результат реиннервации по шкале Мау, оценка качества жизни по опроснику FDI). Критериями исключения из исследования стали: смерть от причин не связанных с основным заболеванием, операции по динамической коррекции мимической мускулатуры, инсульт на стороне пораженного лицевого нерва с развитием центрального гемипареза. Согласно критериям исключения, для дальнейшего анализа отобрано 26 пациентов — 18 (69,23%) женщин и 8 (30,77%) мужчин.

Средний возраст на момент проведения исследования составил  $55,96 \pm 11,5$  лет (min=33 года, max=73 года). Распределение пациентов по возрасту и полу представлено в таблице 1.

Статистическая обработка материала осуществлялась с помощью программы Statistica 10.0 с использованием методов параметрической и непараметрической статистики. Различия считались статистически достоверными при значении  $p < 0,05$ . Оценка направления корреляции и сила корреляционной связи производилась с помощью индекса корреляции Spearman.

#### Результаты

В исследовании преобладали женщины молодого возраста, что выражается в более низком значении медиан, а так же 25% и 75% квартилей (рис. 1), однако достоверность этих различий не подтверждена ( $p=0,07$ ).

В подавляющем большинстве случаев лицевой нерв был поврежден в результате резекции вестибулярных шванном — 23 (88,46%) больных, у 2 (7,65%) пациентов причиной дисфункции лицевого нерва явилась операция по поводу менингиомы задней грани пирамиды височной кости, и у одного больного — поражение ядра лицевого нерва после паренхиматозно-вентрикулярно-субарахноидального кровоизлияния на фоне венозной ангиомы полушария мозжечка. Таким образом, во всех наблюдениях отмечался интракраниальный уровень повреждения лицевого нерва, причём у 23 (88,4%) пациентов анатомическая непрерывность нерва была сохранена. Лучевая терапия ни в одном случае не проводилась.

Клиническая картина у большинства пациентов (84,62%) была представлена грубой дисфункцией лицевого нерва, оценивавшейся по шкале House-Brackmann [22] (рис. 2). У всех пациентов наблюдался дефицит ипсилатерального VIII нерва различной степени выраженности, а у 16 (61,5%) пациентов отмечалась глухота. У 10 (38,4%) пациентов было диагностировано повреждение тройничного нерва, у 2 (7,69%) пациентов — повреждение ипсилатерального языкоглоточного нерва.

Средний срок, прошедший от момента удаления опухоли до реиннервации лицевого нерва, составил 11,5 мес (min= 2, max= 84) (рис. 3).

Средний срок, прошедший с момента реиннервации лицевого нерва до проведения исследования, составил 74,8 мес (min= 9, max= 146). У всех 26 пациентов в качестве нерва — донора использовался подъязычный нерв, причем в 4 (15,38%) случаях — только нисходящая его ветвь.

В послеоперационном периоде у всех пациентов проводилась терапия вазоактивными препаратами для улучшения регенераторных возможностей нерва, электростимуляция в двигательных точках лицевого нерва и комплекс упражнений с целью устранения гравитационной деформации мимической мускулатуры на стороне поражения.

Результат реиннервации оценивался по шкале Мау [18], включающей в себя оценку симметрии

и тонуса мышц лица, полноты смыкания век, выраженности синкинезий и объема движений. Большинство пациентов — 21 (80,7%) — достигли благоприятных результатов по шкале Мау (III–V балла) (рис 4).

Оценка качества жизни пациентов проводилась по опроснику индекса инвалидизации лица FDI (facial disability index) [23]. Раздельно оценивали две его подшкалы: социальную и физическую. Суммированием вычисляли интегральный показатель качества жизни пациентов (табл. 2).

Проведенный анализ не выявил влияния возраста на показатели социальной подшкалы FDI и интегральный показатель FDI ( $p=0,7$  и  $p=0,6$  соответственно). Достоверные различия отсутствовали также между сроками выполнения реиннервации лицевого нерва, результатами операции по шкалам Мау и качеством жизни пациентов по опроснику FDI ( $p=0,1$  и  $p=0,8$ , соответственно). Степень предоперационной дисфункции лицевого нерва по шкале House-Brackmann не имела достоверных различий с результатами реиннервации, оцениваемыми по шкале Мау ( $p=0,25$ ) и результатами опроса по физической и социальной подшкалам FDI ( $p=0,27$  и  $p=0,71$  соответственно).

