

Grundlegende und weiterführende Überlegungen bei der Anpassung von CROS und BiCROS: Übertragungskontrolle und Beratung



Dennis Van Vliet (nach Jeff Crukley und Adriana Goyette)

Der Umgang mit unilateralem Hörverlust, auch bezeichnet als einseitige Taubheit, bei dem ein Ohr einen unversorgbaren Hörverlust hat und das andere Ohr ein normales oder versorgbares Hörvermögen, ist nach wie vor eine Herausforderung für Hörgeräteakustiker und Menschen mit Hörverlust. Für diese Menschen bietet Starkey Lösungen mit kontralateraler Signalweiterleitung (Contralateral Routing Of Signal, CROS) und bilateralem CROS (BiCROS) an, die in vielen Hörsituationen hilfreich sind. Für diese Erörterung definieren wir CROS-Systeme als Systeme, die das Signal von der Kopfseite mit einem Hörverlust, der von einer Verstärkung nicht profitiert, zum normal oder besser hörenden Ohr übertragen. BiCROS-Systeme übertragen das Signal von einem unversorgbaren Ohr zum anderen Ohr, das Verstärkung benötigt, und mischen die Signale nach Bedarf.

Wir wissen, dass die Aktivierung eines CROS- oder BiCROS-Mikrofons und -Senders unter bestimmten Umständen die Sprachverständlichkeit beeinträchtigen kann, während in anderen Fällen ein CROS-System die Kommunikation merklich verbessert. Mit einer sorgfältigen Beratung, Programmierung und Konfiguration der, in den CROS-Systemen verfügbaren Optionen, können Hörsystemträger jedoch problemlos von den Vorteilen der Technologie profitieren.

Dieser Leitfaden für Hörgeräteakustiker wird

1. das Grundprinzip und die Zielgruppe von CROS

und BiCROS erläutern; **2.** die Erfolgsquoten bei der Anpassung von CROS- und BiCROS-Systemen erörtern; **3.** den Nutzen und die Beschränkungen von CROS- und BiCROS-Systemen besprechen; **4.** einen Ansatz zur Verbesserung unserer Unterstützung für CROS-/BiCROS-Träger erläutern; **5.** das manuelle Umschalten der Übertragung kontralateraler Signale abhängig von den Hörbedingungen erläutern und **6.** Starkeys CROS-System für CROS- und BiCROS-Träger beschreiben.

Überlegungen zur Anpassung

In den USA liegt die Inzidenz Erwachsener mit Hörproblemen aufgrund eines mittleren bis schweren unilateralen Hörverlusts bei etwa 1,5 Prozent oder 1,7 Millionen Menschen (Golub, Lin, Lustig & Lalwani, 2018). Die Asymmetrie zwischen beiden Ohren infolge einseitiger Taubheit ist ein besonderes und schwieriges Problem für Hörgeräteakustiker und beeinträchtigt die Lebensqualität der Betroffenen. Menschen mit einseitiger Taubheit haben Schwierigkeiten mit dem Zuhören in lauten Umgebungen und der Lokalisierung von Klängen (Dillon, 2001; Ericson, Svärd, Högset, Devert & Ekström, 1988; Olsen, Hernvig & Nielsen, 2012; Taylor, 2010).

Bei einseitiger Taubheit kann der Kopfschatteneffekt erheblich die Wahrnehmung von Klängen vermindern, die auf der Seite des schlechter hörenden Ohrs eintreffen. Der Kopfschatteneffekt tritt ein, wenn auf einer Seite des Kopfes eintreffender

Schall auf seinem Weg zur gegenüberliegenden Seite physisch vom Kopf behindert wird, sodass der Schall gedämpft und gefiltert wird (Fletcher, 1953; Shaw, Newman & Hirsh, 1947; Taylor, 2010; Tillman, Kasten & Horner, 1963). Die Schalldämpfung durch den Kopfschatteneffekt ist frequenzabhängig. Frequenzen über 2000 Hz werden um bis zu 15–20 dB gedämpft, während Frequenzen unter 1000 Hz in der Regel um weniger als 10 dB gedämpft werden (Taylor, 2010; Upfold, 1980). Diese frequenzabhängige Schalldämpfung macht das Sprachverständnis für Menschen mit einseitiger Taubheit besonders schwierig, wenn das Sprachsignal von der Seite mit dem schlechteren Hörvermögen kommt. Valente, Valente, Enrietto & Layton (2002) haben berichtet, dass Menschen mit einseitiger Taubheit eine zusätzliche Erhöhung des Störabstands um 13 dB benötigen, um ein vergleichbares Sprachverständnis bei Störgeräuschen zu erreichen wie Menschen mit normalem Hörvermögen.

Derzeitige Lösungen

Die Empfehlung von CROS- und BiCROS-Systemen ist weiterhin ein üblicher Standard für die Unterstützung von Menschen mit Hörverlust, bei denen ein Ohr nicht von einer Verstärkung profitieren würde. Manchmal werden implantierte knochenverankerte Hörsysteme (Bone Anchored Hearing Aids, BAHA) oder Power-CIC-Systeme (Completely-In-Canal) empfohlen, die den Schall mittels Knochenleitung zur gegenüberliegenden Seite übertragen (transkranielles CROS). Bei Kindern mit asymmetrischem Hörverlust werden häufig FM-Systeme verwendet und es wird eine optimale Platzierung im Klassenraum empfohlen. 2019 hat die FDA bei einigen Fällen von einseitiger Taubheit die Verwendung von Cochlea-Implantaten zugelassen. Ein Cochlea-Implantat ist kein CROS, sondern ein Implantat, das den Hörnerv elektrisch stimuliert.

CROS-Anwendungen

Harford and Barry (1965) haben das CROS-System für Menschen mit einem Ohr ohne funktionales Hörvermögen und einem Ohr mit normalem Hörvermögen eingeführt. Ein CROS-System besteht aus einem Mikrofon und einem Empfänger in zwei separaten Geräten. Das mit Mikrofon **ausgestattete Gerät** wird an dem Ohr ohne funktionales Hörvermögen angebracht und der Empfänger an dem Ohr mit normalem oder fast normalem Hörvermögen. **Der am Mikrofon eintreffende Schall des Ohres ohne funktionales Hörvermögen** wird über eine drahtgebundene oder drahtlose

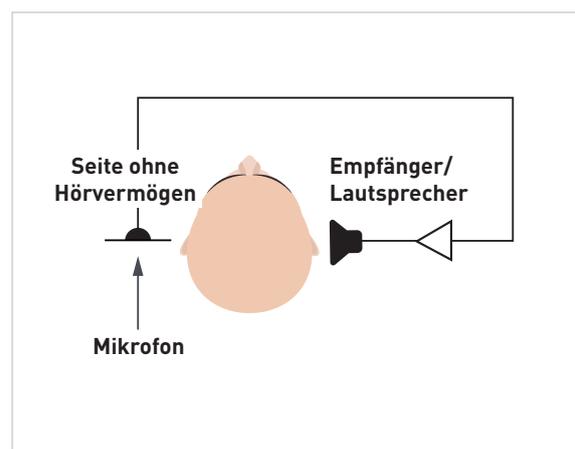


Abbildung 1: Schematische Darstellung eines CROS-Systems.

