

# ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ И ЛОГОПЕДИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ФИЗИЧЕСКОЙ И РЕАБИЛИТАЦИОННОЙ МЕДИЦИНЕ

DOI: 10.36425/2658-6843-2019-3-32-36

## БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ В ГОЛОСОВОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ БОЛЬНЫХ ПОСЛЕ ЛАРИНГЭКТОМИИ

УДК 616.22-006.6-089.87:616.22-008.5-036.838

**Красавина Е.А., Балацкая Л.Н., Чойнзонов Е.Л.**

*Научно-исследовательский институт онкологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук, Томск, Россия*

## BIOFEEDBACK IN VOICE REHABILITATION OF PATIENTS AFTER LARINGECTOMY

**Krasavina E.A., Balatskaya L.N., Choinzonov E.L.**

*Nauchno-issledovatel'skii institut onkologii, Tomskii natsional'nyi issledovatel'skii meditsinskii tsentr Rossiiskoi akademii nauk, Tomsk, Rossiya*

### **Введение**

Анализ литературы свидетельствует о неуклонном росте заболеваемости злокачественными новообразованиями гортани и гортаноглотки, как в России, так и за рубежом. Несмотря на доступность визуального осмотра гортани (непрямая ларингоскопия) более 70% пациентов при поступлении на специализированное лечение имеет местно-распространенный опухолевый процесс, то есть III или IV стадию заболевания. Таким пациентам показано комбинированное лечение, с хирургической операцией в объеме ларингэктомии [1,2,3].

Вследствие данного оперативного вмешательства происходит нарушение дыхательной и голосовой функций. После удаления гортани больному накладывается постоянная трахеостома. Трахея подшивается к коже на передней поверхности шеи, это приводит к разобщению дыхательных путей от глотки, полостей рта и носа, в результате верхние дыхательные пути укорачиваются на 15-18 см. Голосообразование на прежней функциональной основе становится невозможным, но при этом артикуляционный аппарат остается сохранным. Пациенты после ларингэктомии общаются малопонятной шепотной речью или с помощью письма.

Полное удаление гортани психологически весьма тяжело переносится больными, так как приводит к социальной изоляции, изменению привычного круга общения,

резко ухудшая качество жизни. Из-за отсутствия звучной речи человек становится инвалидом и лишается возможности трудовой деятельности. Проблема усугубляется тем, что большинство больных (около 60%) находятся в возрасте до 60 лет. Восстановление голосовой функции в послеоперационном периоде является основной задачей и имеет определяющее значение в плане качества жизни больного [4,5].

Восстановление коммуникативной функции дает больному возможность вести социально-активный образ жизни, при желании продолжить трудовую деятельность.

На сегодняшний день существует три метода восстановления голосовой функции больных, перенесших ларингэктомию: логопедический (формирование пищевого голоса), голосовые аппараты и хирургические методики, основанные на принципе трахеопищеводного шунтирования с установкой голосового протеза. Каждый из методов имеет свои показания и противопоказания [6,7,8].

В отделении опухолей головы и шеи НИИ онкологии Томского НИМЦ используются все три метода восстановления голосовой функции, но основным считается логопедический, предусматривающий формирование пищевого голоса. Данная методика является наиболее физиологичной и неинвазивной.

Восстановление голосовой функции больных раком гортани или гортаноглотки после ларингэктомии долгое

время остается серьезной проблемой, поэтому разработка методик голосовой реабилитации с применением новых технических средств является актуальной. Метод биологической обратной связи, примененный нами для формирования пищевого голоса, — это технология, в ходе которой, человеку посредством внешней цепи обратной связи, организованной преимущественно с помощью микропроцессорной или компьютерной техники, предъявляется информация о состоянии и изменении тех или иных собственных физиологических процессов, недоступных контролю в обычных условиях [5].

Целью нашего исследования было улучшение качества жизни больных после полного удаления гортани путем разработки современных методических подходов к голосовой реабилитации.

