

ПРИМЕНЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ В КОМПЛЕКСНОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ БОЛЬНЫХ ПОСЛЕ ПОЛНОГО УДАЛЕНИЯ ГОРТАНИ*

Л.Н. Балацкая¹, Е.Л. Чойнзонов¹, Е.А. Красавина¹, В.П. Бондаренко², А.Ю. Корнилов², В.П. Коцубинский²

*НИИ онкологии Томского научного центра СО РАМН¹
Томский университет систем управления и радиоэлектроники²*

В исследование были включены 24 пациента, перенесшие полное удаление гортани, которым проводилась логовосстановительная терапия по формированию звучной речи по методике на основе математического моделирования голосообразования с использованием биологической обратной связи. Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что применение современных методических подходов к речевой реабилитации может повысить эффективность формирования голосообразующей функции, сократить сроки реабилитации больных, перенесших полное удаление гортани, и улучшить их качество жизни.

USE OF BIOLOGICAL FEEDBACK IN THE COMPLEX REHABILITATION OF PATIENTS AFTER LARYNGECTOMY

L.N. Balatskaya, E.L. Choinzonov, E.A. Krasavina,
V.P. Bondarenko, A.Yu. Kornilov, V.P. Kotsubinskiy

*Cancer Research Institute, Tomsk Tomsk State University of
Control System and Radioelectronics*

Recovery of voice function according to the technique based on the mathematical model using the biological feedback was performed on 24 patients after laryngectomy. The results obtained showed that the use of the modern approaches to the speech rehabilitation allowed to increase the efficiency of voice function recovery, to reduce the terms of patients, rehabilitation after laryngectomy and to improve the life quality.

Проблема реабилитации и качества жизни больных злокачественными новообразованиями головы и шеи в последние годы приобретает все большую актуальность. Это связано с тем, что до настоящего времени вопросы о возможностях реабилитации столь тяжелой категории пациентов после успешно проведенного комбинированного лечения остаются сложными и мало изученными [5]. Значительная распространенность рака гортани, сложные и стойкие нарушения функций после хирургического этапа лечения, сопровождающиеся длительной утратой трудоспособности, ставят голосовую реабилитацию больных в ряд важнейших медико-социальных проблем. Главной особенностью состояния пациентов после ларингэктомии является то, что нарушается естественная система звукообразования. Утрачивается способность произносить звуки не только по причине отсутствия голосовых складок, но и в силу разобщения дыхательного и речевого аппарата [4]. При

реабилитационной работе с пациентами, перенесшими ларингэктомию, ведущая роль принадлежит функциональным тренировкам, направленным на компенсаторные возможности организма и формирование нового стереотипа голосообразования. Вместе с тем стойкие патологические связи, отсутствие должного самоконтроля за речью затрудняют, а иногда делают невозможным процесс обучения и полноценного включения компенсаторных механизмов [10]. В этой связи в настоящее время актуальная задача современной онкологии — разработка новых методических подходов к восстановлению звучной речи после ларингэктомии.

Одним из современных направлений реабилитации онкологических больных является восстановление голосовой функции с использованием биологической обратной связи (БОС). В его основе лежит способность человека к сознательному влиянию на функции организма, в обычных условиях не поддающихся произволь-

* Авторами получен грант IX Томского областного конкурса научно-инновационных разработок 2004 г.

ному контролю. С помощью компьютерных программ осуществляется регистрация физиологических параметров, которые легко преобразуются в воспринимаемые сигналы. Пациент следит за информацией на экране и учится контролировать и управлять физиологической функцией. В результате формируется биотехническая система, позволяющая изменять регулируемый параметр в заданных пределах.

Восстановление звучной речи после ларингэктомии представляет собой комплексный процесс создания нового компенсаторного фонационного органа и перестройки условно-рефлекторных связей в центральной нервной системе, которые существовали до операции, при сохранном артикуляционном аппарате и нейрофизиологических механизмах речи. Формирование новых условных рефлексов и закрепление их речевым материалом приводят к образованию пищевого голоса [10].