Verbindung auf das **Empfangssystem** an dem Ohr mit normalem Hörvermögen übertragen (Dillon, 2001; Taylor, 2010). Abbildung 1 zeigt eine schematische Darstellung eines CROS-Systems. Dank der kontralateralen Signalweiterleitung können Hörsystemträger den Klang von ihrer nicht hörenden Seite über ihr normal hörendes Ohr hören.

Zielgruppe

CROS-Systeme werden für Menschen mit normalem Hörvermögen oder maximal einem leichten Hochttonabfall auf dem besser hörenden Ohr in Betracht gezogen (Dillon, 2001; Taylor, 2010). Die richtige Anpassung und Abstimmung eines

CROS-Systems sollte eine vergleichbare Hör-empfindung für Schall ergeben, wie bei binauralen Versorgungsungen (Dillon, 2001).

Zudem werden CROS-Systeme verwendet, um bei Menschen mit einem versorgbaren Hochtonsteilabfall in einem Ohr und einem unversorgbaren Hörverlust im anderen Ohr die Verstärkung zu erhöhen, ohne Rückkopplungen zu erzeugen. Ein herkömmliches Hörsystem oder BiCROS-System würde das Risiko von Rückkopplungen aufgrund der geringen Entfernung zwischen Mikrofon und Empfänger erhöhen, da diese Hörsystemträger eine erhebliche Verstärkung der hohen Frequenzen in Verbindung mit einer offenen Otoplastik benötigen. Diese Art der Anwendung wird manchmal als „Power-CROS“ bezeichnet. Das Risiko von Rückkopplungen wird verringert, indem Mikrofon und Empfänger an den gegenüberliegenden Seiten des Kopfes platziert werden (Dillon, 2001).

Erwartungen

Zunächst müssen potenzielle Träger eines CROS-Systems verstehen, dass das System das Hörvermögen verbessern kann, aber nicht die vom binauralen Hören gewohnte räumliche Ortung wiederherstellen wird. Erfolgreiche Anpassungen von CROS-Systemen sind solche, bei denen der potenzielle Träger einen Nutzen aus seinem System zieht und beschließt, es weiter zu verwenden. Potenzielle CROS-Träger haben auf ihrem besser hörenden Ohr ein normales oder fast normales Hörvermögen und nehmen gegebenenfalls unter vielen Hörbedingungen keine Probleme wahr (Hayes, 2006). Der empfundene Bedarf und die Motivation der Nutzer sind daher entscheidende Erfolgsfaktoren. Ein Träger eines CROS-Systems muss in der Lage sein, **Hörsituationen** zu erkennen, in denen sein schlechter hörendes Ohr ihm Schwierigkeiten bereitet und in denen das CROS-System einen Vorteil bringt (Hayes, 2006; Taylor, 2010). Mit CROS-Systemen wird tendenziell eine Erfolgsquote von 50 Prozent erzielt (Harford & Barry, 1965; Harford & Dodds, 1966; Hayes, 2006; Taylor, 2010; Valente, Valente &

Mispagel, 2006). Teilweise werden jedoch auch Erfolgsquoten von bis zu 67 Prozent angegeben (Hill, Avron, Digges, Gillman & Silverstein, 2006).

Subjektive Ergebnisse

Der Nutzen von Hörsystemen kann objektiv anhand von Sprachverständnistests oder subjektiv mithilfe von Benutzerbewertungen beurteilt werden, die in der Regel über Fragebögen eingeholt werden. Die objektive Leistung und der objektive Nutzen werden in einem späteren Abschnitt dieser Abhandlung erörtert. Hier werden wir uns mit dem subjektiv gemessenen Nutzen von CROS-Systemen befassen. **Personen, die erfolgreich mit CROS-Systemen versorgt worden sind** können in Selbsteinschätzungsfragebögen von signifikanten Vorteilen in verschiedenen Bereichen berichten. Für die Beurteilung des Nutzens von CROS-Systemen für die Hörsystemträger wurden unter anderem folgende Fragebögen verwendet: Hearing Handicap Inventory for the Elderly (HHIE; Ventry & Weinstein, 1982), Abbreviated Profile of Hearing Aid Benefit (APHAB; Cox & Alexander, 1995), Glasgow Hearing Aid Benefit Profile (GHABP; Gatehouse, 1999), International Outcome Inventory for Hearing Aids (IOI-HA; Cox et al., 2000; Cox & Alexander, 2002; Cox, Alexander & Beyer, 2003) und Speech, Spatial, and Qualities of Hearing Scale (SSQ; Gatehouse & Noble, 2004).

Hol et al. (2005) haben eine Studie zur Evaluierung des Nutzens von CROS-Systemen und knochenverankerten Hörsystemen (BAHA) mithilfe der APHAB- und GHABP-Fragebögen durchgeführt. Die APHAB-Ergebnisse zeigten signifikante Vorteile des CROS-Systems gegenüber dem unversorgten Hören in den Bereichen Hören in ruhiger Umgebung (Ease of Communication, EC), Hören mit Hintergrundgeräuschen (Background Noise, BN) und Hören in hallenden Räumen (Reverberation, RV). Im Bereich Unbehaglichkeit durch Lärm (Aversiveness, AV) führte die Verwendung eines CROS-Systems zu einer Verschlechterung. Die GHABP-Ergebnisse zeigten für die Verwendung

eines CROS-Systems einen mittleren Vorteil von 39 Prozent gegenüber dem unversorgten Hören, eine mittlere Restbeeinträchtigung von 42 Prozent und eine mittlere Zufriedenheit von 32 Prozent.

