

Otorinolaringološka klinika Medicinskog fakulteta u Beogradu

Upravnik: prof. dr Srećko Podvinec

Dr Miodrag Simonović — Beograd

LOKALIZACIJA ZVUKA NAGLUVIH LICA PRILIKOM ISPITIVANJA U SLOBODNOM ZVUČNOM POLJU

Problem određivanja lokalizacije zvučnog izvora u prostoru daleko prevaziilazi čisto praktičnu važnost orijentacije za koju pored vida sluh ima prvo-razredni značaj. Nesumnjivo da je ovaj vrlo precizan osećaj, koji se tokom evolucije razvijao od kada i sluh, za životinje često od većeg značaja nego viđ jer dopušta određivanje mesta željenog objekta i kad je životinja potpuno sakrivena. Tako se razvila neverovatna preciznost lokalizacije na osnovu minimalnih razlika u fazi i intenzitetu zvuka koji dolazi do jednog i drugog uva. Ovim se može objasniti specijalni najlateralniji položaj ušiju na glavi kao i mnoge anatomske karakteristike spoljnog i srednjeg uva.

Tačno je da je u današnjim uslovima života kod čoveka važnost određivanja lokalizacije zvučnog izvora na osnovu sluha umnogome izgubila svoj prvobitni značaj. Međutim, ispitivanje poremećaja ovako solidno izrađenog sistema koji se osniva ne samo na percepciji razlika faze i intenziteta zvuka, već i na iskustvu i centralnoj sumaciji, može nam mnogo kazati o patološkim promenama kako perifernog, tako i centralnog nervnog sistema.

Na važnost određivanja lokalizacije zvuka za fiziologiju sluha ukazali su mnogi autori, a specijalno **Bekesy** koji je počevši od 1930. godine u čitavom nizu radova utvrdio značaj pojedinih faktora u fiziološkom procesu orijentacije i lokalizacije zvučnog izvora. On je prvi dokazao da pored razlika u fazi i intenzitetu zvuka na dva uva i razlika u zamorljivosti sluha ima veliki značaj u lokalizaciji zvuka. Radeći sa čistim tonovima i šumom na normalnim osobama on je našao da se utisak o položaju zvučnog izvora menja ako se jedno uvo zamara znatno jačim zvukom nego drugo, pokazujući tendenciju skretanja prema uvu koje se manje zamara. Ako su zamaranja oba uva jednaka, što je kod normalnog sluha slučaj u svakodnevnom životu jer su razlike u intenzitetu zvuka na dva uva minimalne, onda u orijentaciji zamor ne igra ulogu nego minimalne razlike u intenzitetu i fazi zvuka. Pri tome razlike u fazi zvučnih talasa, kao i odnos direktnih i reflektovanih talasa, imaju znatno veći značaj u orijentaciji nego male razlike u intenzitetu zvuka na dva uva.

Radovi mnogih drugih autora potvrdili su ove postavke i našli da se poremećaji u lokalizaciji zvučnog izvora mogu koristiti u dijagnostici i patologiji

Lokalizacija zvuka nagluvih lica prilikom ispitivanja u slobodnom zvučnom polju

perifernih i centralnih lezija sluha čime su ova ispitivanja ušla i u kliničku praksu.

Primenjujući **Bekesy**ve zaključke o uticaju zamorljivosti sluha na lokalizaciju zvuka, mi smo na velikom kliničkom materijalu mogli doći do vrlo interesantnih nalaza koje **Bekesy** nije istraživao. U nekim slučajevima ova su nam ispitivanja pomogla u dijagnostici, a naročito veliku primenu imaju u procesu rehabilitacije i slušnog uvežbavanja osoba sa oštećenim sluhom.

Ispitivanja lokalizacije zvuka mogu se obavljati samo na inteligentnim odraslim osobama koje su voljne da saraduju. Za ispitivanja se može upotrebiti šum ili reprodukovati govor jakog intenziteta preko zvučnika u slobodnom polju, dok je ispitivanje pomoću čistih tonova manje precizno. U toku dužeg ispitivanja ovako jakim zvučnim nadražajem koji izaziva zamor i koji treba da se kreće u prosječnoj jačini preko 80 dB pacijent treba tokom vremena da pokazuje u kojem pravcu ima utisak da se nalazi zvučni izvor. Kod inteligentnijih osoba koje mogu lokalizovati pravac zvuka na jednu tačku svoje glave, kao što je to i **Bekesy** pokazao, možemo lakim mlazevima vazduha ili dodirom komadićem vate da nađemo mesto koje odgovara pravcu odakle pacijent ima utisak da dolazi zvuk. Normalne osobe, kao i osobe sa potpuno jednakim simetričnim oštećenjem sluha, ne pokazuju promena u lokalizaciji zvučnog izvora makar kakvim intenzitetom i kako dugo ispitivali. Ovde je zamor simetričan, pa ne dolazi do izražaja.