Однако выявлены достоверные различия между показателями шкалы исходов реиннервации Мау и качеством жизни пациентов, оцениваемым по физическим и социальным подшкалам FDI ( $p<0,05$ ) (табл. 3). Пациенты, имеющие более высокие показатели по физической подшкале FDI, сохраняли более высокое качество жизни и по социальной подшкале FDI ( $p<0,05$ , коэффициент корреляции Spearman 0,816).

### Обсуждение

Результаты проведенного исследования показали эффективность реиннервации лицевого нерва подъязычным в улучшении функции лицевой мускулатуры. 25 (96,15%) пациентов достигли восстановления тонуса мышц и симметрии лица в покое. У 21 (80,7%) удалось достичь восстановления двигательной активности мимической мускулатуры различной степени выраженности (III–V по шкале Мау), что можно расценить как благоприятный функциональный результат. Только у одного пациента реиннервация оказалась неэффективной. Полученные результаты сопоставимы с данными литературы [13,15,17,24].

Выявление факторов, влияющих на эффективность реиннервации лицевого нерва, является основной задачей в последних исследованиях по данной проблематике.

В ряде статей указывается на существенную корреляцию между ранними сроками реиннервации лицевого нерва и её эффективностью, хотя оптимальные сроки оперативного вмешательства дискутируются [3,10,11,25].

В проведенном нами исследовании статически достоверных различий между исходом по шкале Мау и сроком проведения реиннервации лицевого нерва не выявлено ( $p=0,18$ ). Аналогичные данные были получены в исследовании M. Albathi и соавт. (2016) ( $p=0,56$ ) и исследовании T.A. Dziedzic и соавт. (2018) [1,12].

В группе наблюдавшихся нами больных лишь 5 (19,23%) были оперированы в поздние сроки после резекции опухоли (позже 16 мес.), и у 4 из них отмечался неудовлетворительный результат реиннервации (I–II балла по Мау). Хотя у одного пациента, которому реиннервация была проведена через 17 мес. после удаления вестибулярной шванномы, отмечалось восстановление функции лицевого нерва до V баллов по шкале Мау.

Следует согласиться, что ранние сроки реиннервации лицевого нерва являются важным фактором восстановления функции нерва, поскольку, как считает С.В. Пустовой [26], уже через 12–14 месяцев после повреждения нерв подвергается фиброзному перерождению, что резко снижает возможность прорастания нервных волокон, а мышцы лица в течение этого срока подвергаются атрофии. Впрочем, некоторые авторы [27,28] считают, что данные изменения наступают позже — через 18–24 мес.

Большинство хирургов [1,8,10,25,29] при сохранении анатомической целостности лицевого нерва рекомендуют наблюдение за больными в течение 6–12 мес., поскольку существует довольно высокая вероятность его восстановления.

Ещё одним прогностическим фактором восстановления функции лицевого нерва после реиннервации является возраст пациента [18,30], хотя в нашей работе данная зависимость не прослеживается ( $p>0,05$ ).

M. Falcioni и соавт. (2011) [5] показали, что предиктором отдаленных результатов является тяжесть дисфункции лицевого нерва по шкале House-Brackmann: у пациентов с тяжелой дисфункцией по шкале House-Brackmann (IV, V, VI) отмечено плохое спонтанное восстановление функции нерва, что требует максимально раннего проведения реиннервации [5]. В нашей работе все пациенты имели тяжелую дисфункцию лицевого нерва после удаления опухоли ММУ, поэтому достоверных различий в исходах реиннервации и исходным баллом по шкале House-Brackmann не получено.

Z. Gao и соавт. (2019) считают, что ранние сроки реиннервации являются единственным значимым фактором её эффективности, предлагая проводить операцию не позднее 12 месяцев после повреждения нерва [25].

Анализируя собственный опыт и медицинскую литературу по данной проблематике, мы считаем, что реиннервацию лицевого нерва при его анатомической сохранности следует выполнять через 6 месяцев после удаления опухоли ММУ при отсутствии улучшения функции лицевой мускулатуры на фоне консервативной терапии.

Следует отметить, что парез мимической мускулатуры обезображивает лицо, вызывая у больных серьезные психологические и адаптивные проблемы, а также физический дискомфорт, испытываемый при приеме пищи [31,32]. Результаты нашего исследования подтверждают достаточно высокий уровень

качества жизни после реиннервации лицевого нерва при использовании опросника FDI. Анализируя выявленные корреляционные связи умеренной силы (см. табл. 3) между исходом реиннервации, оцениваемым по шкале Мау, опроснику FDI (отдельно по его социальной и физической подшкалам), можно говорить о взаимосвязи между социальной адаптацией пациента, его самооценкой и степенью восстановления функции мимической мускулатуры.