Baguley et al. (2006) haben eine Metaanalyse der CROS-Studien durchgeführt, bei denen der Nutzen mittels APHAB gemessen wurde. Bei allen ausgewerteten Studien haben die CROS-Träger in allen vier APHAB-Subskalen (*EC, BN, RV, AV*) mehr Vorteile bei Verwendung eines CROS-Systems als beim unversorgten Hören angegeben.

Hol et al. (2010) haben eine Studie durchgeführt, um die Ergebnisse einer Gruppe von Teilnehmern mit unilateralem Hörverlust zu vergleichen, die ein CROS-System, ein aus einem unilateralem CIC-Hörsystem bestehendes transkraniales CROS-System und ein BAHA an einem Kopfband verwendet hatten. Die Teilnehmer haben für unversorgtes Hören und jede der versorgten Bedingungen jeweils niederländische Versionen der APHAB- und SSQ-Fragebögen ausgefüllt. Die Teilnehmer bescheinigten dem CROS-System den größten Nutzen in den APHAB-Subskalen EC, BN und RV. Alle versorgten Bedingungen führten zu einer Verschlechterung in der AV-Subskala. Die SSQ-Daten zeigten, dass das CROS-System den Teilnehmern größeren Nutzen brachte als das CIC-System oder BAHA.

Ryu et al. (2014) haben eine Studie zur Evaluierung der klinischen Wirksamkeit eines drahtlosen CROS-Systems durchgeführt. Subjektive Zufriedenheit und Nutzen wurden mit koreanischen Versionen der HHIE- und SSQ-Fragebögen ermittelt. Alle Teilnehmer gaben bei den emotionalen, situativen und Gesamtbewertungen des HHIE sowie bei den SSQ-Subskalen Sprache, räumliches Hören und Hörqualität signifikante Verbesserungen an.

BiCROS-Anwendungen

Ein BiCROS-System besteht aus einem Mikrofon am schlechteren Ohr und einem Hörsystem am

besser hörenden Ohr. Eintreffender Schall am Mikrofon der schlechter hörenden Seite wird über eine drahtgebundene oder drahtlose Verbindung auf das Hörsystem an der besser hörenden Seite übertragen (Dillon, 2001; Taylor, 2010). Abbildung 2 zeigt eine schematische Darstellung eines BiCROS-Systems. Traditionelle BiCROS-Systeme mischen die Signale beider Seiten über einen Verstärker.

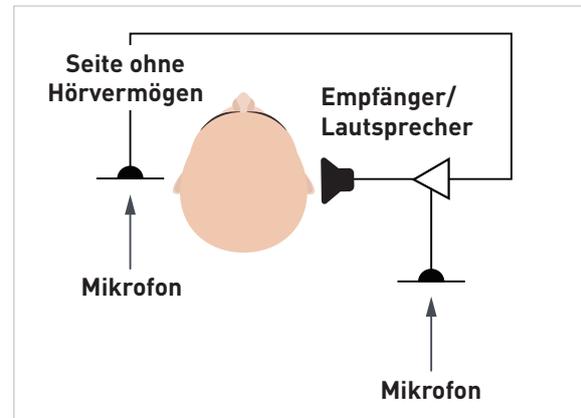


Abbildung 2: Schematische Darstellung eines BiCROS-Systems.

Zielgruppe

BiCROS-Systeme helfen Menschen mit einem asymmetrischen beidseitigen Hörverlust, bei dem ein Ohr kein funktionales Hörvermögen oder einen so großen Hörverlust hat, dass es von einer Verstärkung nicht profitieren würde, und das andere Ohr versorgbar ist (Dillon, 2001; Taylor, 2010). Da bei potenziellen BiCROS-Trägern ein beidseitiger Hörverlust vorliegt, werden sie wahrscheinlich bei einer Vielzahl von Hörsituationen eine Verbesserung durch die Verstärkung wahrnehmen. Daher liegt die Erfolgsquote von BiCROS-Anpassungen in der Regel im Bereich von 70–80 Prozent (Hill et al., 2006). Eine Studie mit erfahrenen BiCROS-Trägern ergab eine beeindruckende Erfolgsquote von 95 Prozent bei der Verwendung moderner digitaler Systeme (Williams et al., 2012).

Erfolgreiche Träger von BiCROS-Systemen gaben in Selbsteinschätzungsverfahren signifikante Vorteile in verschiedenen Bereichen an. Motivation ist eine wesentliche Komponente einer erfolgreichen BiCROS-Anpassung und das Erzielen

einer guten Anpassung des Hörsystems am besseren Ohr ist ein entscheidender erster Schritt (Hayes, 2006). Wahrnehmbare Verbesserungen bei Hörvermögen, Klangwahrnehmung und Sprachverständlichkeit auf dem schlechteren Ohr sind vernünftige Ziele für eine erfolgreiche BiCROS-Anpassung (Hayes, 2006).

Subjektive Ergebnisse

Wie bei den CROS-Systemen wurde der Nutzen von BiCROS-Systemen mit objektiven sowie mit subjektiven Maßnahmen wie den APHAB- und SSQ-Fragebögen bewertet. Williams et al. (2012) haben eine Studie zum Vergleich von Leistung, Nutzen und Zufriedenheit bei aktuellen (zum Zeitpunkt der Studie) BiCROS-Systemen und BiCROS-Systemen der Vorgängergeneration durchgeführt. Die Teilnehmer gaben bei den neueren BiCROS-Systemen in allen Bereichen und Subskalen und fast allen Einzelpunkten der SSQ eine signifikant bessere Leistung und Qualität als bei den Vorgängersystemen an. Die Autoren haben auch ausgewählte Punkte des MarkeTrak-Fragebogens (Kochkin, 1990) aufgenommen, um die Zufriedenheit der Teilnehmer mit ihren aktuellen und vorherigen BiCROS-Systemen zu beurteilen. Die Teilnehmer gaben für alle im MarkeTrak-Fragebogen bewerteten Punkte an, deutlich zufriedener mit ihren aktuellen Systemen zu sein.

Oeding und Valente (2013) haben eine Studie zur Untersuchung des subjektiven Nutzens eines BiCROS-Systems im Alltag mithilfe des APHAB-Fragebogens durchgeführt.

Die Teilnehmer haben den APHAB-Fragebogen für unversorgtes Hören ausgefüllt und erneut vier Wochen später mit einem BiCROS-System. Die gemittelten APHAB-Daten zeigen, dass die Studienteilnehmer signifikante Vorteile des BiCROS-Systems in den Bereichen EC, BN und RV des APHAB wahrgenommen haben.

