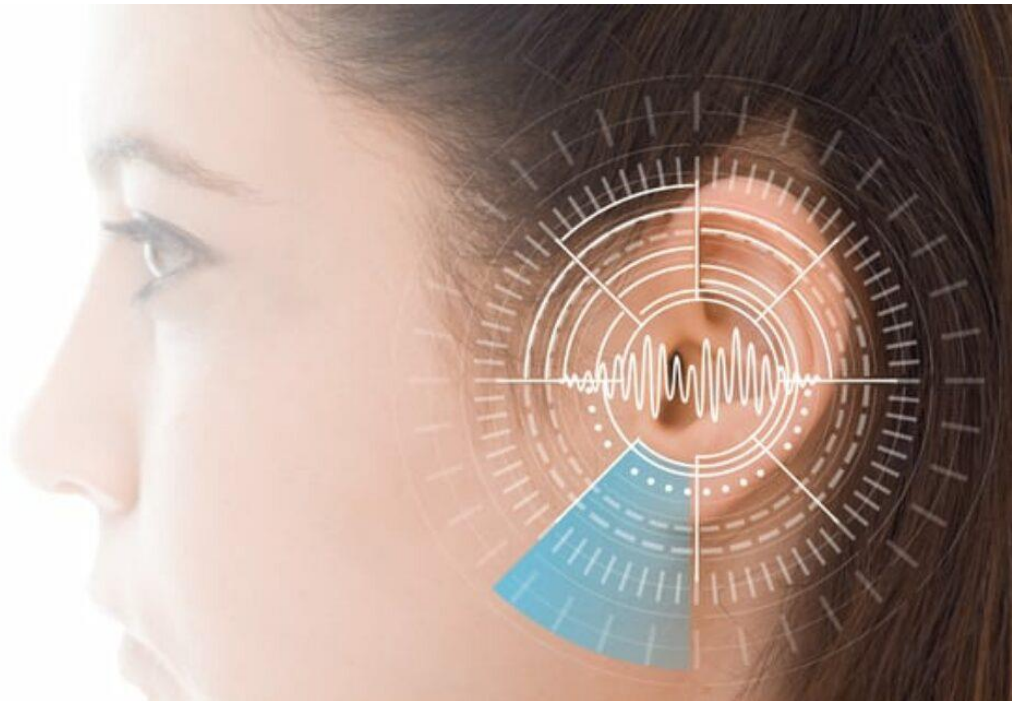


Выйти из тени [головы]: Систематический обзор литературы по CROS/BiCROS



Элизабет Стюарт (Elizabeth Stewart), AuD, PhD и Джейн Вудворд (Jane Woodward), MSc

Источник: Stewart E, Woodward J. Out of the [head] shadow: A systematic review of CROS/BiCROS literature. *Hearing Review*. 2021;28(8):22-25.

Эффект тени головы – аттенюация амплитуды сигнала, происходящая при распространении звуковых волн от одной стороны головы к другой – может создать проблемы для человека с односторонней некорректируемой тугоухостью. Одним из эффективных вариантов вмешательства у таких людей является контралатеральная маршрутизация сигнала (CROS) или двусторонняя контралатеральная маршрутизация сигнала (BiCROS)¹, в зависимости от состояния слуха в лучше слышащем ухе. В данной статье приводится систематический обзор литературных источников, описывающих преимущества и недостатки систем CROS/BiCROS. Мы также коснулись возможных направлений будущих исследований.

