

# Protezowanie jednostronnej całkowitej głuchoty u dzieci w systemie CROS

## The use of contralateral routing of signal hearing aid in children with unilateral deafness loss

OLAF ZAGÓLSKI, ANNA SMARZYŃSKA

Specjalistyczna Poradnia Diagnostyki i Rehabilitacji Dzieci i Młodzieży z Wadą Słuchu P.Z.G., ul. Lenartowicza 14, 31-138 Kraków

**Wprowadzenie.** CROS (*contralateral routing of signal*) jest aparatem słuchowym przekazującym dźwięk z okolicy ucha niesłyszącego do prawidłowo słyszącego drogą przewodu elektrycznego. Wzmocniony sygnał ze słuchawki aparatu miesza się z dźwiękami docierającymi do zdrowego ucha drogą powietrzną.

**Cel.** Celem badania była ocena korzyści i ograniczeń wynikających z zaopatrzenia dzieci i młodzieży z jednostronną całkowitą głuchotą w aparaty CROS.

**Materiał i metody.** Do badanej grupy włączono 35 osób (12 dziewczynek i 23 chłopców) w wieku 6-17 lat cierpiących z powodu jednostronnej głuchoty, u 22 chorych będącej wynikiem przebytej świnki. Wszystkie dzieci zaopatrzone w aparaty CROS i przebadano za pomocą kwestionariusza zawierającego pytania dotyczące subiektywnych wyników słuchowych. Oceny dokonano po upływie 3 miesięcy od zaprotezowania.

**Wyniki.** U 31 dzieci (88,6%) subiektywne korzyści z noszenia aparatu przeważały nad niedogodnościami. 28 chorych zgłaszało znaczącą poprawę warunków słyszenia w różnych warunkach dźwiękowych otoczenia, w których trudno im było komunikować się przed protezowaniem. 11 dzieci największe korzyści czerpało z aparatu słuchowego w ciszy, 13 w hałaśliwym otoczeniu. Dyskryminacja szeptu po stronie głuchej ucha uległa znaczącej poprawie u wszystkich badanych. Tylko 4 chorych nie mogło nosić aparatu. Najczęściej zgłaszanym problemem był subiektywny dyskomfort w hałaśliwym otoczeniu i zbyt silne wzmocnienie dźwięku z okolicy niesłyszącego ucha.

**Wnioski.** CROS jest przydatny w protezowaniu większości dzieci i młodzieży z jednostronną całkowitą głuchotą.

*Otolaryngologia, 2004, 3(2), 81-84*

**Słowa kluczowe:** całkowita głuchota jednostronna, dzieci, aparaty słuchowe, CROS

**Introduction.** CROS (*contralateral routing of signal*) is a hearing aid that delivers sounds from the region of the deaf ear to the normally hearing ear. The signal is routed by a wire. Amplified sounds from the earphone of the hearing aid are mixed with the sounds reaching the normal ear by air.

**Aim.** The purpose of this study was to verify the benefits and ramifications of fitting children and youth, suffering from unilateral total hearing loss, with CROS hearing aids.

**Material and methods.** 35 unilateral listeners aged 6-17 years, 12 girls and 23 boys, were fitted with CROS amplification devices and questioned about subjective hearing results after 3 months of follow-up. In the majority of 22 cases unilateral total deafness had been caused by epidemic parotitis.

**Results.** In 31 children (88,6%) subjective benefits prevailed over disadvantages. 28 patients declared having had considerable improvement in tolerance of different communicative situations, which they had found difficult to accept before. 11 patients declared to benefit mostly from the fitting in the silent, 13 - in noisy environment. Speech discrimination on the impaired side improved considerably in all patients. A minority of 4 subjects could not wear CROS, mainly due to subjective discomfort in noisy surroundings and too strong amplification of the sound arriving from the deaf ear side.

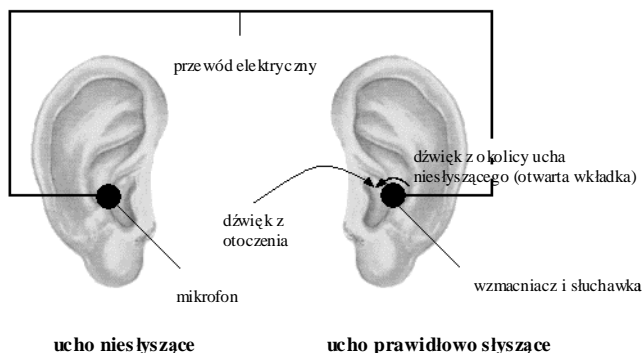
**Conclusions.** CROS system is effective in fitting the majority of children and youth suffering from unilateral total deafness.