### Материалы и методы

В исследование включены 80 больных раком гортани и гортаноглотки в возрасте от 40 до 70 лет, которым восстановление голосовой функции проводилось в отделении опухолей головы и шеи Томского НИИ онкологии, мужчин – 77 (96,25%), женщин – 3 (3,75%). Из них 49 (68,5%) – это пациенты трудоспособного возраста до 60 лет.

Восстановление голосовой функции выполнялось путем формирования пищевого голоса по методике с применением биологической обратной связи, разработанной в Томском НИИ онкологии [9].

Статистическая обработка результатов проведена методом вариационной статистики с помощью пакета программ «STATISTICA 8.0» с использованием «t»-критерия Стьюдента для зависимых переменных. Для каждого вариационного ряда определена средняя арифметическая величина ( $M$ ), среднеквадратичное отклонение ( $\sigma$ ), средняя ошибка средней арифметической величины ( $m$ ). Достоверность различий средних арифметических величин определена по абсолютному показателю точности ( $P$ ), по таблице процентных точек распределения Стьюдента в зависимости от коэффициента достоверности ( $t$ ) и числа степеней свободы ( $n$ ). На основании критерия «t» по таблице Стьюдента определена вероятность различия ( $p$ ). Различие считалось статистически значимым при  $p < 0,05$ , т.е. в тех случаях, когда вероятность различия составляла больше 95%. Количественная оценка исследуемых явлений в ряде случаев представлена в виде относительной величины (%).

### Результаты исследования и обсуждение

После хирургического лечения в объеме ларингэктомии больной лишается фонационного органа – гортани. Вдыхаемый воздух поступает в легкие не через ротовую или носовую полость, а через трахеостому. В связи с этим работа по восстановлению голосовой функции после полного удаления гортани начинается с создания новой функциональной основы, не связанной с легочным дыханием [10].

Еще до начала комбинированного лечения, после установки диагноза рак гортани или гортаноглотки и поступления в стационар, с больным беседовала логопед и объясняла возможности послеоперационной голосовой реабилитации, рассказывала о методах восстановления звучной речи. Пациент должен знать, что большинство больных, перенесших полное удаление гортани, могут общаться звучной речью с окружающими, а многие из них продолжают трудовую деятельность по своей специальности, даже если она связана с голосовой нагрузкой.

Проводилась беседа с родными и близкими пациента, так как от них во многом зависит адаптация пациента в социальной среде. Выбор метода восстановления голосовой функции зависел от показаний и противопоказаний, а также учитывалось желание больного.

По мнению многих авторов, основным методом восстановления звучной речи у больных после полного удаления гортани считается логопедический метод, предусматривающий формирование пищевого голоса. Данная методика является физиологичной, малоинвазивной и практически не имеет противопоказаний [6,7,10].

Механизм формирования псевдоголоса включает в себя два принципиальных момента. Во-первых, формирование в верхней трети пищевода воздушного пузыря, в котором создается избыточное давление, являющееся эквивалентом избыточного давления в легких при нормальном голосообразовании. Во-вторых, создание псевдоголосовой щели в I физиологическом сужении пищевода на уровне CV – CVI и выработке ее произвольного смыкания. Большое значение имеет образование новых условных рефлексов и закрепление их многократными голосовыми тренировками, где существенную роль играют взаимодействие речеслухового, речедвигательного анализаторов и выработка новых ассоциативных путей голосообразования. По данным авторов звучную речь, достаточную для общения, можно восстановить в 62-91% случаев [10].