CROS- und BiCROS-Systeme wurden in den vergangenen Jahrzehnten kontinuierlich weiterentwickelt und verbessert. Wir wissen, dass Hörsystemträger moderne CROS- und BiCROS-Systeme vorziehen und mit diesen besser hören als mit Systemen auf Basis älterer Technologien (Hill et al., 2006; Williams et al., 2012). Außerdem wissen wir, dass Hörsystemträger in vielen Situationen von CROS-/BiCROS-Systemen profitieren und diese dem unilateralen oder unversorgten Hören vorziehen (Hill et al., 2006; Hol, Kunst, Snik & Cremers 2010; Kuk, Korhonen, Crose & Lau, 2014; Lin et al., 2006; Ryu et al., 2014). Dennoch bereiten einige Hörkomplikationen wie die fehlende Möglichkeit, echtes binaurales Hören und räumliche Ortung wiederherzustellen, die Unverträglichkeit der gegebenenfalls erforderlichen zusätzlichen Verstärkung und Verzerrungen im besseren Ohr den CROS-/BiCROS-Trägern weiterhin Probleme (Hol, Bosman, Snik, Mylanus & Cremers, 2005; Hol et al., 2010; Kuk et al., 2014; Lin et al., 2006; Ryu et al., 2014).

Objektiver Nutzen von CROS-/BiCROS-Systemen

Zusätzlich zur bereits erörterten Beurteilung der Nutzervorteile über subjektive Selbsteinschätzungsverfahren kann der Nutzen von CROS- und BiCROS-Systemen auch anhand objektiver Leistungsmessungen beurteilt werden. Bei objektiven Leistungsmessungen wird in der Regel das Sprachverständnis bei Störgeräuschen gemessen. Das Sprachverständnis bei Störgeräuschen wird oft angegeben als der erforderliche Störabstand für ein Verständnis von 50 Prozent gemäß Hearing in Noise Test (HINT; Nilsson, Soli, & Sullivan, 1994) oder für 50 Prozent richtig verstandene Wörter gemäß Words in Noise Test (WIN; Wilson, 2003). Alternativ können Störabstand und Lautstärke der Ziel- und Störsignale konstant gehalten werden, um Unterschiede im Prozentsatz der richtig verstandenen Wörter auszuweisen, wie in den Studien von Kuk et al. (2014; 2015) geschehen.

Leistungsfähigkeit von CROS-Systemen

In diesem Abschnitt werden wir die Vor- und Nachteile von CROS- und BiCROS-Systemen unter verschiedenen experimentellen Bedingungen für das objektive Sprachverständnis erörtern. CROS- und BiCROS-Systeme werden in diesem Abschnitt gemeinsam betrachtet, da die erörterten Hörbedingungen ähnliche Auswirkungen auf die objektive Leistung für Träger beider Systeme haben.

CROS-/BiCROS-Systeme bieten die größten Vorteile gegenüber unilateralen Systemen, wenn Sprachsignale von der Seite mit dem schlechteren Hörvermögen (Senderseite) kommen (Abbildung 3). Der Kopfschatteneffekt wird beseitigt, indem das Sprachsignal direkt zum besseren Ohr übertragen wird. Dadurch kann das System den Störabstand verbessern.

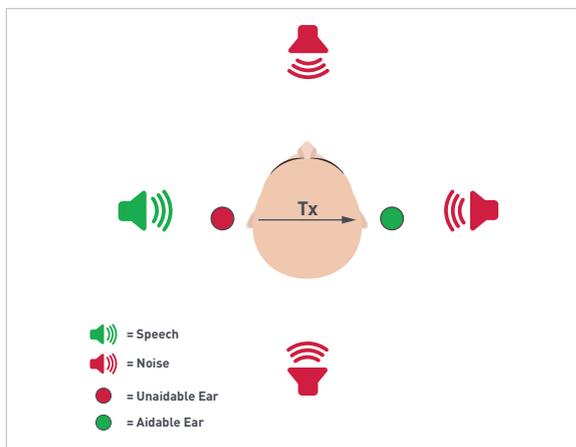


Abbildung 3: CROS/BiCROS ist vorteilhaft, wenn Sprachsignale von der schlechter hörenden Seite kommen.

Kuk et al. (2014) haben bei einer Gruppe von sechs BiCROS-Trägern mit einer modifizierten Version des Hearing in Noise Test (HINT; Nilsson et al., 1994) das Sprachverständnis bei Störgeräuschen getestet. Die beste Leistung wurde beobachtet, wenn sich Sender- und Empfängerseite im direktionalen Modus befanden. Eine aktive CROS-/BiCROS-Übertragung bringt den größten Nutzen, wenn Sprachsignale von der schlechter hörenden Seite kommen. Die Verwendung von

Richtmikrofonen erhöht diesen Nutzen noch.

Das Sprachverständnis bei Störgeräuschen kann abhängig von der Richtung von Störgeräuschen und gewünschtem Signal gegebenenfalls schlechter ausfallen. Siehe Abbildung 4 und 5 (Hol et al., 2005; Ryu et al., 2014) sowie Abbildung 6 (Hol et al., 2005), (Hol et al., 2010), (Kuk et al., 2015).

Die Auswertung der Forschung zu CROS und BiCROS liefert die Erkenntnis, dass die Systeme hilfreich sind, wenn ein Signal auf das mit einem CROS-Mikrofon versorgte Ohr ohne Hörvermögen gerichtet ist, und nachteilig, wenn unerwünschte Signale ähnlich gerichtet sind. Das geht zulasten der Träger, die die Ausrichtung des Kopfes und die Übertragung von der Seite mit CROS-Mikrofon kontrollieren müssen, um die Leistung zu optimieren.

Anpassung und Beratung von CROS-/BiCROS-Trägern

Eine sinnvolle Herangehensweise ist das Einrichten von Hörprogrammen, mit denen Benutzer von BiCROS-Systemen einfach zwischen verschiedenen Modi umschalten und so zwischen CROS, BiCROS und monauraler Funktion wählen können. Benutzer von CROS-Systemen benötigen eventuell nur die Möglichkeit, die Übertragung ein- oder auszuschalten. Um eine optimale Leistung zu erzielen, sollte den Hörsystemträgern geraten werden, sich so gut wie möglich in der Umgebung auszurichten und die verfügbaren Hörprogramme durchzuprobieren, um die Einstellung zu verwenden, bei der sie am besten hören.