Стоит помнить о том, что использование в качестве донора подъязычного нерва может привести к атрофии ипсилатеральной половины языка, вызывающей дизартрию. Однако в нашей работе признаки дизартрии выявлены только у 7 (26%) пациентов, и на

качество жизни она не влияла ( $p>0,05$ ). Подобные результаты приводят S. Yetiser и T.A. Dziedzic [11, 12].

### Выводы

В нашей серии случаев реиннервация лицевого нерва оказалась адекватным вариантом коррекции тяжелой послеоперационной дисфункции лицевого нерва после удаления опухоли мосто-мозжечкового угла. Использование в качестве нерва-донора подъязычного нерва показало приемлемые результаты в восстановлении функции лицевого нерва и обеспечении хорошего качества жизни пациентов. Наиболее оптимальными сроками проведения реиннервации лицевого нерва при его анатомической сохранности могут считаться 6 мес.

| Пол<br>sex     | Мужчины |       | Женщины |       | Всего |       |
|----------------|---------|-------|---------|-------|-------|-------|
|                | Male    |       | Female  |       | Total |       |
|                | Абс.    | %     | Абс.    | %     | Абс.  | %     |
| Возраст<br>Age | Abs.    |       | Abs.    |       | Abs.  |       |
| 18-30          | 0       | 0     | 2       | 7,69  | 2     | 7,69  |
| 31-50          | 1       | 3,84  | 6       | 23,07 | 7     | 26,92 |
| 51-60          | 4       | 15,38 | 5       | 19,23 | 9     | 34,61 |
| 61-75          | 3       | 11,53 | 5       | 19,23 | 8     | 30,77 |
| Всего<br>Total | 8       | 30,77 | 18      | 69,23 | 28    | 100   |

Таблица 1. Распределение пациентов (n=26) по полу и возрасту на момент реиннервации лицевого нерва

Table 1. Distribution of patients (n=26) according to sex and age at the time of the facial nerve reinnervation

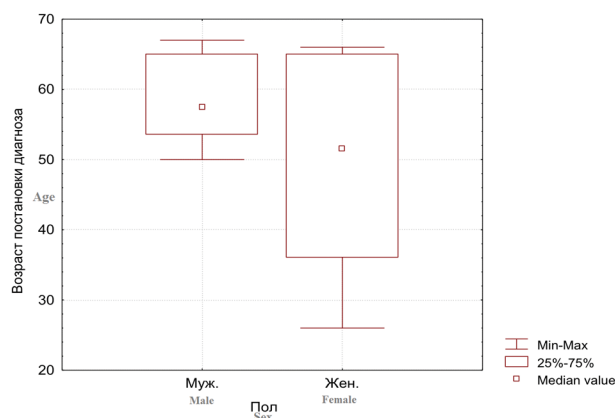


Рис. 1. На диаграммах представлены возрастные особенности пациентов, которым проводилась реиннервация лицевого нерва

Fig. 1. Diagrams shows age features of patients undergoing the facial nerve reinnervation

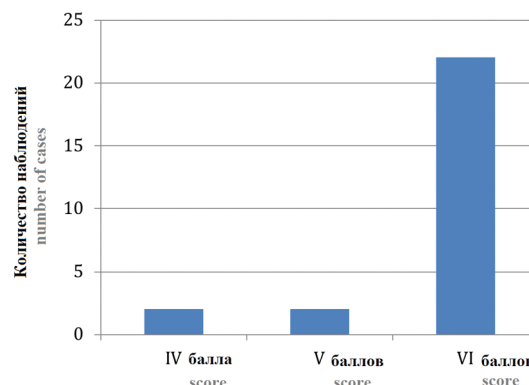


Рис. 2. Распределение наблюдений в зависимости от степени дисфункции лицевого нерва по шкале House-Brackmann (IV — умеренно тяжелая дисфункция, V — тяжелая дисфункция, VI — полная дисфункция)

Fig. 2. Distribution of cases according to the House-Brackmann Facial Nerve Grading System (IV — moderately severe dysfunction, V — severe dysfunction, VI — complete paralysis)

