

Istitut za proučavanje i zaštitu uha i dišnih putova, Zagreb

Dr Mihovil Pansini

VESTIBULARNE PRETRAGE U OSOBA OŠTEĆENA SLUHA

Akustički i vestibularni aparat imaju tako uske anatomske i fiziološke veze da je ispitivanje samo jednog od njih u pravilu nepotpuno.

I ISPITIVANJE SLUŠNOG APARATA

Postoje pitanja na koja audiolog treba da odgovori, pa prema njima i određuje skupine pretraga. Ta su pitanja:

1. jačina oštećenja?
2. mjesto oštećenja?
3. vrijeme i uzrok oštećenja?

JACINA OŠTEĆENJA

Određivanje jačine oštećenja sluha zapravo bi trebalo da daje postotak smanjenja govorne komunikacije. Čini se logičnim da o tome najpouzdanije podatke može dati govorni audiogram. Ali, budući da razumijevanje govora ovisi o mnogim centralnim faktorima, koji su jako promjenljivi, takav podatak ne bi mogao poslužiti kao mjera organskog oštećenja. O jačini organskog oštećenja slušnog aparata, osobito perifernog, sigurnije i stabilnije podatke daje tonalni audiogram. Određuje se srednja vrijednost gubitka sluha na frekvencijama 500, 1000 i 2000 Hz (zbroji se prag sluha na tim frekvencijama i podijeli s tri). Potrebno je uz taj gubitak u decibelima označiti i mjerni sistem (ASA — američki standard ili ISO — internacionalni standard, jer se oni razlikuju u prosjeku za 10 db).

MJESTO OŠTEĆENJA

Iz odnosa zračne i koštane krivulje (audiometrijski Rinne) i iz odnosa praga koštane krivulje ispitanika i standarda za zdravo uho (audiometrijski Schwabach) može se utvrditi radi li se o oštećenju u konduktivnom aparatu (vanjsko i srednje uho do fenestara, uključujući fenestre) ili o oštećenju u perceptivnom aparatu (od fenestara centralnije). Treba napomenuti da su fenestre audiometrijska (praktička) granica između konduktivnog i perceptivnog aparata, a pravu fiziološku granicu čine osjetne stanice u Cortijevom organu.

Kod konduktivnih je naglušosti moguće odrediti na kojem je mjestu oštećenje koje uzrokuje gubitak sluha, na temelju anamneze, otoskopskog pregleda s lupom i Siegleovim lijevkom, tonalnog audiograma i dopunskih pretraga. Moguće je, kad postoji više uzroka oštećenja sluha, odvojiti koliki je gubitak proizveden od svake pojedine smetnje posebno. U tu skupinu pretraga ulazi:

kontrolni tonalni audiogram nakon kateterizacije tube,
posebna interpretacija gubitka u niskim frekvencijama (povećanje rigiditeta),
gubitak u visokim frekvencijama (povećanje mase),
pozitivnog zupca na 2000 Hz (prekid lanca slušnih košćica),
audiometrijski Bingov pokus (test okluzije, Sullivanov broj),
ispitivanje kohleo-stapedijalnog refleksa,
ako postoji perforacija na bubnjiću — tonalni audiogram s otkrivenom i pokrivenom perforacijom.

Ako i nakon takve obrade ostane koji nejasni slučaj, može se revizijom kavuma timpani i audiometriranjem za vrijeme operacije pronaći mjesto oštećenja u konduktivnom aparatu.

Takva detaljna obrada, kojom se nastoji tačno odrediti mjesto oštećenja potrebna je zato što postoji mogućnost (makar za sada često teoretska) da se timpanoplastikom uspostavi uredan prijenos u konduktivnom aparatu i prag sluha pomakne u fiziološke granice.

Kod perceptivne naglušosti moguće je skupinom pretraga također odrediti mjesto oštećenja.

Ako je smetnja između fenestara i Cortijeva organa (najčešće povećanje tlaka endolimfe) tonalni će audiogram pokazati povećanje rigiditeta u perceptivnom aparatu (uzlazna krivulja, Rinne pozitivan, Schwabach skraćeni) i fluktuaciju sluha u ponovljenim audiogramima, ovisno o promjeni tlaka u membranoznom labirintu.

Pri oštećenju osjetnog epitela Cortijeva organa (oštećenje sistema električne baterije koju čini membrana tektorija i osjetne stanice, ili kod prekida neuralnih veza između vanjskih i unutarnjih stranica) bit će

pozitivni pokusi fenomena regrutacije (pokus po Fowleru, pokus po Lüscher-Zwislockome),

spušten gornji intenzitetski prag,

Tone Decay Test može podignuti prag sluha između 15 i 35 db.