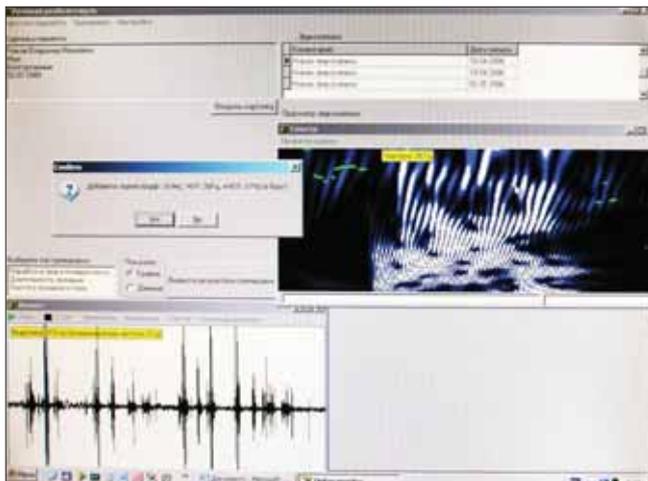
В отделении опухолей головы и шеи НИИ онкологии СО РМН разработана методика восстановления голосовой функции больных после ларингэктомии путем формирования пищевого голоса с применением биологической обратной связи. Во время голосовых тренировок пациент может осознанно управлять параметрами формируемого голоса (длительностью фонации, частотой основного тона, стабильностью частоты основного тона) [9].

Критериями включения пациентов в исследование являлось: состояние после ларингэктомии по поводу рака гортани при распространенности процесса T3-T4 с безканюльной трахеостомой.

Критериями невключения пациентов в исследование являлись признаки прогрессирования опухолевого процесса (метастазирование в регионарные лимфатические узлы шеи, продолженный рост опухоли), наличие глоточных свищей и фарингостомы, постоянное канюлоносительство, психические заболевания с расстройствами поведения.

Логовосстановительная терапия начиналась в ранний послеоперационный период после снятия швов и удаления носопищеводного зонда. Возможность начала занятий всегда обсуждалась совместно хирургом – онкологом и логопедом, по показаниям назначалась консультация терапевта или психотерапевта. Программа проведения реабилитационных мероприятий планировалась индивидуально для каждого больного в зависимости от объема хирургического вмешательства, общего самочувствия, состояния психики. Непременным условием являлось соблюдение основных принципов реабилитации: раннее начало занятий, непрерывность, преемственность, этапность, комплексный характер, переход от простого к сложному.

Голосовая реабилитация проводилась по методике восстановления звучной речи с использованием биологической обратной связи на основе математического моделирования голосообразования [9].



**Рис. 1.** Интерфейс реабилитационного компьютерно-программный комплекс «РЕАЛОГ»



**Рис. 2.** Фрагмент тренировки по вызыванию звука псевдоголоса с реабилитационным компьютерно-программным комплексом «РЕАЛОГ»

Методика включает в себя 4 этапа:

Первый этап – подготовительный. Основной задачей являлась активизация нервно-мышечного аппарата наружных мышц гортани и глоточных мышц, тренировка мышц шеи и глотки с целью обучения выталкиванию воздуха из полости рта. Особое внимание уделялось лечебной физкультуре для адаптации к новому типу дыхания через трахеостому.

Второй этап – формирование псевдоголосовой щели в I физиологическом сужении пищевода на уровне C5-C6, вызывание звука псевдоголоса.

На третьем этапе для голосовых тренировок используется реабилитационный компьютерно-программный комплекс «РЕАЛОГ» (Рис.1). После того как пациент свободно вызывает пищеводный голос в отраженной речи, ему предлагалось приступить к голосовым тренировкам с помощью компьютерно-программного комплекса «РЕАЛОГ» (Рис. 2). В работе программного комплекса используется специальная система цифровых фильтров, которая позволяет выделять параметры пищеводного голоса в режиме реального времени. Речевой сигнал вводится в компьютер при помощи микрофона. Поиск частоты основного тона производится в диапазоне от 30 до 441 Гц. Тренировочная подсистема комплекса включает в себя три типа тренировок: вызывание звука псевдоголоса, увеличение длительности фонации, повышение частоты основного тона. Для каждого типа тренировок использовался определенный набор параметров: число срабатываний для полного открытия картинки, порог срабатывания (минимальная интенсивность звука, при которой начинает фиксироваться речевой сигнал) в дБ, длительность речевого сигнала в мс, частота основного тона в Гц (Рис. 3).