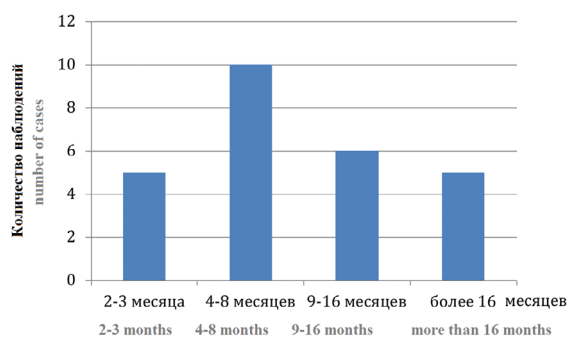


Рис. 3. Распределение наблюдений в зависимости от срока с момента операции по удалению опухоли мосто-мозжечкового угла до выполнения реиннервации лицевого нерва

Fig. 3. Distribution of cases according to time from the removal of the cerebellopontine angle tumor to the facial nerve reinnervation

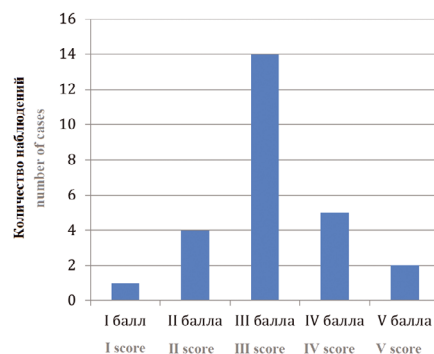


Рис. 4. Результаты реиннервации по шкале Май (I–II балла — неблагоприятный функциональный результат, III–V баллов — благоприятный функциональный результат)

Fig. 4. Assessment of the facial nerve reinnervation outcomes using the May scale (I–II score — adverse functional outcomes, III–V score — beneficial functional outcomes)

| Индекс инвалидизации лица<br>Facial Disability Index | Среднее<br>Medium | Минимум<br>Minimum | Максимум<br>Maximum | Стандартное отклонение<br>Standard deviation |
|------------------------------------------------------|-------------------|--------------------|---------------------|----------------------------------------------|
| FDI социальная подшкала<br>IBES                      | 66                | 48                 | 84                  | 10                                           |
| FDI физическая подшкала<br>IFF                       | 49,2              | 25                 | 85                  | 15                                           |
| FDI интегральный показатель<br>TFDI                  | 114               | 73                 | 165                 | 24                                           |

Таблица 2. Описательные статистические данные индекса инвалидизации лица.

Примечание. FDI — индекс инвалидизации лица.

Table 2. Descriptive analysis of the facial disability index.

Note. IBES — sub-scale of social well-being, IFF — physical functional sub-scale, TFDI — total score of facial disability index

| Spearman's Correlation                                           |       |
|------------------------------------------------------------------|-------|
| FDI социальная подшкала и шкала Май<br>IBES vs May score         | 0,574 |
| FDI физическая подшкала и шкала Май<br>IFF vs May score          | 0,743 |
| FDI интегральный показатель и шкала Май<br>TFDI vs May score     | 0,685 |
| FDI социальная подшкала и FDI физическая подшкала<br>IBES vs IFF | 0,816 |

Таблица 3. Значение коэффициента Spearman между интегральным показателем инвалидизации лица, его физической, социальной подшкалами и оценкой состояния мимической мускулатуры по шкале Май.

Примечание. FDI — индекс инвалидизации лица

Table 3. Spearman's correlation coefficient for the Facial Disability Index and May score.

Note. IBES — sub-scale of social well-being, IFF — physical functional sub-scale, TFDI — total score of facial disability index