Люди с некорректируемой односторонней тугоухостью (ОСТ) – т.е. односторонним снижением слуха, не поддающимся коррекции с помощью звукоусиления, и нормальным слухом в противоположном ухе – испытывают проблемы с локализацией, доступностью звуков с "плохой" стороны, а также разборчивостью речи в шуме и на расстоянии.[1-3] В одном из недавних исследований было установлено, что сложность участия в беседе и наличие тиннитуса гораздо чаще встречаются при ОСТ, чем при двусторонней тугоухости.[4] ОСТ также связана с ослабленным социальным взаимодействием, выраженным ощущением одиночества и сниженным психологическим благополучием.[5-8] Дети с ОСТ чаще остаются на второй год,[9] нуждаются в дополнительных сервисах,[10] и подвержены большему риску задержки речезыкового развития.[11]

¹ С моей точки зрения, этот термин абсолютно не описывает суть метода. Напротив, он может ввести в заблуждение, ибо никакой двусторонней маршрутизации при этом не происходит. Разница между CROS и BiCROS сводится к степени усиления звука со стороны лучше слышащего уха. Поэтому в последнее время всё чаще ограничиваются термином CROS.

Одним из решений при некорректируемой ОСТ является контралатеральная маршрутизация сигнала (CROS), впервые предложенная Harford и Barry в 1965 г.[12] Передатчик, расположенный на стороне некорректируемого уха, улавливает звуковые сигналы и передает их в слуховой аппарат, находящийся на стороне нормально слышащего уха. Систему CROS можно также настроить как BiCROS (двусторонняя контралатеральная маршрутизация сигнала) для людей, у которых отмечается снижение слуха в лучше слышащем ухе. Наличие тугоухости в лучше слышащем ухе создает дополнительные проблемы, связанные с асимметричной тугоухостью.

Системы CROS и BiCROS представляют собой неинвазивное и простое решение для людей с некорректируемой тугоухостью в одном ухе и нормальным слухом (или корректируемой тугоухостью) – в противоположном ухе, т.к. они позволяют преодолеть эффект тени головы и улучшить разборчивость речи. Для лучшего понимания преимуществ, недостатков и особенностей практического применения систем CROS/BiCROS мы выполнили систематический обзор литературы, опубликованной между 2010 и 2020 г.г. Мы также хотели выявить пробелы в существующих исследованиях и получить представление о направлениях будущих научных работ.

Мы пользовались литературой на английском языке, доступной в PubMed и внутренних источниках. Рефераты статей оценивались с точки зрения выбора используемых устройств, репрезентативности групп пациентов, приемлемости полученных данных и общего соответствия целям исследования. Полнотекстовые версии потенциально релевантных статей, отобранных на основании вышеупомянутого анализа рефератов, изучались на предмет адекватности методики исследования, оценки результатов, статистического анализа, последующего наблюдения и клинической значимости результатов.

Из 68 рефератов были отобраны 36 как потенциально релевантные. В окончательный анализ включили 27 статей, отвечающих нашим задачам. К изучавшимся показателям относились разборчивость речи (в тишине и шуме), локализация, удобство использования и субъективное качество слуха и/или жизни. Некоторые детали, относящиеся к включенным в обзор статьям, приведены в табл. 1.

Табл. 1: Некоторые детали, относящиеся к статьям, включенным в данный обзор литературы. К категории "Другое" отнесены одна статья о связи между односторонней тугоухостью и благополучием и две статьи, посвященные влиянию индивидуальных характеристик пациентов на принятие решения об использовании систем CROS.

Тематика статьи	Популяция	
	Взрослые	Дети
CROS/BiCROS/оба	10/4/1	1/0/0
Сравнение эффективности кохлеарного импланта (КИ) и CROS	3	0
Обзор литературы / Консенсусный документ	3	2
Другое	3	0

Преимущества CROS/BiCROS

В рассматривавшейся литературе приведены следующие доказанные преимущества:

1. Улучшение разборчивости речи в шуме, при условии поступления речи со стороны некорректируемого уха.[13-22]
2. Улучшение разборчивости речи в тишине при условии поступления речи спереди [14?20] и со стороны некорректируемого уха. [1318]
3. Улучшение разборчивости речи в диффузном шуме.[19,23]
4. Повышение субъективного качества жизни по показателям облегчения общения и улучшения качества звука.[3,15,18,20,22,24,25]
5. Дополнительные преимущества систем CROS/BiCROS в сравнении с такими устройствами, как кохлеарные импланты и вживляемые в кость слуховые аппараты, в отношении удобства использования, неинвазивности и эстетики.[7,20,26,27]