Neuralno oštećenje:

Tone Decty Test podiže prag sluha preko 35 db,

pokusi regrutacije u pravilu su negativni,

govorni audiogram pokazuje jako smanjenu razumljivost.

Centralno oštećenje može se dokazati govornim testom sumacije stimulusa, nakon što je govor filtriranjem odvojen na dva dijela, od kojih se svaki daje u jedno uho (Bocca).

Treba misliti i na to da oštećenje može postojati i na više mjesta (miješano oštećenje u konduktivnom i perceptivnom aparatu i politopičko oštećenje samo unutar konduktivnog ili perceptivnog aparata).

Mjesto oštećenja izražava se dijagnozom.

Hypoacusis može biti *conductiva*, *perceptiva* ili *mixta*.

Hypoacusis conductiva može biti *meatalis*, *tubalis*, *tympanica*, *ossicularis*, *fenestralis* itd.

Hypoacusis perceptiva može biti *sensorica*, *neuralis*, *centralis* itd.

Kod gluhoće (**anacusis**) postoji ista mogućnost da se izrazi mjesto oštećenja, ali je kod gluhoće zbog smanjenog broja primjenljivih pretraga teško odrediti mjesto oštećenja.

VRIJEME I UZROK OŠTEĆENJA

Vrijeme oštećenja sluha, zapravo vrijeme manifestacije smetnji, s obzirom na rehabilitaciju treba podijeliti u dvije glavne grupe: oštećenja prije razvitka govora i poslije razvitka govora (prelokuciona i postlokuciona oštećenja).

Oštećenja prije razvitka govora mogu biti hereditarna, kongenitalna, perinatalna i postnatalna, a manifestacije

oštećenja poslije razvitka govora mogu se praktički zvati postlokuciona, akvirirana ili stečena oštećenja, makar njihov uzrok može ležati i u nasljednoj osnovi.

Postoje gotovo nepremostive zapreke da se u grupi prelokucionih oštećenja odredi vrijeme oštećenja i uzrok oštećenja. Najčešće se ostaje samo na pretpostavci o vjerojatnom uzroku. Tako će biti i dalje dok najvažniji podatak bude anamneza. Tek će nove rendgenske i laboratorijske pretrage riješiti taj važan dio audiološke dijagnoze.

SISTEM SLUŠANJA

Audiološka je dijagnoza potpuna tek onda kad je na temelju anamneze, otoskopskog i rinolaringološkog pregleda, rendgenskih i laboratorijskih pretraga, a prema potrebi internističkog, okulističkog i neurološkog pregleda, te audiometrijskih pretraga moguće odgovoriti na sva tri pitanja.

Takva otoneurološka dijagnoza, makar se na prvi pogled činila egzaktnom i potpunom, u stvari to nije, jer označava samo negativni dio govorne komunikacije, dijagnosticira oštećenje. Nije moguće doznati funkcionalnu sposobnost sačuvanog dijela odbijanjem oštećenog, jer je mogućnost adaptacije velika ali nekonstantna i ovisna o mnogim još nedovoljno ispitanim faktorima. To znači da je neophodno potrebno, osobito za potrebe rehabilitacije sluha i praćenja rehabilitacionog efekta, ispitati i funkcionalnost preostalog aktivnog dijela slušnog aparata (i funkcionalno blizih aparata). Utvrđivanje funkcionalne sposobnosti oštećenog slušnog aparata (ili, prošireno, opće sposobnosti organizma za prijenos zvučnih informacija) možemo nazvati sistemom slušanja. Sistem slušanja obuhvaća i mogućnost prijenosa informacija i sposobnost korištenja informacija u govornoj komunikaciji.

Da bi se odredio sistem slušanja potrebno je najprije dobiti audiološku dijagnozu (kako je prije opisano) a zatim učiniti dopunske pretrage. To je u prvom redu govorna audiometrija (koja ima svoje mjesto i u prvoj grupi ispitivanja, makar je tamo od manjeg značenja). Govornu audiometriju možemo podijeliti u neprepariranu (direktnu) i prepariranu (uz pomoć elektroakustičkih uređaja).

Nepreparirana govorna audiometrija obuhvaća ispitivanje glasnim govorom i šaptom, bez elektroakustičkih pomagala, listama riječi koje su prema svojim optimalama podijeljene u pet frekventnih područja (nisko područje, srednjenisko, srednje, srednjevisoko i visoko).

Preparirana govorna audiometrija obuhvaća ispitivanje razumljivosti riječi, ispitivanje razumljivosti usporeno emitiranih riječi, verbotonalnu audiometriju (optimalnu, transferiranu i nefiltriranu), govornu filtriranu audiometriju, ispitivanje razumljivosti riječi s faktorom frekvencije, intenziteta i inteligibiliteta (FII), te određivanje optimalnog slušnog polja aparatima SUVAG.