*Otolaryngologia, 2004, 3(2), 81-84*

**Key words:** unilateral deafness, children, hearing aids, CROS system

Przez wiele lat jednostronna całkowita głuchota była uważana za dolegliwość nie wymagającą postępowania terapeutycznego, a protezowanie niesłyszącego ucha było technicznie niemożliwe. Chorzy byli zwykle uświadamiani o przyczynie głuchoty oraz pouczani o konieczności szczególnej troski o ucho zdrowe, zwłaszcza unikania hałasu, urazów mechanicznych oraz leków ototoksycznych. Wielu z nich nigdy jednak nie mogło zaakceptować swojego stanu i miało poczucie znacznego kalectwa, jako że doświadczali oni znaczących problemów w ko-

munikowaniu się w otoczeniu o dużych wymaganiach akustycznych, szczególnie w małych grupach rozmówców, podczas jazdy samochodem, w hałaśliwym otoczeniu. Pierwsze doniesienia naukowe dotyczące zastosowań protez słuchowych CROS (*contralateral routing of signal*) pojawiły się w latach 60. i 70. XX wieku [1-4]. System CROS jest aparatem słuchowym pozwalającym na doprowadzanie dźwięków z okolicy niesłyszącego ucha, gdzie są odbierane przez mikrofon, do ucha zdrowego, po uprzednim ich wzmocnieniu. Przekazywanie



Ryc. 1. Schemat aparatu słuchowego typu CROS

sygnału dokonuje się drogą przewodu elektrycznego. Możliwe jest wykorzystanie oprawy okularów. Wzmocniony dźwięk z protezy słuchowej jest więc jakby sumowany z dźwiękiem z otoczenia dochodzącym do normalnie słyszającego ucha (ryc. 1). Istnieją również aparaty CROS na przewodnictwo kostne [5]. Z technicznego punktu widzenia wyróżnia się starsze systemy analogowe i nowsze, cyfrowe. Ze względu na sposób umieszczenia jednostki odbiorczej i nadawczej wyróżnia się, jak w innych aparatach słuchowych, protezy typu ITE (*in the ear* – wewnątrz ucha) oraz BTE (*behind the ear* – za uchem). W skład systemu CROS wchodzi dwie takie jednostki, znajdujące się w okolicy ucha słyszającego i głuchego. W uchu prawidłowo słyszącym umieszczana jest wkładka typu otwartego w celu umożliwienia swobodnego dopływu dźwięków z otoczenia. CROS pozwala nie tylko słyszeć dźwięki dochodzące ze strony nieczynnego ucha, ale równocześnie, do pewnego stopnia, lokalizować źródło dźwięków. Oprócz tego chory zaprotezowany aparatem CROS ma wrażenie tzw. pseudostereofonicznego słyszenia, dzięki stymulacji ucha prawidłowo słyszającego dźwiękami pochodzącymi ze strony niesłyszającego [6]. Zaopatrzenie chorego w aparat CROS pozwala zmniejszyć tzw. „martwy kąt” (*dead angle*), zwany też „cieniem głowy” za głuchym uchem [5, 6]. Wspomniane zjawisko polega na ograniczaniu dostępu dźwięków ze strony ucha nieczynnego do zdrowego przez głowę i dotyczy przede wszystkim częstotliwości wysokich [7]. Jeśli w uchu słyszającym występuje dodatkowo niedosłuch, dźwięk z obu stron może być wzmacniany aparatem BICROS (*bilateral CROS*, obustronny CROS). Znacząca część skarg chorych noszących CROS odnosi się do często zbyt wysokiego, w stosunku do otoczenia akustycznego, poziomu wzmocnienia sygnału. Niektórzy autorzy krytykują ten system za pogarszanie dyskryminacji mowy w hałaśliwym otoczeniu, problemy z obsługą oraz wpływ na wygląd zewnętrzny chorego [8-11]. W dostępnym piśmiennictwie, również polskim, brak pozycji omawiających wyniki zaopatrzenia dzieci w aparaty CROS. Jest to o tyle ważne, że od czasu opublikowania cytowanych wyżej prac znacznie rozwinęła się

możliwość dostosowywania parametrów aparatu do warunków akustycznych otoczenia [12], co może mieć wpływ na zmniejszenie występowania zgłaszanych przez osoby protezowane niedogodności.