Недостатки CROS/BiCROS

Чтобы правильно сориентировать клиентов, важно учесть существующие недостатки систем CROS/BiCROS. К их числу, согласно данным литературы, относятся:

1. Ухудшение разборчивости речи в шуме при поступлении шума со стороны некорректируемого уха.[13-16,19-21,23,24,28,29]
2. В целом, отсутствие улучшения локализации при использовании CROS/BiCROS.[3,5,19-21,25,27] В трех работах отмечено ухудшение локализации при использовании CROS/BiCROS по сравнению с отсутствием технических средств.[14,16,17] Следует, однако, отметить, что люди с тугоухостью – особенно при одном некорректируемом ухе – как правило, обладают худшими локализационными способностями, чем люди с нормальным слухом,[16] т.к. им недоступна необходимая для этого бинауральная информация. Таким образом, не следует ожидать улучшения локализации за счет использования систем CROS/BiCROS, потому что контралатеральная маршрутизация сигнала не восстанавливает слышимость звуков в некорректируемом ухе.

Каковы оптимальные методики исследования CROS/BiCROS

Самое очевидное преимущество CROS/BiCROS проявляется в улучшении разборчивости речи в шуме при поступлении речи с некорректируемой стороны, а самый очевидный недостаток – в ухудшении разборчивости речи, если с некорректируемой стороны поступает шум. Однако ситуации с поступлением речи только со стороны лучше слышащего уха, а шума – только с некорректируемой стороны, нечасто встречаются в повседневной жизни. В реальной обстановке мы чаще встречаемся с диффузным шумом. Действительно, в лабораторных исследованиях рекомендуется использовать диффузный, а не локализованный шум, что обеспечивает более реалистичное звуковое окружение в процессе исследования разборчивости речи в шуме.[19,29]

Помимо поведенческих показателей разборчивости речи и локализации, Van de Heyning с соавторами [30] рекомендуют использовать анкеты, содержащие вопросы о качестве жизни (КЖ), частоте использования устройств, а также уровне шума в ушах (при его наличии) до и после начала использования CROS/BiCROS. Bagatto с соавторами [13] советуют пользоваться стандартизованными характеристиками (например, возраст на момент постановки диагноза, степень тугоухости в хуже слышащем ухе, тип вмешательства), а при оценке эффективности вмешательства опираться исключительно на "успешные" результаты.

Каковы практические соображения при подборе систем CROS/BiCROS?

В изученной нами литературе приводятся некоторые важные рекомендации по подбору систем CROS/BiCROS. Например, по возможности следует избегать окклюзии нормальнослышащего или лучше слышащего уха, чтобы сохранить монауральную информацию и минимизировать изменения акустики наружного слухового прохода.[7,13] Кроме того, Snapp [7] отмечает необходимость объективного измерения эффективности устройств CROS/BiCROS с использованием общепринятых методик верификации в реальном ухе.

Для определения потенциальной эффективности устройств CROS/BiCROS необходимо также тестировать разборчивость речи в шуме и оценивать потребности конкретных клиентов.[7] Согласно рекомендациям Bagatto с соавт. [13], следует консультировать клиентов в отношении ситуаций, когда система CROS окажется неэффективной, например, при локализации источника звука или при поступлении шума со стороны CROS. Кроме того, авторы отмечают, что для повышения эффективности системы CROS/BiCROS в шуме могут потребоваться дистанционные микрофоны.

Существуют ли пробелы в научных исследованиях?

Мы считаем, что вопросы, относящиеся к CROS/BiCROS, изучены недостаточно. Результаты выполненного нами обзора литературы раскрывают потенциальные направления дальнейших исследований в этой области. Например, есть предположение о том, что системы CROS способны повысить качество слуха и, как следствие, качество жизни,[3,18] однако этот аспект необходимо изучить дополнительно. Кроме того, важные преимущества систем CROS/BiCROS, не ограничивающиеся разборчивостью речи, могут быть обнаружены при исследовании слухового напряжения.