Задание на каждую голосовую тренировку подбиралось индивидуально, исходя из текущих возможностей пациента. Параметры вводились в программу непосредственно перед занятием. Больной произносил речевой материал в микрофон вслед за логопедом, в режиме реального времени происходил спектральный анализ речевого сигнала и сравнение его с заданными параметрами. На экране монитора больной видел диаграмму

	<p><b>Вызывание звука псевдоголоса</b></p>
	<p>Количество срабатываний Порог срабатывания в дБ</p>
	<p><b>Увеличение длительности фонации</b></p>
	<p>Количество срабатываний Порог срабатывания в дБ Задание на длительность фонации в мс</p>
	<p><b>Повышение частоты основного тона</b></p>
	<p>Количество срабатываний Порог срабатывания в дБ Задание на частоту основного тона в Гц</p>

**Рис. 3.** Типы и параметры голосовых тренировок реабилитационного компьютерно-программный комплекс «РЕАЛОГ»

спектра своего голоса и имел возможность сравнить ее с пороговым значением. Попытка не засчитывалась, как успешная, если заданный порог не был достигнут. Если пациенту удавалось выполнить задание правильно, открывалась небольшая часть картинка. Голосовая тренировка заканчивается тогда, когда картинка полностью открыта. Все результаты фиксируются в виде графиков, что позволяло наглядно видеть итог каждого занятия.

Задачей четвертого этапа является улучшение тембра, модуляции пищеводного голоса и внятности звуковой речи. Вырабатывается умение варьировать интенсивность и частоту основного тона. На данном этапе рекомендуется чтение стихов, составление рассказов на любую интересную для больного тему, общение по телефону. Первоначально продолжительность голосовых тренировок составляет 4-6 минут 3-4 раза в день через 45-60 минут, по мере овладения пациентом звуковой речью это время увеличивалось до 8-10 минут 3-4 раза в день через 30-45 минут.

По трехбалльной системе оценки владения псевдогласом получены следующие результаты: овладели псевдогласом и общаются звуковой речью в полном объеме на 3 балла 25 (35,25%) пациентов. Общаются звуковой речью только в быту, произнося фразы из 3-4 слов, что соответствует 2 баллам 23 (28,75%) больных. Может вызвать звук псевдогласа только в отраженной речи 23 (28,75%) больных – 1 балл. Не овладел псевдогласом 9 пациентов (11,25%).

Акустические параметры пищеводного голоса сохранялись в базе данных после каждой голосовой тренировки.

Проводился детальный анализ спектральных компонентов формируемого голоса, и отслеживалась динамика основных показателей. Согласно полученным данным индивидуально для каждого больного определялась дальнейшая тактика голосовых тренировок и оценивалась эффективность реабилитационных мероприятий. Получены следующие результаты: показатели длительности фонации, в зависимости от количества тренировок в среднем увеличились с 80мс до 850мс. Динамика частоты основного тона по результатам тренировок составила с 40 до 120Гц.

Эффективность голосовой реабилитации больных после ларингэктомии составила 88,75% в сроки от 8 до 22 дней. При динамическом наблюдении за пациентами через 6 и 12 месяцев нами отмечено, что качественные характеристики пищеводного голоса продолжали улучшаться.

### Выводы

Таким образом, применение разработанной методики с использованием биологической обратной связи дает возможность осуществлять количественный мониторинг параметров пищеводного голоса в процессе всей логовосстановительной терапии; способствует скорейшему включению компенсаторных возможностей, ускоряет процесс формирования звуковой речи; позволяет повысить эффективность формирования пищеводного голоса, сократить сроки реабилитационных мероприятий и улучшить качество жизни больных после полного удаления гортани.