Celem pracy była weryfikacja korzyści i ograniczeń protezowania jednostronnej całkowitej głuchoty u dzieci aparatami słuchowymi w systemie CROS. W szczególności ocena dotyczyła średniej liczby godzin noszenia aparatu CROS w ciągu dnia oraz określenia subiektywnych korzyści i niedogodności używania aparatu CROS.

## MATERIAŁ I METODY

Materiał kliniczny obejmował 35 chorych z jednostronną całkowitą głuchotą (12 dziewczynek i 23 chłopców), w wieku od 6 do 17 lat (średnia 12,7 lat) – tabela I.

Tabela I. Charakterystyka badanej grupy

Przyczyna głuchoty	Liczba osób
Świnka	22
Zapalenie opon mózgowo-rdzeniowych	4
Uraz	3
Nieznana	6

Dzieci zostały objęte diagnostyką audiologiczną (wykonano otoskopię, audiometrię tonalną, tympanometrię oraz otoemisję akustyczną w celu potwierdzenia rozpoznania oraz wykluczenia współistnienia patologii słyszającego ucha) i zaopatrzone w cyfrowy lub cyfrowo programowany aparat CROS najnowszej generacji. W dźwiękoszczelnym pomieszczeniu wykonano badanie akumetryczne szeptem z odległości 6 metrów przed i zaraz po zaprotezowaniu oraz po upływie 3 miesięcy, stosując test słowny dwusylabowy. Chorym, lub ich rodzicom, zadawano standaryzowany zestaw pytań zawartych w ankiecie (ryc. 2). Dotyczyły one czasu w ciągu dnia, przez jaki pacjenci mogli wygodnie korzystać z aparatu CROS oraz korzyści i ograniczeń wynikających z jego noszenia. Odpowiedzi na pytania zbierał autor pracy, który wypełniał również kwestionariusz, wcześniej przygotowując chorych do udzielenia odpowiedzi na pytania oraz pomagając w prawidłowym ich udzieleniu w przypadku wątpliwości, przy okazji wizyt kontrolnych po 3 miesiącach korzystania z aparatu.

## WYNIKI

Większość dzieci zaakceptowała aparat i nosiła go powyżej 5 godzin dziennie (tab. II). Wszystkie dzieci przed zaopatrzeniem w aparat skarżyły się na brak możliwości lokalizacji dźwięku oraz gorszą orientację w otoczeniu

1. Czy dziecko nosi zalecony aparat słuchowy?  
tak  nie • Jeśli nie nosi – dlaczego?  
.....

2. Ile godzin w ciągu doby stosuje aparat?  
mniej niż 5 godzin  5 do 8 godzin  więcej niż 8 godzin  przez cały dzień

3. Czas noszenia aparatu dzieli się na:  
pobyt w szkole ....., zabawa po lekcjach ....., nauka indywidualna ..... godzin

4. Korzyści z noszenia aparatu:  
pozwala słyszeć, skąd pochodzi dźwięk, głos , daje wrażenie słyszenia niesłyszącym uchem ,  
inne .....

5. Dlaczego aparat jest użyteczny w szkole .....  
w czasie zabawy .....  
w czasie odrabiania zadań .....

6. W czym przeszkadza w szkole .....  
w czasie zabawy .....  
w czasie odrabiania zadań .....

5. Kiedy łatwiej jest korzystać z aparatu – w ciszy , w hałasie ?

6. W ciszy aparat powoduje  
nadmierne wzmocnienie dźwięku , inne , jakie? .....

7. W hałasie aparat powoduje  
nadmierne wzmocnienie dźwięku , inne , jakie? .....

8. Jakie problemy sprawia aparat słuchowy?  
dziecko nie akceptuje go , przeszkadza w nauce , zabawie , inne:  
.....

9. Jak dziecko ocenia swój wygląd w aparacie  
nie przeszkadza mu , wstydzi się nosić aparat

10. Czy wkładki uszne powodują ucisk skóry ucha?  
tak  nie

11. Ogólna ocena aparatu jest  
pozytywna  negatywna

Ryc. 2. Ankieta

Tabela II. Porównanie czasu dziennego noszenia aparatu CROS

	Mniej niż 5 godzin	5 do 8 godzin	Więcej niż 8 godzin	Cały dzień
Liczba chorych	11	8	2	10