ORCID авторов: А. С. Нечаяева <https://orcid.org/0000-0001-9898-5925>

## Литература

- Albathi, M. Early Nerve Grafting for Facial Paralysis After Cerebellopontine Angle Tumor Resection With Preserved Facial Nerve Continuity / M. Albathi, S. Oyer, L. E. Ishii et al. // *Facial Plast Surg.* — 2016. — Vol. 18(1). — P. 54–60. DOI: 10.1001/jamafacial.2015.1558.
- Coca Pelaz, A. Complete facial palsy following surgery for acoustic nerve neurinoma: evolution and associated ophthalmological complications / A. Coca Pelaz, L. C. Fernandez, J. R. Gomez et al. // *Acta Otorrinolaringologica Esp.* — 2008. — Vol. 59(5). — P. 223–227. PMID: 18501157.
- Celis-Aguilar, E. End-to-side interposed donor grafting as a facial nerve reinforcement technique after vestibular schwannoma surgery / E. Celis-Aguilar, L. Lassaletta, J. M. Roda JM et al. // *Ann Otol Rhinol Laryngol.* — 2013. — Vol. 122(8). — P. 520–523. DOI: 10.1177/000348941312200807.
- Samii, M. Management of 1000 vestibular schwannomas (acoustic neuromas): the facial nerve preservation and restitution of function / M. Samii, C. Matthies // *Neurosurgery.* — 1997. — Vol. 40(4). — P. 684–694. DOI: 10.1097/00006123-199704000-00006.
- Falcioni, M. Facial nerve function after vestibular schwannoma surgery / M. Falcioni, P. Fois, A. Taibah A et al. // *J Neurosurg.* — 2011. — Vol. 115(4). — P. 820–826. DOI: 10.3171/2011.5.JNS101597.
- Tveiten, O. V. Patient- versus physician-reported facial disability in vestibular schwannoma: an international cross-sectional study / O. V. Tveiten, M. L. Carlson, F. Goplen et al. // *J Neurosurg.* — 2017. — Vol. 127(5). — P. 1015–1024. DOI: 10.3171/2016.8.JNS16707.
- Koerbel, A. Evolution of vestibular schwannoma surgery: the long journey to current success / A. Koerbel, A. Gharabaghi, S. Safavi-Abbasi et al. // *Neurosurg Focus.* — 2005. — Vol. 18(4). — P. e10. DOI: <https://doi.org/10.3171/foc.2005.18.4.11>
- Rivas, A. A model for early prediction of facial nerve recovery after vestibular schwannoma surgery / A. Rivas, K. D. Boahene, H. C. Bravo et al. // *Otol Neurotol.* — 2011. — Vol. 32(5). — P. 826–833. DOI: 10.1097/MAO.0b013e31821b0afd.
- Socolovsky, M. Treatment of complete facial palsy in adults: comparative study between direct hemihypoglossal-facial neuroorrhaphy, hemihypoglossal-facial neuroorrhaphy with grafts, and masseter to facial nerve transfer / M. Socolovsky, S. Roberto, G. Masi // *Acta Neurochir.* — 2016. — Vol. 158. — P. 945–957. DOI: 10.1007/s00701-016-2767-7.
- Yetiser, S. Immediate Hypoglossal-Facial Anastomosis in Patients With Facial Interruption / S. Yetiser // *The Journal of Craniofacial Surgery.* — 2017. — Vol. 00. — P. 00. DOI: 10.1097/SCS.0000000000004150.
- Yetiser, S. Hypoglossal-facial nerve anastomosis: a meta-analytic study / S. Yetiser, U. Karapinar // *Ann Otol Rhinol Laryngol.* — 2007. — Vol. 36. — P. 303–308. DOI: 10.1177/000348940711600710.
- Dziedzic, T. A. Hemihypoglossal-Facial Nerve Anastomosis for Facial Nerve Reanimation: Case Series and Technical Note / T. A. Dziedzic, P. Kunert, A. Marchel // *World Neurosurg.* — 2018. — Vol. 118. — P. e460–e467. DOI: 10.1016/j.wneu.2018.06.217.
- Ozsoy, U. The hypoglossal-facial nerve repair as a method to improve recovery of motor function after facial nerve injury / U. Ozsoy, A. Hizay, B. M. Demirel et al. // *Ann Anat.* — 2011. — Vol. 193. — P. 304–313. DOI: 10.1016/j.aanat.2011.01.009.
- Ferraresi, S. End-to-side intrapetrous hypoglossal-facial anastomosis for reanimation of the face. Technical note / S. Ferraresi, D. Garozzo, V. Migliorini et al. // *J Neurosurg.* — 2006. — Vol. 104. — P. 457–60. DOI: <https://doi.org/10.3171/jns.2006.104.3.457>.
- Ghali, S. Reanimation of the middle and lower face in facial paralysis: Review of the literature and personal approach / S. Ghali, A. MacQuillan, A. O. Grobbelaar // *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* — 2011. — Vol. 64. — P. 423–31. DOI: 10.1016/j.bjps.2010.04.008.