Starkey CROS-Systeme

Starkey hat eine lange Tradition in der Herstellung individuell angepasster festverdrahteter CROS- und BiCROS-Systeme nach den spezifischen Anforderungen der Kunden. Mit der Einführung der 900-MHz-Wireless-Funktion für die Standardprodukte der Muse-Serie konnten CROS- und BiCROS-Hörsysteme standardmäßig für Kunden

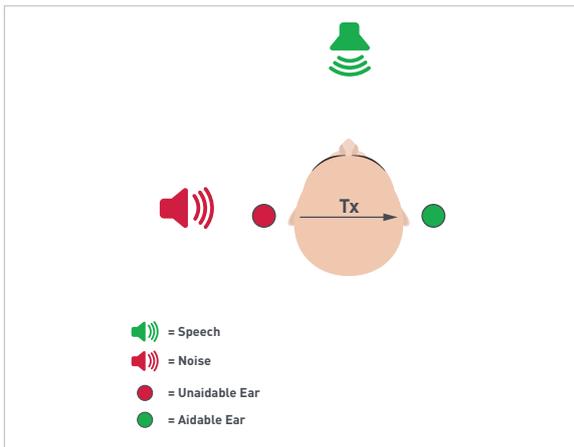


Abbildung 4: CROS/BiCROS ist unvorteilhaft, wenn Sprachsignale von vorne und Störgeräusche von der schlechter hörenden Seite kommen.

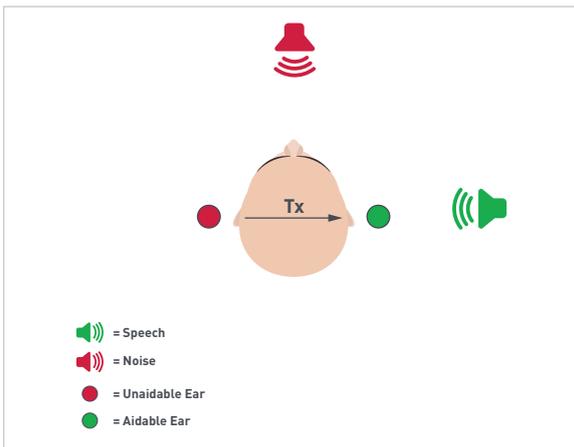


Abbildung 5: CROS/BiCROS ist unvorteilhaft, wenn Störgeräusche von vorne und Sprachsignale von der besser hörenden Seite kommen.

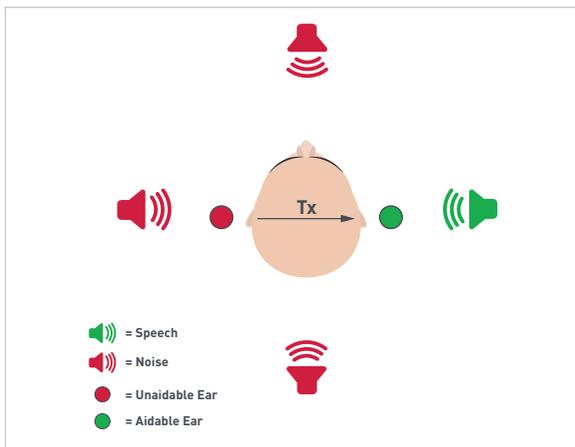


Abbildung 6: CROS/BiCROS ist unvorteilhaft, wenn Sprachsignale von der besser hörenden Seite und Störgeräusche von vorne, von hinten und von der schlechter hörenden Seite kommen.

mit unilateralem und asymmetrischem Hörverlust angeboten werden. Als die 2,4-GHz-Technologie soweit ausgereift war, dass sie routinemäßig für Funktechnologie in Hörsystemen eingesetzt werden konnte, wurde sie in die Thrive-Produktlinie für die Programmierung und die Verbindung mit Zubehör und Smartphones integriert. Mit dieser aktualisierten Technologie setzte Starkey elektromagnetische Nahfeldinduktion (NFMI) ein, um das Signal vom CROS-Mikrofon als Sender zu dem Hörsystem zu übertragen, welches die akustischen Informationen am besser hörenden Ohr bereitstellt.

Die CROS-/BiCROS-Produkte von Starkey erlauben bei Bedingungen, die ungünstig für CROS-/BiCROS-Systeme sind, die einfache manuelle Steuerung der Signalübertragung von der schlechter hörenden Seite. Die Möglichkeit, die Hörsysteme über die Smartphone-App oder eine Fernbedienung zu steuern, erleichtert es Hörsystemträgern mit eingeschränkter Fingerfertigkeit, die Hörprogramme zu wechseln, die Lautstärke anzupassen oder die Übertragung ein- und auszuschalten.

Das Empfangsgerät ist ein standardmäßiges RIC-Hörsystem (Hörer im Gehörgang) mit Batterietyp 312, ein standardmäßiges HdO-Hörsystem (Hinter dem Ohr) mit Batterietyp 13 oder ein aufladbares RIC-Hörsystem. Diese Produkte unterstützen alle die Verbindung über 2,4 GHz und sind induktionsspulenkompatibel.

Die heutigen Systeme von Starkey lassen sich einfach nach den Anforderungen der Träger als CROS- oder BiCROS-System oder einfaches Hörsystem programmieren.



Abbildung 7: CROS- und BiCROS-Hörsysteme

Der RIC-Sender wird am schlechteren Ohr platziert und mit dem CROS Hörer (Abb. 8) verbunden, der in den Gehörgang eingesetzt wird. Der CROS Hörer sieht ähnlich wie ein SnapFit-Hörer aus, enthält jedoch keine elektronischen Komponenten oder Drähte. Er ist kostengünstig und kann mit Standarddome jeder Größe oder Otoplastiken verwendet werden. Zudem ist er mit CROS beschriftet, um ihn leichter von herkömmlichen Hörern unterscheiden zu können.

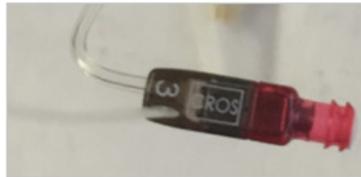


Abbildung 8: CROS-Hörer für RIC-Sender

Für Ohrankopplung des HdO-Senders sollte ein dünner Schlauch mit einem offenen Dome in der Größe verwendet werden, die am angenehmsten für den Träger ist (Abbildung 9).