Заключение

Изучение преимуществ технологии CROS/BiCROS выявило важное улучшение показателей слуха и субъективных впечатлений пользователей. В литературе упоминаются также некоторые недостатки CROS/BiCROS, связанные с консультированием клиентов. Эстетика, относительная неинвазивность и простота использования делают CROS/BiCROS привлекательным решением для людей с некорректируемой односторонней тугоухостью. Не исключено, что в будущих исследованиях удастся выявить дополнительные преимущества технологии CROS/BiCROS, связанные со слуховым напряжением и качеством жизни.

Литература

1. Lieu JEC, Tye-Murray N, Karzon RK, Piccirillo JF. Unilateral hearing loss is associated with worse speech-language scores in children. *Pediatrics*. 2010;125(6):e1348-e1355.
2. McKay S, Gravel JS, Tharpe AM. Amplification considerations for children with minimal or mild bilateral hearing loss and unilateral hearing loss. *Trends Amplif*. 2008;12(1):43-54.
3. Snapp HA, Holt FD, Liu X, Rajguru, SM. Comparison of speech-in-noise and localization benefits in unilateral hearing loss subjects using contralateral routing of signal hearing aids or bone-anchored implants. *Otol Neurotol*. 2017;38(1): 11-18.
4. Pierzycki RH, Edmondson-Jones M, Dawes P, Munro KJ, Moore DR, Kitterick PT. Associations between hearing health and well-being in unilateral hearing impairment. *Ear Hear*. 2020;42(3):520-530.
5. Leterme G, Bernardeschi D, Bensemman A, et al. Contralateral routing of signal hearing aid versus transcutaneous bone conduction in single-sided deafness. *Audiol Neurotol*. 2015;20(4):251-260.
6. Lucas L, Katiri R, Kitterick PT. The psychological and social consequences of single-sided deafness in adulthood. *Int J Audiol*. 2018;57(1):21-30.
7. Snapp H. Nonsurgical management of single-sided deafness: Contralateral routing of signal. *J Neurol Surg B Skull Base*. 2019;80(2):132-138.
8. Wie OB, Pripp AH, Tvette O. Unilateral deafness in adults: Effects on communication and social interaction. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 2010;119(11):772-781.
9. Bess FH, Dodd-Murphy J, Parker RA. Children with minimal sensorineural hearing loss: prevalence, educational performance, and functional status. *Ear Hear*. 1998;19(5):339-354.
10. Oyler RF, Oyler AL, Matkin ND. Unilateral hearing loss: Demographics and educational impact. *Lang Speech Hear Serv Sch*. 1988;19(2):201-210.
11. Lieu JEC, Karzon RK, Ead B, Tye-Murray N. Do audiologic characteristics predict outcomes in children with unilateral hearing loss? *Otol Neurotol*. 2013;34(9):1703-1710.
12. Harford E, Barry J. A rehabilitative approach to the problem of unilateral hearing impairment: The contralateral routing of signals (CROS). *J Speech Hear Disord*. 1965;30(2):121-138.
13. Bagatto M, DesGeorges J, King A, et al. Consensus practice parameter: Audiological assessment and management of unilateral hearing loss in children. *Int J Audiol*. 2019;58(12):805-815.
14. Choi JE, Ma SM, Park H, Cho Y-S, Hong SH, Moon IJ. A comparison between wireless CROS/BiCROS and soft-band Baha for patients with unilateral hearing loss. *PLoS One*. 2019;14(2):e0212503.
15. Fogels J, Jonsson R, Sadeghi A, Flynn M, Flynn T. Single-sided deafness-Outcomes of three interventions for profound unilateral sensorineural hearing loss: A randomized clinical trial. *Otol Neurotol*. 2020;41(6), 736-744.
16. Kuk F, Seper E, Lau C, Crose B, Korhonen P. Effects of training on the use of a manual microphone shutoff on a BiCROS device. *J Am Acad Audiol*. 2015;26(5), 478-493.
17. Kurz A, Rak K, Hagen R, Ehrmann-Muller D. Evaluating the decision for cochlear implantation in individuals with single-sided deafness (SSD): Implementing the SSD Consensus Protocol into clinical routine. *Otol Neurotol*. 2020;41(6):727-735.
18. Mosnier I, Lahlou G, Flament J, et al. Benefits of a contralateral routing of signal device for unilateral Naida CI cochlear implant recipients. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2019;276(8):2205-2213.
19. Picou EM, Davis H, Lewis D, Tharpe AM. Contralateral routing of signal systems can improve speech recognition and comprehension in dynamic classrooms. *J Speech Lang Hear Res*. 2020;63(7):2468-2482.
20. Ryu N-G, Moon IJ, Byun H, et al. Clinical effectiveness of wireless CROS (contralateral routing of offside signals) hearing aids. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2015;272(9):2213-2219.