- Guntinas-Lichius, O. Postoperative functional evaluation of different reanimation techniques for facial nerve repair / O. Guntinas-Lichius, M. Streppel, E. Stennert // *Am J Surg.* — 2006. — Vol. 191. — P. 61–7. DOI: 10.1016/j.amjsurg.2005.05.054.
- Shipchandler, T. Z. Split hypoglossal-facial nerve neuroorrhaphy for treatment of the paralyzed face / T. Z. Shipchandler, R. Seth, D. S. Alam // *Am J Otolaryngol.* — 2011. — Vol. 32. — P. 511–6. DOI: 10.1016/j.amjoto.2010.09.007.
- May, M. Hypoglossal-facial nerve interpositional-jump graft for facial reanimation without tongue atrophy / M. May, S. M. Sobol, S. J. Mester // *Otolaryngol Head Neck Surg.* — 1991. — Vol. 104. — P. 818–825. DOI: 10.1177/019459989110400609.
- Cusimano, M. D. Partial hypoglossal to facial nerve anastomosis for reinnervation of the paralyzed face in patients with lower cranial nerve palsies: technical note / M. D. Cusimano, L. Sekhar // *Neurosurgery.* — 1994. — Vol. 35. — P. 532–533. DOI: 10.1227/00006123-199409000-00027.
- Darrouzet, V. New technique of side-to-end hypoglossal-facial nerve attachment with translocation of the infratemporal facial nerve / V. Darrouzet, J. Guerin, J. P. Bebear // *J Neurosurg.* — 1999. — Vol. 90. — P. 27–34. DOI: 10.3171/jns.1999.90.1.0027.
- Lin, V. Global assessment of outcomes after varying reinnervation techniques for patients with facial paralysis subsequent to acoustic neuroma excision / V. Lin, M. Jacobson, J. Dorion et al. // *J. Otol Neurotol.* — 2009. — Vol. 30(3). — P. 408–13. DOI: 10.1097/MAO.0b013e31819a8e26.
- House, J. W. Facial nerve grading system / J. W. House, D. E. Brackmann // *Otolaryngol Head Neck Surg.* — 1985. — Vol. 93. — P. 146–147. DOI: 10.1177/019459988509300202.
- VanSwearingen, J. M. The Facial Disability Index: reliability and validity of a disability assessment instrument for disorders of the facial neuromuscular system / J. M. VanSwearingen, J. S. Brach // *Physical Therapy.* — 1996. — Vol. 76(12). — P. 1288–98. DOI: 10.1093/ptj/76.12.1288.
- Socolovsky, M. Bell's palsy and partial hypoglossal to facial nerve transfer: Case presentation and literature review / M. Socolovsky, M. D. Paez, G. D. Masi et al. // *Surgical Neurology International.* — 2012. — Vol. 3(1). DOI: 10.4103/2152-7806.95391.
- Gao, Z. Neuroorrhaphy for facial reanimation with interpositional graft: Outcome in 23 patients and the impact of timing on the outcome / Z. Gao, X. H. Jia, J. Xu et al. // *World Neurosurg.* — 2019. — Vol. S1878–8750(19). — P. 30547–9. DOI: 10.1016/j.wneu.2019.02.124.
- Пустовой, С. В. Комплексная коррекция дисфункции лицевого нерва в хирургии базальных опухолей задней черепной ямки: Автореф. дисс. канд. мед. наук / С. В. Пустовой. — СПб., 2010. — 103с.
- Biglioli, F. Facial reanimations: part II — long-standing paralyses / F. Biglioli // *Head of Maxillo-Facial Surgery Unit.* — 2015. — Vol. 53(10). — P. 907–12. DOI: 10.1016/j.bjoms.2015.07.001.
- Terzis, J. K. Developmental facial paralysis: a review / J. K. Terzis, K. Anesti // *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* — 2011. — Vol. 64. — P. 1318–33. DOI: 10.1016/j.bjps.2011.04.015.
- Lieber, R. L. Structural and functional changes in spastic skeletal muscle. / R. L. Lieber, S. Steinman, I. A. Barash et al. // *Muscle Nerve.* — 2004. — Vol. 29(5). — P. 615–627. DOI: 10.1002/mus.20059.
- Malik, T. H. A comparison of surgical techniques used in dynamic reanimation of the paralyzed face / T. H. Malik, G. Kelly, A. Ahmed et al. // *Otol Neurotol.* — 2005. — Vol. 26(2). — P. 284–91. PMID: 15793421
- Fu, L. Psychological distress in people with disfigurement from facial palsy / L. Fu, C. Bundy, S. A. Sadiq // *Eye (Lond).* — 2011. — Vol. 25. — P. 1322–6. DOI: 10.1038/eye.2011.158.
- Bradbury, E. T. Psychological and social factors in reconstructive surgery for hemi-facial palsy / E. T. Bradbury, W. Simons, R. J. Sanders // *J Plastic Reconstr Aesthet Surg.* — 2006. — Vol. 59(3). — P. 272–278. PMID: 16673541.