o podwyższonym poziomie hałasu. Po 3 miesiącach noszenia aparatu ogółem aż 31 dzieci (88,6%) stwierdziło, że daje im on więcej korzyści niż niedogodności. U 28 dzieci przynajmniej połowa czasu dziennego noszenia aparatu przypadała na sytuacje o zwiększonej trudności w zakresie komunikacji – mieli oni wrażenie, jakby niesłyszące ucho odbierało dźwięki podczas noszenia CROS, a 15 osób w tej grupie deklarowało poprawę zdolności lokalizacji źródła dźwięku oraz subiektywnie lepsze zrozumienie mowy. Tylko czworo dzieci w ogóle nie mogło nosić pro-

tezy z powodu poczucia silnego dyskomfortu w hałaśliwym otoczeniu oraz złej tolerancji aparatu słuchowego, a także z przyczyn estetycznych. 11 chorych najchętniej korzystało z aparatu w ciszy (dla 4 z nich poziom wzmocnienia dźwięku w hałaśliwym otoczeniu był zbyt duży), podczas gdy 13 – w otoczeniu o wzmożonym poziomie hałasu. Warunki tła dźwiękowego nie miały znaczenia dla pozostałych 7 dzieci. 8 dzieci z grupy zadowolonych z CROS i czworo, które go nie zaakceptowały, podało w ankiecie niezbyt nasilone dolegliwości w postaci ucisku w przewodzie słuchowym zewnętrznym, co wymagało ponownego, starannego dopasowania wkładki usznej. Aż 15 badanych nie miało żadnych dolegliwości podczas noszenia aparatu słuchowego. Przed zaprotezowaniem pacjenci powtarzali do 60% testu (wysokie i niskie

częstotliwości) w badaniu akumetrycznym wykonywanym po stronie ucha niesłyszącego. Po zaopatrzeniu w aparat wszyscy chorzy rozpoznawali 90-100% słów testu. Wyniki te znalazły potwierdzenie w badaniu kontrolnym, wykonywanym po 3 miesiącach noszenia aparatu.

## DYSKUSJA

Niemożliwe jest przewidywanie subiektywnych korzyści z zastosowania aparatu CROS u poszczególnych chorych [13], dlatego najczęściej, w celu indywidualnej oceny wyników słuchowych w tej grupie osób, używa się standaryzowanego zestawu pytań [14]. Ankieta tego typu stanowiła podstawę metodyki badania chorych w niniejszej pracy. W ankiecie szczególne miejsce zajmują pytania dotyczące dobowego czasu stosowania aparatu. Ilość godzin, w czasie których dziecko może korzystać z CROS, jest bardzo istotnym czynnikiem decydującym o jego użyteczności, ale jeszcze ważniejsze są okoliczności, w jakich ma to miejsce. W badaniach własnych, wśród dzieci, które zaakceptowały aparat CROS, wszystkie z nich nosiły go w szkole. Przemawia to za istotnym zyskiem czerpanym z aparatu dla lokalizacji źródła dźwięku, bez równoczesnego nadmiernego jego wzmocnienia. Szczególnie ważne znaczenie dla oceny korzyści z aparatu ma otoczenie dźwiękowe, cisza lub hałas, w którym jest on przez dzieci używany - w tym przypadku, odpowiednio w czasie zajęć szkolnych i zabawy. Znaczna część badanych (34%) zdejmowała aparat podczas odrabiania lekcji, co najczęściej uzasadniano tym, że nie był w tych okolicznościach konieczny. Wzmocnienie sygnału akustycznego, regulowane automatycznie w omawianych