Osobe sa nesimetričnim oštećenjem sluha vrlo se različito ponašaju u zavisnosti od načina ispitivanja i vrste lezije. Pri tome ih, prema našem iskustvu, možemo podeliti uglavnom u dve veće grupe. U prvoj bi bili oni gde na slabijem uvu postoje još dosta upotrebljivi ostaci sluha kojima se još dobro mogu čuti zvučne pojave u okolini, a u drugoj su tako teška oštećenja sluha na slabijem uvu da ona praktično ne učestvuju u percepciji zvučnih pojava. Po našem mišljenju ovakva podela je vrlo važna s obzirom na lokalizaciju jer ako slabije uvo učestvuje u percepciji zvučnih pojava onda se tokom vremena i uticajem moždane kore i drugih čula, kao i korelativnim procesima, mogu dobiti dosta dobra lokalizacija i orijentacija iako je različit intenzitet na dva uva. Naša ispitivanja na osobama sa dužom asimetričnom naglušnošću pokazala su da se može razviti dobra orijentacija, mada ne tako precizna kao kod osoba sa normalnim sluhom ili simetričnom naglušnošću. Ovo je važna činjenica. Takve osobe pored bolje mogućnosti orijentacije i lokalizacije pokazuju i veće mogućnosti diskriminacije. O svemu ovome treba voditi računa i kod dodele slušnog aparata i slušnog uvežbavanja.

Granica između ovih dveju grupa nije fiksna i ne može se tačno izraziti decibelskim vrednostima gubitka sluha pošto zavisi ne samo od veličine gubitka, već i od tipa audiometrijske krive i razlike u gubitku sluha između bolje i slabije strane. Inteligentnijoj osobi za bolju orijentaciju mogu poslužiti i samo delovi zvučnog spektra koji dopiru do slabijeg uva. Ako ni toga nema i do slabijeg uva ne dopiru ni delovi zvučnog spektra običnih zvučnih pojava, onda slabije uvo uopšte ne može učestvovati u orijentaciji i takva osoba spada u drugu grupu.

Naša ispitivanja pokazala su da kod osoba u drugoj grupi gde praktično postoji jednostrana gluvoća zamor više ne igra ulogu u orijentaciji jer nema

međusobnog upoređivanja zvučnih talasa. Orijentacija je tada uopšte teška jer ni drugi parametri kao male razlike u intenzitetu i fazi zvučnih talasa više ne služe ničemu jer je drugo uvo praktično gluvo. Vežbom se i kod ovih osoba može stvoriti izvesno grubo orijentisanje u prostoru uglavnom na osnovu reflektovanih zvučnih talasa, ali, to je uvek nesigurno i često pogrešno i umnogome zavisi od oblika prostorije. U slobodnom zvučnom polju je praktično nemoguće. Dužom vežbom i iskustvom se dotična osoba može u zatvorenim prostorijama, pa čak i na ulici donekle orijentisati. Pri ovome male razlike u fazi direktnih i reflektovanih zvučnih talasa igraju mnogo veću ulogu od jačine zvuka. To se slaže i sa ispitivanjima na normalnim osobama koje udaljenost zvučnog izvora određuju u zatvorenoj prostoriji po refleksnim zvučnim talasima i veličini reverberacije.

Međutim, za dijagnostiku, patologiju i rehabilitaciju ostaju kao najvažniji slučajevi iz prve grupe, tj. slučajevi asimetrične nagluposti sa delimično ili potpuno upotrebljivim sluhom na slabijem uvu. Ovde ćemo se posebno **držati**.

Slučajevi **konduktivne** nagluposti na jednu stranu ili obostrane sa predilekcijom jedne strane koji u nezamorenom stanju dobro lokalizuju zvučni izvor pokazuju kod upotrebe jakog zvučnog izvora i dužeg zamaranja skretanje imaginarnog zvučnog izvora prema bolesnoj ili bolesnijoj strani. Ovde se bolesna strana očigledno manje zamara što i daje utisak promene pravca zvučnog izvora. Sasvim je suprotan efekat kod asimetričnih perceptivnih nagluposti, specijalno u slučajevima gde postoji izražen rekrutman. Ovde veoma brzo, često već posle dva do tri minuta, dolazi do utiska promene pravca zvučnog izvora prema zdravijoj strani koja se manje zamara. Ovo važi samo za slučajeve perifernih oštećenja sluha, što se slaže sa već dokazanim činjenicama da se zamara samo perceptivni organ sluha. Kod dva slučaja centralnih lezija sluha usled komocije, jednog slučaja glioma dokazanog na Neurohirurškoj klinici, kao i kod dva slučaja neurinoma osmog živca, pri zamaranju nije dolazilo do poremećaja orijentacije zvuka.