21. Snapp HA, Hoffer ME, Liu X, Rajguru SM. Effectiveness in rehabilitation of current wireless CROS technology in experienced bone-anchored implant users. *Otol Neurotol*. 2017;38(10):1397-1404.
22. Williams VA, McArdle RA, Chisolm TH. Subjective and objective outcomes from new BiCROS technology in a veteran sample. *J Am Acad Audiol*. 2012;23(10):789-806.
23. Dwyer RT, Kessler D, Butera IM, Gifford RH. Contralateral routing of signal yields significant speech in noise benefit for unilateral cochlear implant recipients. *J Am Acad Audiol*. 2019;30(3):235-242.
24. Oeding K, Valente M. Sentence recognition in noise and perceived benefit of noise reduction on the receiver and transmitter sides of a BiCROS hearing aid. *J Am Acad Audiol*. 2013;24(10):980-991.
25. Peters JPM, Smit AL, Stegeman I, Grolman W. Review: Bone conduction devices and contralateral routing of sound systems in single-sided deafness. *Laryngoscope*. 2015;125(1):218-226.
26. Arndt S, Laszig R, Aschendorff A, Hassepas F, Beck R, Wesarg T. Cochlear implant treatment of patients with single-sided deafness or asymmetric hearing loss. *HNO*. 2017;65[Suppl 2]:98-108.
27. Dornhoffer JR, Dornhoffer JL. Pediatric unilateral sensorineural hearing loss: Implications and management. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*. 2016;24(6):522-528.
28. Snapp HA, Hoffer ME, Spahr A, Rajguru S. Application of wireless contralateral routing of signal technology in unilateral cochlear implant users with bilateral profound hearing loss. *J Am Acad Audiol*. 2019;30(7):579-589.
29. Taal CH, van Barneveld DCPBM, Soede W, Briaire JJ, Frijns JHM. Benefit of contralateral routing of signals for unilateral cochlear implant users. *J Acoust Soc Am*. 2016;140(1):393.
30. Van de Heyning P, Tavora-Vieira D, Mertens G, et al. Towards a unified testing framework for single-sided deafness studies: A consensus paper. *Audiol Neurotol*. 2016;21(6), 391-398.

Авторы



Элизабет Стюарт (Elizabeth Stewart), AuD, PhD, начала работать в Центре аудиологических исследований Phonak (PARC) в Ороре (штат Иллинойс) в 2017 г. в качестве аудиолога-исследователя. В настоящее время занимается исследованием продукции на ранних этапах ее разработки, а также различными совместными исследовательскими проектами.



Джейн Вудворд (Jane Woodward), MSc, работает в головном офисе Phonak в Штефе (Швейцария) с 2005 г. в качестве менеджера аудиологической продукции. Занимается созданием доказательной базы по функциям продукции, а также обучением.