aparatach cyfrowych, pozwalało u 12 dzieci osiągnąć taki poziom satysfakcji z dźwięku, że nie zgłaszały one żadnego dyskomfortu wynikającego z nieodpowiednich do otoczenia parametrów tej funkcji aparatu. Równocześnie wrażenie słyszenia obuusznego i subiektywna poprawa lokalizacji źródła dźwięku, zaobserwowana u 80% badanych, stanowi wymierny wykładnik ich satysfakcji z używania aparatów. Z drugiej strony, wśród 31 subiektywnie zadowolonych z aparatu badanych aż 11 (31%) używało CROS mniej niż 5 godzin w ciągu doby, co nie jest zadowalającym wynikiem. W badaniu klinicznym wykonanym bezpośrednio po zaopatrzeniu w aparat, powtórzonym po dłuższym okresie stosowania aparatu, u wszystkich chorych stwierdzono znaczną poprawę dyskryminacji szeptu w ciszy po stronie ucha niesłyszącego, w stosunku do stanu bez aparatu CROS. Subiektywna ocena korzyści z noszenia aparatu była wysoka w badanej grupie dzieci.

Reasumując, przeprowadzone badania wskazują, że większość dzieci zaopatrzonych w aparat słuchowy CROS może wygodnie nosić go przez przynajmniej 5 godzin dziennie w praktycznie wszystkich warunkach tła dźwiękowego. Około 1/3 z nich korzysta z protezy słuchowej przez cały dzień. 88,6% wszystkich badanych podało więcej korzyści niż niedogodności wynikających z protezowania. Niektórzy chorzy zaopatrzeni w aparaty CROS nie potrafili ich zaakceptować ze względu na subiektywny dyskomfort w hałaśliwym otoczeniu i zbyt silne wzmocnienie dźwięku z okolicy niesłyszącego ucha. Największym zyskiem jest przywrócenie pseudostereofonicznego słyszenia oraz poprawa lokalizacji źródła dźwięku i lepsze zrozumienie mowy.

## Piśmiennictwo

- Harford E, Dodds E. The clinical application of CROS. A hearing aid for unilateral deafness. Arch Otolaryngol 1966; 5: 455-64.
- Rintelmann W, Harford E, Burchfield S. A special case of auditory localization. CROS for blind persons with unilateral hearing loss. Arch Otolaryngol 1970; 3: 284-8.
- Dodds E, Harford E. Follow-up report on modified earpieces and CROS for high-frequency hearing losses. J Speech Hear Res 1970; 1: 41-3.
- Navarro MR, Vogelsson DO. An objective assessment of a CROS hearing aid. Arch Otolaryngol 1974; 1: 58-9.
- Bergomi A. On the subject of CROS (controlateral routing of signal). Study and production of a transosseous CROS. Arch Ital Otol Rinol Laringol Patol Cervicofacc 1970; 3: 156-9.
- Vaneecloo FM, Ruzza I, Hanson JN i wsp. The monaural pseudo-stereophonic hearing aid (BAHA) in unilateral total deafness: a study of 29 patients. Rev Laryngol Otol Rhinol 2001; 5: 343-50.
- Pilawski A. Podstawy fizyczne audiologii. (w) Zarys audiologii klinicznej. Pruszewicz A (red.) Wyd. AM, Poznań 1994: 17-34.
- Vartiainen E, Karjalainen S. Prevalence and etiology of unilateral sensorineural hearing impairment in a Finnish childhood population. Int J Pediatr Otorhinolaryngol 1998; 3: 253-259.
- Welling DB, Glasscock ME, Woods CI i wsp. Unilateral sensorineural hearing loss rehabilitation. Otolaryngol Head Neck Surg 1991; 6: 771-776.
- Gelfand SA, Silman S. Usage of CROS and IROS hearing aids by patients with bilateral high-frequency hearing loss. Ear Hear 1982; 1: 24-29.
- Shapiro I. Children's use of CROS hearing aids. Arch Otolaryngol 1977; 12: 712-716.
- Alcantara JI, Moore BC, Marriage J. Comparison of three procedures for initial fitting of compression hearing aids. II. Experienced users, fitted unilaterally. Int J Audiol. 2004; 43(1): 3-14.
- Gelfand SA. Usage of CROS hearing aids by unilaterally deaf patients. Arch Otolaryngol 1979; 6: 328-32.
- Ericson H, Svard I, Hogset O i wsp. Contralateral routing of signals in unilateral hearing impairment. A better method of fitting. Scand Audiol 1988; 2: 111-116.