Традиционные методики восстановления звучной речи после полного удаления гортани, которые используются в настоящее время, оказываются недостаточными. Тяжесть и стойкость речевых нарушений в результате хирургического вмешательства при раке гортани диктуют необходимость поиска путей оптимизации процесса восстановления нарушенных функций, привлечение новых медицинских технологий, позволяющих эффективно использовать компенсаторные возможности организма. С этой целью в отделении опухолей головы и шеи Томского НИИ онкологии разрабатываются и внедряются методики восстановления речевой функции с использованием биологической обратной связи. БОС основана на измерении значений некоторых биологических сигналов, которые регистрируются в режиме реального времени и становятся доступными для наблюдения [8] (рис. 1).

В основу метода БОС положены учения И.П. Павлова об условных рефлексах и П.К. Анохина о функциональных системах [2, 3]. Физиологическая суть компенсаторных приспособлений состоит в том, что каждая попытка человека исправить имеющийся дефект должна



Рис. 1. Модель биологической обратной связи

быть оценена немедленно по ее результату. Направления БОС-терапии определяются видом регистрируемого параметра: по дыхательной аритмии сердца, частоте сердечных сокращений, электромиографическим, акустическим сигналам [1, 6, 7, 9].

Нами используются электромиографические сигналы, которые берутся с датчиков, установленных на область шеи пациента (рис. 2). Изменения фиксируются специальными приборами, информация подается в виде графиков, таблиц, электромиограмм. Следя за данными на экране, пациент должен сконцентрировать внимание на их изменении. Далее происходит оценка результата с помощью органов чувств и сравнение их с моделью ожидаемого результата. Если есть расхождение, то корректируются действия, направленные на исправление дефекта. Следующий этап может наступить только после соответствующей оценки предыдущего. Используя обратную связь, можно научиться уменьшать или увеличивать мышечное напряжение.

Процесс биоуправления при обучении звучной речи с использованием электроакустических сигналов осуществляется следующим образом (рис. 3):
— определяется пороговое задание,

- при помощи микрофона вводится речевой сигнал,
- в режиме реального времени проводится спектральный анализ речевого сигнала и происходит оценка результата,
- в наушники подается измененная речь в качестве образца,
- далее строится фраза и при помощи микрофона вводится речевой сигнал.

Электроакустические сигналы больной видит, слышит и оценивает. В ходе тренировок отрабатываются формирование и вызывание звука псевдоголоса, расширение диапазона звучания,

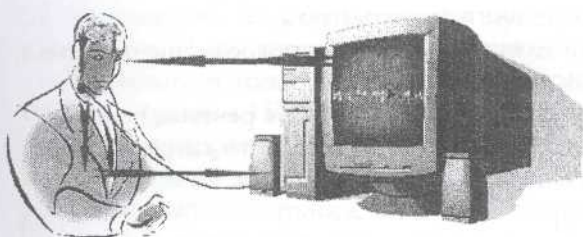


Рис. 2. Процесс биоуправления при обучении звучной речи с использованием электромиографических сигналов

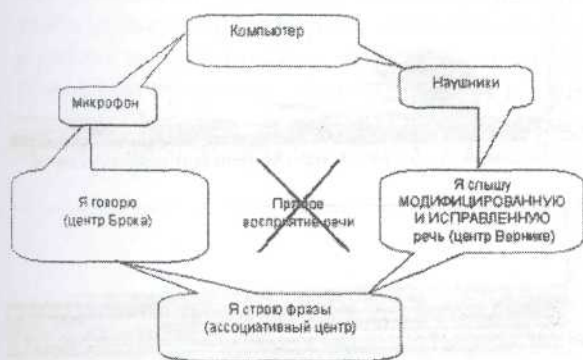


Рис. 3. Процесс биоуправления при обучении звучной речи с использованием электроакустических сигналов

интонационные вариации, умение варьировать интенсивность и частоту основного тона.