Situacija postaje sasvim drugačija kod upotrebe slušnog aparata. U ovakvim slučajevima iz osnova se menja po želji odnos intenziteta zvuka na jednom ili oba uva u zavisnosti od vrste aparata. Kao po pravilu skoro svi pacijenti tada bolje čuju, ali su potpuno dezorijentisani u lokalizaciji zvuka. Dužom vežbom se i ovde može mnogo učiniti. Pacijenta je najbolje vežbati preko zvučnika u slobodnom polju pri čemu treba vrstu aparata, predilekciju pojačanja visokih ili dubokih tonova, veličinu pojačanja, kao i vrstu slušalice, birati tako da razumevanje bude dobro ali i da tokom vežbi ne dolazi do devijacija u lokalizaciji zvučnog izvora. To je za pacijenta i nastavnika, a naročito za lekara dokaz da se slušnim aparatom izabralo takvo pojačanje koje najmanje zamara sluh. Mikrofon slušnog aparata treba pri tome uvek držati na jednom istom mestu i u istom položaju.

Osim toga, kod dva pacijenta uverili smo se da će ova metoda znatno olakšati upotrebu dva slušna aparata za binauralni sluh. Naime, u ovakvim slučajevima kao glavna mana upotrebe dva aparata navodila se činjenica da je **teško** regulisati vrstu pojačanja, kao i same aparate i slušalice kod nejednakih,

Lokalizacija zvuka nagluvih lica prilikom ispitivanja u slobodnom zvučnom polju a često teških oštećenja sluha. Doterivanjem obostranog pojačanja tako da zvučni izvor ne menja pravac tokom dužeg zamaranja može poslužiti kao glavni indikator pravilno izabranog aparata i pojačanja.

LITERATURA

- Békésy, G.: Experiments in Hearing. McGraw-Hill, New York 1960.
- Bergeijk, W. A.: Variation on a theme of Békésy: A model of binaural interaction. *J. Acoust. Soc. Amer.* 34, 1962, 1431-1437.
- Bocca, E.: Binaural hearing: An other approach. *Laryngoscope* 65, 1955, 1164-1171.
- Carhart, R. T.: The usefulness of the binaural hearing aid. *J. Speech and Hearing Disorders*, 23, 1948, 42-51.
- Christian, W., Röser, D.: Ein Beitrag zum Richtungshören. *Z. Laryng. Rhinol.*, 36, 1957, 431-445.
- Feldmann, H.: Untersuchungen über das binaurale Hören unter Einwirkung von Störgeräuschen. *Arch. Ohr. - Nas. - Kehlk. - Heilk.* 176, 1960, 601-605.
- Groen, J. J., Hellema, A. C. M.: Binaural speech audiometry. *Acta Otolaryng.* 52, 1960, 397-414.
- König, G., Süßmann, W.: Zum Richtungshören in der Median - Sagittal - Ebene. *Arch. Ohr. - Nas. - Kehlk. - Heilk.* 167, 1955, 303-307.
- Podvinec S., Stefanović B., Đorđević S., Simonović M.: Preventivne mere u borbi protiv buke. *Higijena (Beograd)*, 12, 1960, 305-315.
- Wright H. N.: Binaural hearing and the hearing-impaired. *Arch. Otolaryng.* 70, 1959, 485-494.

SUMMARY

Otorhinolaryngologic Clinic of the Medical Faculty of Belgrade
Doctor-in-Charge: Professor Srećko Podvinec

Dr. Miodrag Simonović

LOCALISATION OF SOUND IN PERSONS HARD OF HEARING DURING TESTS IN FREE SOUND FIELD

The main shortcomings of the hearing aid for one ear is the difficulty in orientation and localisation of the sound source with regard to distance and direction. This is the precise feeling obtained on the basis of slight differences in intensity and phases of sound waves, on the basis of experience and central summation. In persons hard of hearing, in particular those with asymmetric defect, there is a distortion of such feeling which can completely disappear as time goes on.

In the case of unilateral hard of hearing persons this is easily corrected by means of a hearing aid. It is much more difficult to achieve such results in persons with severe hard of hearing of both ears. It is, therefore, better to provide a hearing aid for the weaker ear.

In this connection the difference in intensity between the two ears plays a lesser part than the phase difference. This is in agreement with tests made with normal persons, who determine the distance of the source of sound not according to loudness but according to the reflection of sound waves from the walls and according to the volume of their reverberations. Even a patient who is capable of hearing on one ear only can by means of a hearing aid in perceiving the characteristics of a sound range learn how to localize a sound source fairly well.

The use of a binauricular hearing aid can due to different positions of the microphone lead to error in localisation.