### Список литературы:

- Каприн А.Д., Старинский В.В., Петрова Г.В. Состояние онкологической помощи населению России в 2017 году. М.: РИИС ФИАН; 2018.
- Al. Perry, E. Casey, S. Cotton The Quality of Life of Patients After Total Laryngectomy. *International Journal of Language & Communication* 2015;50(4):467 – 475 <https://doi.org/10.1111/1460-6984.12148>
- Чойнзонов Е.Л., Белевич Ю.В., Чижевская С.Ю., Гольдберг В.Е., Фролова И.Г., Чернов В.И., Гольдберг А.В. Современные методы лечения больных раком гортани и гортаноглотки Сибирский онкологический журнал. 2016;15(3): 91-96. <https://doi.org/10.21294/1814-4861-2016-15-3-91-96>
- Карицкий А.П., Чулкова В.А., Пестерева Е.В., Семиглазова Т.Ю. Реабилитация онкологического больного как основа повышения качества его жизни. *Вопросы онкологии*. 2015;2:180-184.
- Красавина Е.А. Адаптивное биоуправление в голосовой реабилитации больных раком гортани: автореф. дис. ...канд. биол. наук. Новосибирск.: 2010. Ссылка активна на 13.05.2019. <https://www.dissercat.com/content/adaptivnoe-bioupavlenie-v-golosovoi-reabilitatsii-bolnykh-rakom-gortani>
- Кожанов А.Л. Современные аспекты лечения и реабилитации больных при раке гортани. *Опухоли головы и шеи*. 2016;6(2): 17-25. <https://doi.org/10.17650/2222-1468-2016-6-2-17-25>
- Al-Belkasy M. El-Sharnobyа E. W. Behairyа A.-F. Voice rehabilitation after total laryngectomy. *Menoufia Medical Journal*. 2015;28(4):800. <https://doi.org/10.4103/1110-2098.173591>
- D’Cruz AK., Sharma S., Pai PS. Current status of near-total laryngectomy: review. *J Laryngol Otol*. 2012 Jun;126(6):556-62. [doi.org/10.1017/S0022215112000424](https://doi.org/10.1017/S0022215112000424)
- Пат. 2286812 Российская Федерация, МПК А61Н 2/00. Способ восстановления звуковой речи у больных после полного удаления гортани. / Балацкая Л.Н.; Чойнзонов Е.Л.; Красавина Е.А.; Бондаренко В.П.; Коцубинский В.П. заявитель и патентообладатель ГУ науч. исслед. институт онкологии ТНЦ СО РАМН. – 2005108699/1; заявл.28.03.2005; опубл. 10.11.2006, Бюл. № 31.
- Таптапова С.Л. Восстановление звуковой речи у больных после резекций и удаления гортани. М.; Медицина;1985.