Abbildung 9: Dünnschlauch des HdO-Senders

Merkmale

Flexibilität für eine einfache und optimale Nutzung der CROS- und BiCROS-Systeme von Starkey:

- Zubehör: CROS-/BiCROS-Hörsysteme sind kompatibel mit allen 2,4-GHz-Zubehörprodukten wie der Fernbedienung, Mini Remote Microphone, Remote Microphone +, Tischmikrofon und TV-Übertragungsgerät.
- Hinweistöne: Spezielle Hinweistöne (die sich von denen für Lautstärke und Batteriestand unterscheiden) zeigen dem Hörsystemträger

an, dass die Übertragung durch das CROS-/BiCROS-System gestartet oder beendet wurde.

- Flexible Mikrofonnutzung: Unterstützung von omnidirektionalen und direktionalen Mikrofonmodi an Sender und Empfänger.
- Hörprogramme: Der Hörgeräteakustiker kann CROS/BiCROS für jedes Hörprogramm aktivieren oder deaktivieren. Außerdem kann ein Hörprogramm im Modus „Nur Hörsystem“ eingerichtet werden, in dem die CROS-/BiCROS-Funktion nicht aktiv ist (keine Übertragung). (Abbildung 10 und 11)
- Edge Modus: Eine manuell aktivierte Analyse der unmittelbaren akustischen Umgebung sowie die mittels künstlicher Intelligenz gesteuerte Anwendung von Einstellungen für Geräuschreduktion, Verstärkung und Ausgabe zur Optimierung von Hörkomfort und Leistung (Abbildung 12).

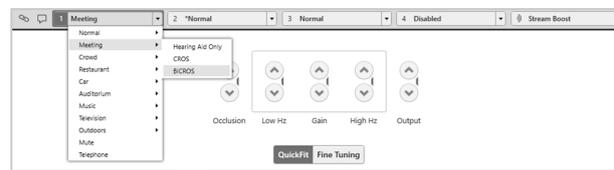


Abbildung 10: Unabhängige Konfiguration der Hörprogramme

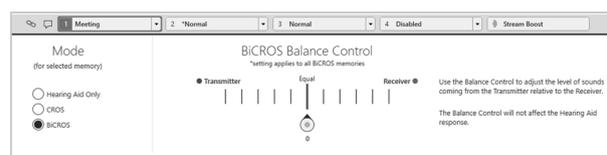


Abbildung 11: Balanceregulierung

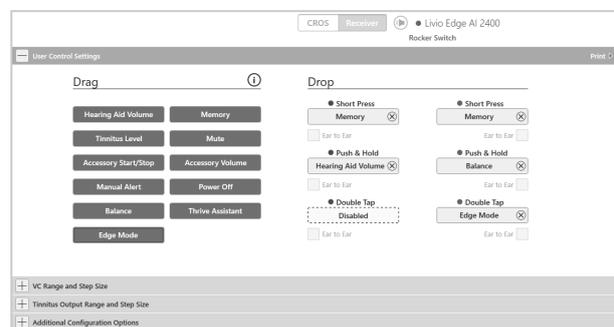


Abbildung 12: Konfiguration der integrierten Steuerung

Manuelle Steuermöglichkeiten sind wichtig für CROS-/BiCROS-Träger

Wie bereits erörtert, werden Hörsystemträger abhängig von der Umgebung von den CROS-/BiCROS-Optionen profitieren. Einer der Vorteile des CROS-/BiCROS-Systems von Starkey ist, dass der Hörgeräteakustiker nach Bedarf vielfältige Optionen für den Zugriff auf die erweiterten Funktionen der Thrive Plattform und die Steuerung der CROS-Übertragung hinzufügen kann.

Fallstudien

Die folgenden Fallstudien sollen mögliche Anpassungsstrategien für CROS-/BiCROS-Träger illustrieren:

Fall 1: die BiCROS-Trägerin

Anamnese: Die 79 Jahre alte Barbara hat wegen eines langjährigen unilateralen Hörverlusts, der ihr zunehmend die Kommunikation erschwert, ihren Hörgeräteakustiker aufgesucht. Im Rahmen ihrer Anamnese hat sie erklärt, dass sie seit einem plötzlichen Hörverlust vor 20 Jahren auf dem rechten Ohr vollständig gehörlos ist. Sie hat gelernt, mit dem unilateralen Hörverlust zu leben, aber jetzt beginnt sie, auch auf dem linken Ohr Schwierigkeiten mit dem Hören festzustellen. Es fällt ihr schwer, Gespräche an lauten Orten zu verstehen, insbesondere wenn sich der Gesprächspartner zu ihrer Rechten befindet. Barbara erwähnte auch, dass sie in einem Altenheim lebt und sich normalerweise nicht in lauten Umgebungen aufhält. Sie hat jedoch Probleme damit, ihre Freundinnen in der Cafeteria zu verstehen.

Empfehlung: Nach Durchführung einer vollständigen audiologischen Testreihe stellte der Hörgeräteakustiker fest, dass Barbara einen vollständigen Hörverlust im rechten Ohr sowie einen leichten bis mittleren Hochtonabfall im linken Ohr hat. Der Hörgeräteakustiker hat ein Starkey BiCROS-System empfohlen, um ihr Sprachverständnis über das linke Ohr zu verbessern und die Verständnisschwierigkeiten bei Sprachsignalen von der rechten Seite zu verringern. Da Barbara

Probleme mit der Fingerfertigkeit hat, hat der Hörgeräteakustiker außerdem die Verwendung der 2,4-GHz-Fernbedienung zum Wechseln der Hörprogramme und Anpassen der Lautstärke empfohlen.

Die Anpassung: Aufgrund der Anamnese hat der Hörgeräteakustiker beschlossen, in Barbaras Hörsystem drei Hörprogramme einzurichten:

1. Normal (BiCROS), **2.** Restaurant (BiCROS) und **3.** Normal (Nur Hörsystem). Der Hörgeräteakustiker hat Barbara erklärt, dass das Hörprogramm „Nur Hörsystem“ von Vorteil sein kann, wenn der Gesprächspartner sich zu ihrer Linken (besseres Ohr) befindet. BiCROS wird besser funktionieren, wenn sie in einer lauten Umgebung eine Person zu ihrer Rechten (schlechteres Ohr) verstehen will. Sie haben das Umschalten der Hörprogramme mit der Fernbedienung geübt und der Hörgeräteakustiker hat einen weiteren Termin angesetzt, um zu besprechen, welche Hörprogramme am häufigsten verwendet werden, und gegebenenfalls Anpassungen vorzunehmen.