Речь является условно-рефлекторным процессом. Речевой круг образуют три речевых центра: центр Брока производит речь, управляя речевой мускулатурой; центр Вернике распознает собственную речь и речь других людей (слуховой центр речи); ассоциативный центр создает структуру фраз и предложений (рис. 4). Разрыв речевого круга в любой точке разрушает речевой процесс (рис. 5). После ларингэктомии из-за отсутствия гортани происходит разрыв речевого круга. В результате реабилитационных мероприятий функцию гортани берет на себя новый компенсаторный фонационный орган в первом физиологическом сужении пищевода и глоточных мышц и центр Брока вновь включается в речевой круг.

Таким образом, метод БОС использует природную способность мозга управлять ходом физиологических процессов, формируя новые системы рефлекторных связей, изменяя работу органов в нужном направлении.

Противопоказаниями к формированию пищеводной речи являются наличие фарингосто-



Рис. 4. Локализация речевых центров

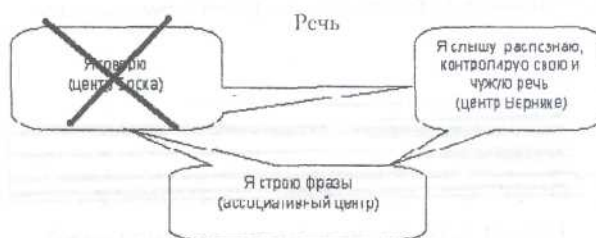


Рис. 5. Разрыв речевого круга

мы и трахеосвищей, метастазы в лимфоузлы шеи, продолженный рост опухоли, неподвижный фиксированный язык, психические нарушения. Лучевая терапия не противопоказана при проведении логовосстановительных занятий.

Материалы и методы

В исследование были включены 24 пациента, из них 22 мужчины и 2 женщины. Возраст варьировал от 40 до 70 лет, и 60% составили пациенты до 60 лет, для этой группы больных реабилитация голосовой функции и возвращение к прежней профессиональной деятельности были особенно важны. Хирургическое лечение выполнено в объеме:

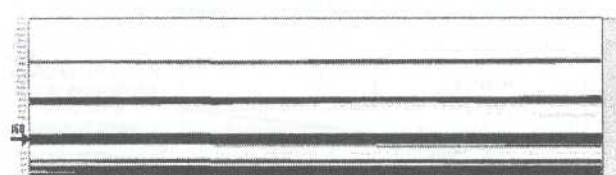
- ларингэктомия — 10 больных,
- ларингэктомия и фасциально-футлярное иссечение клетчатки шеи — 7 больных,
- ларингэктомия и тиреоидэктомия — 1 больной,
- ларингэктомия, трахеопищеводное шунтирование с установкой голосового протеза — 6 больных.

Распространенность процесса расценивалась как III—IV стадия заболевания. Диагноз у всех больных подтвержден гистологически.

Для анализа и синтеза голоса и речи использовалась программа компьютерной регистрации с последующей цифровой обработкой через аналого-цифровой преобразователь, входящий в программный комплекс. Это позволило нам формировать изображение типа "видимая речь", выводить в различных масштабах выбранные участки речевого сигнала на всех стадиях обработки, проводить детальный анализ спектральных компонентов речевого сигнала: цифровую фильтрацию, сегментацию сигнала по параметрам и спектру, выделение частоты и периода основного тона, выделение формантных частот.

Параметры, входящие в исследование:

- время максимальной фонации,
- частота основного тона,
- длительность паузы,
- продолжительность соотношения фразы, слов, звуков,
- распределение пауз в речевом потоке,
- соотношение полезного сигнала к шуму.