### References

- Kaprin A.D., Starinskii V.V., Petrova G.V. Sostoyanie onkologicheskoi pomoshchi naseleniyu Rossii v 2017 godu. M.: RIIS FIAN; 2018. (In Russ.).
- Al. Perry, E. Casey, S. Cotton The Quality of Life of Patients After Total Laryngectomy. *International Journal of Language & Communication*. 2015;50(4):467 – 475. <https://doi.org/10.1111/1460-6984.12148>
- Choinzonov E.L., Belevich Yu.V., Chizhevskaya S.Yu., Gol'dberg V.E., Frolova I.G., Chernov V.I., Gol'dberg A.V. Modern methods of treatment of patients with cancer of the larynx and hypopharynx. *Sibirskii onkologicheskii zhurnal*. 2016;15(3): 91-96 (In Russ.). <https://doi.org/10.21294/1814-4861-2016-15-3-91-96>
- Karitskii A.P., Chulkova V.A., Pestereva E.V., Semiglazova T.Yu. Rehabilitation of a cancer patient as a basis for improving the quality of his life. *Voprosy onkologii*. 2015;2:180-184(In Russ.).
- Krasavina E.A. Adaptivnoe bioupavlenie v golosovoi reabilitatsii bol'nykh rakom gortani: avtoref. dis. ...kand. biol. nauk. Novosibirsk.: 2010. (In Russ.). <https://www.dissercat.com/content/adaptivnoe-bioupavlenie-v-golosovoi-reabilitatsii-bolnykh-rakom-gortani>
- Kozhanov A.L. Current aspects of treatment and rehabilitation of patients with pharyngeal cancer. *Opukholi golovy i shei*. 2016;6(2): 17-25(In Russ.). <https://doi.org/10.17650/2222-1468-2016-6-2-17-25>
- M. Al-Belkasy, M. El-Sharnobyа, E. W. Behairyа, A. Abdel-Fattah. Voice rehabilitation after total laryngectomy. *Menoufia Medical Journal*. 2015;28(4):800. <https://doi.org/10.4103/1110-2098.173591>
- D’Cruz AK., Sharma S., Pai PS. Current status of near-total laryngectomy: review. *J Laryngol Otol*. 2012 Jun;126(6):556-62. <https://doi.org/10.1017/S0022215112000424>
- Pat. 2286812 Rossiiskaya Federatsiya, MPK A61N 2/00. Sposob vosstanovleniya zvuchnoi rechi u bol'nykh posle polnogo udaleniya gortani. / Balatskaya L.N.; Choinzonov E.L.; Krasavina E.A.; Bondarenko V.P.; Kotsubinskii V.P. zayavitel' i patentoobladatel' GU nauch. issled. institut onkologii TNTs SO RAMN. – 2005108699/1; zayavl.28.03.2005; opubl. 10.11.2006, Byul. № 31 (In Russ.).
- Taptapova S.L. Vosstanovlenie zvuchnoi rechi u bol'nykh posle rezektzii i udaleniya gortani. M.; Meditsina;1985 (In Russ.).

**РЕЗЮМЕ**

В НИИ онкологии Томского НИМЦ для голосовой реабилитации больных раком гортани и гортаноглотки после ларингэктомии разработана методика восстановления голосовой функции путем формирования пищевого голоса с применением биологической обратной связи. Метод биологической обратной связи ускоряет процесс формирования голосовых навыков за счет того, что пациент получает возможность во время голосовых тренировок осознанно управлять такими параметрами формируемого голоса как длительность фонации, частота основного тона, стабильность частоты основного тона. С целью изучения эффективности разработанной нами методики проведено исследование результатов голосовой реабилитации 80 больных раком гортани и гортаноглотки. Голосовая функция восстановлена у 71 (88,75%) пациентов в сроки от 8 до 22 дней.

**Ключевые слова:** рак гортани и гортаноглотки, ларингэктомия, голосовая реабилитация, биологическая обратная связь.

**ABSTRACT**

The research Institute of Oncology of the Tomsk Research Center for Voice Rehabilitation of patients with cancer of the larynx and laryngopharynx after laryngectomy has developed a method for restoring voice function by forming an esophageal voice using the method of biofeedback.

The method of biofeedback speeds up the formation of voice skills due to the fact that the patient gets the opportunity during voice training consciously manage such parameters of the voice being formed as the duration of phonation, pitch frequency, frequency stability of the pitch.

In order to study the effectiveness of the method developed by us, a study was conducted of the results of voice rehabilitation of 80 patients with cancer of the larynx and hypopharynx. Voice function was restored in 71 (88.75%) patients in the period from 8 to 22 days.

**Keywords:** larynx and laryngopharynx cancer, laryngectomy, voice rehabilitation, biofeedback.

**Контакты:**

**Красавина Елена Александровна.** E-mail: krasavinaea@mail2000.ru