Fall 2: der CROS-Träger

Anamnese: John ist ein vielbeschäftigter 55-Jähriger, bei dem vor Kurzem ein linksseitiges Akustikusneurinom entfernt wurde, wodurch er das Hörvermögen im linken Ohr verloren hat. Auf dem rechten Ohr hat er ein normales Hörvermögen. Er berichtete von Schwierigkeiten beim Verstehen von Gesprächen zu seiner Linken in lauten Restaurants. Er erwähnte keine Probleme in leisen Umgebungen oder wenn die Sprecher rechts von ihm sitzen. John ist sehr aktiv und ist regelmäßig in lauten Restaurants, Meetings und Hörsälen. Er möchte die Hörsysteme gerne ohne weiteres Zubehör nutzen, da er nichts mit sich herumtragen möchte.

Empfehlung: Johns Hörgeräteakustikerin hat ihm ein CROS-Hörsystem von Starkey empfohlen, bei dem Hörprogrammwechsel und Lautstärkeregelung so konfiguriert sind, dass sie über die Drucktaste am Hörsystem gesteuert werden. Da

John ein Smartphone bei sich trägt, kann er über die Thrive Hearing Control App auf zusätzliche Funktionen zugreifen, ohne weiteres Zubehör mitführen zu müssen.

Die Anpassung: Die Hörgeräteakustikerin hat das Hörsystem mit zwei Hörprogrammen konfiguriert: **1.** Normal (CROS) und **2.** Restaurant (CROS) (Richtmikrofon aktiv). Außerdem kann John die Übertragung stoppen und das Mikrofon des Empfängers stummschalten, indem er die Drucktaste für einige Sekunden gedrückt hält. Sie haben das Wechseln der Hörprogramme und die Aktivierung der Stummschaltung geübt. Die Hörgeräteakustikerin hat John erläutert, wie er in verschiedenen Umgebungen von den jeweiligen Hörprogrammen profitieren kann, und sie haben einen Kontrolltermin vereinbart, um den Nutzen der verschiedenen Hörprogramme zu besprechen.

Fall 3: BiCROS-Trägerin 2

Anamnese: Julie ist eine sozial aktive Frau von 74 Jahren mit einem bilateralen sensorineuralen Hörverlust, leicht auf dem linken Ohr mit hervorragendem Wortverständnis und mittelschwer bis schwer auf dem rechten Ohr mit mittelmäßigem Wortverständnis. Sie wurde in einer HNO-/Audiologiepraxis zunächst ohne viel Erfolg monaural auf der rechten Seite versorgt. Anschließend wurde ihr dort ein zweites Hörsystem für das bessere Ohr empfohlen, aber sie war weiterhin nicht zufrieden. Daraufhin suchte sie Hilfe in einem näher gelegenen Hörzentrum. Dort führten weitere Tests und Befragungen zur Empfehlung eines BiCROS-Systems, da das Hörsystem am schlechteren Ohr bisher lediglich Unbehagen und Ablenkung verursachte. Julie ist in ihren eigenen Worten „technisch beeinträchtigt“ und hat Schwierigkeiten mit der Bedienung von Funktionen, die über die einfachsten Grundfunktionen ihres Smartphones hinausgehen.

Empfehlung: Ein BiCROS-System mit der Möglichkeit, zwischen zwei oder drei Hörprogrammen zu

wechseln, die (1) monaurale Verstärkung auf der linken Seite, (2) einen CROS-Modus und (3) einen BiCROS-Modus bieten.

Die Anpassung: Auf Julies Smartphone wurde eine einfache Routine eingerichtet, sodass sie zwischen den Hörprogrammen ihres hochwertigen Starkey BiCROS-Systems wechseln kann, ohne überlegen zu müssen, welches Ohr ein aktives Mikrofon braucht. Sie muss einfach nur die Hörprogramme ausprobieren und dasjenige verwenden, das ihr in der jeweiligen Situation am besten hilft. Ihr wurde eine 2,4-GHz-Fernbedienung als einfachere Alternative zum Umschalten angeboten, aber sie hat sich für die Steuerung über ihr Smartphone entschieden. Anschließend Kontrolltermine waren sehr ermutigend. Julie berichtete von hervorragenden Ergebnissen und war sehr zufrieden mit der Anpassung.

Fazit

Unilaterale und asymmetrische Hörverluste stellen Betroffene und Hörgeräteakustiker häufig vor große Schwierigkeiten. Glücklicherweise haben sich CROS-Systeme seit den festverdrahteten Versionen der 1960er-Jahre erheblich verbessert. Bei CROS-Systemen sind oft weitere Überlegungen über die sorgfältige Anpassung am besseren Ohr hinaus erforderlich. Technikaffine Hörsystemträger nehmen möglicherweise komplizierte Lösungen mit vielen Wahlmöglichkeiten gerne an. Andere Menschen können sich von den Wahlmöglichkeiten überfordert fühlen und bevorzugen eventuell eine benutzerfreundlichere Lösung. Die gute Nachricht ist, dass verschiedene praktische, komfortable und kosmetisch akzeptable Varianten erhältlich sind. Ein Verständnis dafür, dass Hörsystemträger bei der Auswahl der Modi eine aktive Rolle einnehmen müssen, sowie die Möglichkeit, einfach zwischen den verfügbaren Optionen zu wechseln, werden das Erfolgspotenzial von CROS-Systemen erhöhen.