Женский голос в норме



Больная Т., 66 лет, в начале речевой реабилитации



Больная Т., 66 лет, после завершения этапа речевой реабилитации

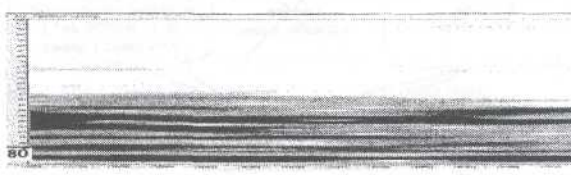
Рис. 6. Спектрограмма гласного звука [и]. Женский голос



Мужской голос в норме



Больной Д., 53 лет, в начале речевой реабилитации



Больной Д., 53 лет, после завершения этапа речевой реабилитации

Рис. 7. Спектрограмма гласного звука [и]. Мужской голос

Одной из важнейших характеристик речи является частота основного тона, которая соотносится с колебаниями голосовых складок для нормальной речи, а после ларингэктомии эту роль берет на себя псевдоголосовая щель в первом физиологическом сужении пищевода, на уровне C_{VII} .

На рис. 6 представлены три спектрограммы гласного [и] женского голоса. До хирургического лечения частота основного тона [и] женского голоса составила в среднем 160 Гц. В начале реабилитационных мероприятий частота основного тона колеблется от 40 до 80 Гц, отмечаются нестабильность и размытость. По завершении реабилитации частота основного тона приближается к норме и составляет 120 Гц. Она более стабильная и четкая по сравнению с началом этапа речевой реабилитации.

Показатели частоты основного тона гласного [и] представлены на спектрограммах мужского голоса (рис. 7). До хирургического лечения частота основного тона [и] мужского голоса составила в среднем 150 Гц. В начале реабилитационных мероприятий частота основного тона колеблется от 20 до 80 Гц, так же как на спектрограммах женского голоса, отмечаются нестабильность и размытость. По завершении этапа реабилитации частота основного тона составляет 80 Гц. Она более стабильная и четкая по сравнению с началом логовосстановительной терапии.

Исследование качества жизни онкологических больных как критерий оценки применения реабилитационных программ выполняется нами в рамках международного сотрудничества с Европейской организацией исследования и лечения рака. Анкеты-опросники больные заполняют до начала лечения, в начале и в конце ре-

билитационных мероприятий. По предварительным итогам исследования качества жизни с помощью анкет-опросников общего EORTC QLQ-30 и специфического для опухолей головы и шеи QLQ-H&N35 установлено, что восстановление звучной речи и голоса является тем средством, при помощи которого достигаются адаптация пациентов к нормальной жизни в социальной среде и возвращение к прежнему социальному статусу.

Таким образом, применение современных методических подходов к речевой реабилитации с использованием биологической обратной связи позволяет повысить эффективность восстановления звучной речи, сократить сроки реабилитации и улучшить качество жизни больных, перенесших полное удаление гортани.

Литература

1. Адлер Ч.С., Адлер Ш.М. // Биоправление-2. Теория и практика. Новосибирск, 1993. С. 108—103.
2. Анохин У.К. Очерки по физиологии функциональных систем. М., 1975. 306 с.
3. Анохин П.К. Узловые вопросы теории функциональных систем. М., 1980. 196 с.
4. Балацкая Л.Н. Речевая реабилитация и качество жизни после лечения больных опухолями головы и шеи: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Томск, 2001. 34 с.
5. Герасименко В.Н. Реабилитация онкологических больных. М.: Медицина, 1988. 270 с.
6. Гришин О.В., Зубков А.А., Гришин В.Г. // Биоправление-3. Теория и практика. Новосибирск, 1998. С. 122-129.
7. Шубина О. С. // Биоправление-3. Теория и практика. Новосибирск, 1998. С. 111-121.
8. Черниговская Н.В. Адаптивное биоправление. Л., 1993. 85 с.
9. Черникова Л.А., Некрасова Е.М., Торопова Н.Г. // Биоправление-3. Теория и практика. Новосибирск, 1998. С. 125-127.
10. Чойнзонов Е.Л., Балацкая Л.Н., Кицманюк З.Д. и др. Реабилитация больных опухолями головы и шеи. Томск, 2003. 296 с.

Поступила 9.06.04