Referenzen

1. Baguley, D., Bird, J., Humphriss, R. & Prevost, A. (2006). The evidence base for the application of contralateral bone anchored hearing aids in acquired unilateral sensorineural hearing loss in adults. *Clinical Otolaryngology*, 31(1), 6–14.
2. Cox, R., Hyde, M., Gatehouse, S., Noble, W., Dillon, H., Bentler, R., ... Wilkerson, D. (2000). Optimal outcome measures, research priorities, and international cooperation. *Ear and Hearing*, 21(4), 106S–115S.
3. Cox, R. M. & Alexander, G. C. (1995). The abbreviated profile of hearing aid benefit. *Ear & Hearing*, 16(2), 176–186.
4. Cox, R. M. & Alexander, G. C. (2002). The International Outcome Inventory for Hearing Aids (IOI-HA): psychometric properties of the English version: El Inventario Internacional de Resultados para Auxiliares Auditivos (IOI-HA): propiedades psicometricas de la version en ingles. *International Journal of Audiology*, 41(1), 30–35.
5. Cox, R. M., Alexander, G. C. & Beyer, C. M. (2003). Norms for the international outcome inventory for hearing aids. *Journal of the American Academy of Audiology*, 14(8), 403–413.
6. Dillon, H. (2001). CROS, Bone-conduction, and Implanted Hearing Aids Hearing Aids (S. 434–450). New York, NY: Thieme.
7. Ericson, H., Svård, I., Högset, O., Devert, G. & Ekström, L. (1988). Contralateral Routing of Signals in Unilateral Hearing Impairment A Better Method of Fitting. *Scandinavian Audiology*, 17(2), 111–116.
8. Fletcher, H. (1953). Speech and hearing in communication. D. Van Nostrand Company, Inc.
9. Gatehouse, S. (1999). Glasgow Hearing Aid Benefit Profile: Derivation and Validation of. *J Am Acad Audiol*, 10, 80–103.
10. Gatehouse, S. & Noble, W. (2004). The Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale (SSQ). *International Journal of Audiology*, 43(2), 85–99.
11. Golub, J.S., Lin, F.R., Lustig, L.R. & Lalwani, A.K. (2018). Prevalence of adult unilateral hearing loss and hearing aid use in the United States. *Laryngoscope*, 128(7): 1681–1686
12. Harford, E. & Barry, J. (1965). A rehabilitative approach to the problem of unilateral hearing impairment: The contralateral routing of signals (CROS). *Journal of Speech & Hearing Disorders*, 30, 121–38. doi: 10.1044/jshd.3002.121.
13. Harford, E. & Dodds, E. (1966). The clinical application of CROS: a hearing aid for unilateral deafness. *Archives of Otolaryngology*, 83(5), 455–464.
14. Hayes, D. (2006). A practical guide to CROS/BiCROS Fittings. Audiology Online. Abgerufen von <http://www.audiologyonline.com/articles/practical-guide-to-cros-bicross-977>
15. Hill, S. L., III, Avron, M., Digges, E. N. B., Gillman, N. & Silverstein, H. (2006). Assessment of patient satisfaction with various configurations of digital CROS and BiCROS hearing aids. *Ear, Nose & Throat Journal*, 85(7), 427.
16. Hol, M. K., Bosman, A. J., Snik, A. F., Mylanus, E. A. & Cremers, C. W. J. (2005). Bone-anchored hearing aids in unilateral inner ear deafness: an evaluation of audiometric and patient outcome measurements. *Otology & Neurotology*, 26(5), 999–1006.
17. Hol, M. K., Kunst, S. J., Snik, A. F. & Cremers, C. W. (2010). Pilot study on the effectiveness of the conventional CROS, the transcranial CROS and the BAHA transcranial CROS in adults with unilateral inner ear deafness. *European archives of oto-rhino-laryngology*, 267(6), 889–896.
18. Kochkin, S. (1990). Introducing MarkeTrak: A consumer tracking survey of the hearing instrument market. *Hearing Journal*, 43(5), 17–27.
19. Kuk, F., Korhonen, P., Crose, B. & Lau, C. (2014). CROS your heart: renewed hope for people with asymmetric hearing losses. *Hearing Review*, 21(6), 24–29.
20. Kuk, F., Seper, E., Lau, C., Crose, B. & Korhonen, P. (2015). Effects of Training on the Use of a Manual Microphone Shutoff on a BiCROS Device. *Journal of the American Academy of Audiology*, 26(5), 478–493.
21. Lin, L.-M., Bowditch, S., Anderson, M. J., May, B., Cox, K. M. & Niparko, J. K. (2006). Amplification in the rehabilitation of unilateral deafness: speech in noise and directional hearing effects with bone-anchored hearing and contralateral routing of signal amplification. *Otology & Neurotology*, 27(2), 172–182.
22. Nilsson, M., Soli, S. D. & Sullivan, J. A. (1994). Development of the Hearing in Noise Test for the measurement of speech reception thresholds in quiet and in noise. *Journal of the Acoustical Society of America*, 95(2), 1085–1099.
23. Oeding, K. & Valente, M. (2013). Sentence recognition in noise and perceived benefit of noise reduction on the receiver and transmitter sides of a BiCROS hearing aid. *Journal of the American Academy of Audiology*, 24(10), 980–991.
24. Olsen, S. Ø., Hervig, L. H. & Nielsen, L. H. (2012). Self-reported hearing performance among subjects with unilateral sensorineural hearing loss. *Audiological Medicine*, 10(2), 83–92.
25. Ryu, N.-G., Moon, I. J., Byun, H., Jin, S. H., Park, H., Jang, K.-S. & Cho, Y.-S. (2014). Clinical effectiveness of wireless CROS (contralateral routing of offside signals) hearing aids. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*. doi: 10.1007/s00405-014-3133-0
26. Shaw, W., Newman, E. & Hirsh, I. (1947). The difference between monaural and binaural thresholds. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 19(4), 734–734.
27. Taylor, B. (2010). Contralateral routing of the signal amplification strategies. *Seminars in Hearing*, 31(4), 378–392.
28. Tillman, T., Kasten, R. & Horner, I. (1963). Effect of head shadow on reception of speech. *ASHA*, 5(10), 778–779.
29. Upfold, L. J. (1980). The evaluation of CROS aids with the unilateral listener. *Scandinavian Audiology*, 9(2), 85–88.
30. Valente, M., Valente, M., Enrietto, J. & Layton, K. (2002). Fitting strategies for patients with unilateral hearing loss. In M. Valente (Ed.), *Strategies for selecting and verifying hearing aid fittings* (2. Aufl., S. 253–271). New York: Thieme.
31. Valente, M., Valente, M. & Mispagel, K. (2006). Fitting options for adult patients with single sided deafness (SSD). Audiology Online. Abgerufen von <http://www.audiologyonline.com/articles/fitting-options-for-adultpatients-980>
32. Ventry, I. M. & Weinstein, B. E. (1982). The hearing handicap inventory for the elderly: a new tool. *Ear and Hearing*, 3(3), 128–134.
33. Williams, V. A., McArdle, R. A. & Chisolm, T. H. (2012). Subjective and objective outcomes from new BiCROS technology in a veteran sample. *Journal of the American Academy of Audiology*, 23(10), 789–806.
34. Wilson, R. H. (2003). Development of a speech-in-multitalker-babble paradigm to assess word-recognition performance. *Journal of the American Academy of Audiology*, 14(9), 453–470.

Hear better. Live better.

starkeypro.com/livio-ai
@StarkeyHearing
facebook.com/starkeyhearing