To znači da se može odrediti kolika je iskoristljivost sačuvanog slušnog aparata, koliki mu je intenzitetski raspon, kolika razumljivost na pojedinim frekventnim i intenzitetskim područjima, da li je došlo do transferiranja razumljivosti u nisko ili visoko frekventno područje (niski i visoki transfer razumljivosti), za koliki je frekventni iznos došlo do pomaka, da li je i koliko iskoristljivost nekog područja veća od fizioloških prilika i koliko je postignuti efekt blizu optimalnog mogućeg iskorištenja. Moguće je pratiti rezultate rehabilitacije, utvrditi porast razumljivosti i ustanoviti na kojem je području došlo do poboljšanja razumljivosti.

Ovim se kratkim pregledom audiometrijskog ispitivanja htio prikazati potreban opseg pretraga za postizavanje precizne audiološke dijagnoze, ali u prvom redu ukazati na, barem za sada, dosta oštro odvojene dvije skupine pretraga: jednu za audiološku dijagnozu oštećenja slušnog aparata, i drugu za utvrđivanje sistema slušanja sačuvanog dijela slušnog aparata (ili opće sposobnosti organizma za primanje zvučnih informacija).

To je bilo potrebno prikazati i zato što pretraga vestibularnog aparata nije moguća bez prethodnih audiometrijskih pretraga (1), i (2) što i ispitivanje vestibularnog aparata možemo podijeliti u dvije dosta odvojene grupe: u prvu, rutinsku dijagnostičku grupu i drugu, u kojoj se vestibularni aparat ispituje u funkciji slušanja, što je neophodno potrebno poznavati za rehabilitaciju slušanja (osobito kod jake naglušosti i gluhoće).

II ISPITIVANJE VESTIBULARNOG APARATA

Mehanička osjetila čine grupu koja se razvila iz mehanotaksije jednostaničnih bića. Taktilni osjet filogenetski spada u najstariji. Statički se organ javlja kod velikog broja beskralješnjaka, a kod kralješnjaka se dijeli u utrikulus i sakulus. Prvi put se kod riba iz sakulusa javlja produljak, koji se razvio u duktus kohlearis s Cortijevim organom.

Ta grupa osjetila pokazuje takvu diferencijaciju radi što boljeg snalaženja u prostoru. Taktilni osjet daje podatke o neposrednoj okolini, statički o položaju i promjenama gibanja u prostoru, a akustički osjet prima podatke iz udaljenosti.

FUNKCIJA VESTIBULARNOG APARATA

Glavna je uloga vestibularnog aparata registriranje pokreta i položaja tijela u prostoru, te koordiniranje pokreta mišićne mase tijela radi održavanja ravnoteže.

Izvršni organ vestibularne funkcije su agonističke i antagonističke grupe mišića.

Od vestibularnih jezgara glavni su vestibularni putovi:

a) vestibulo-kortikalni, koji dopire do temporalnog korteksa i daje osjet vrtoglavice;

b) vestibulo-mezodiencefalički, koji povezuje vestibularne jezgre s ponto-mezencefaličkim centrima i s diencefaličkim nistagmogenim područjem;

c) vestibulo-spinalni, koji vodi do motornih neurona za mišićnu mase tijela;

d) veze vestibularnih putova s malim mozgom i

e) veze s autonomnim živčanim sistemom (znojenje, mučnina, povraćanje).

Vestibularni aparat dijelimo na periferni i centralni dio. Periferni dio je od labirinta do vestibularnih jezgara, uključujući vestibularne jezgre, a centralni je centralnije od vestibularnih jezgara.

Specifični podražaji za vestibularni receptor su:

1. gravitacija;

2. akceleracija i deceleracija u jednom pravcu;

3. kutna akceleracija i deceleracija.

Samo promjena gibanja može dovesti do pomicanja endolimfe i mehaničkog podraživanja osjetnih stanica. Iz osjetnih stanica vestibularnog aparata (iz tri kupule polukružnih kanala, iz makula utrikulusa i sakulusa) stalno idu bioelektrički potencijali, i onda kad tijelo miruje. Podražaj perifernog receptora mijenja ritam impulsa: u lateralnom polukružnom kanalu ampulopetalna limfokineza (pomak endolimfe prema ampuli) pojačava bioelektričnu aktivnost, a ampulofugalna limfokineza (pomak endolimfe od ampule) je usporuje ili zaustavlja. Suprotno se ponašaju vertikalni i stražnji kanal. Kod bilo kojeg pokreta (jednostavnog ili složenog) svaki dio labirinta šalje svoje impulse, koji su drugačiji s obzirom na podražaj (ovisno o položaju tog dijela labirinta na smjer ubrzanja, ili usporenja, i ovisno o osjetljivosti tih elemenata na povećanje i smanjenje pritiska endolimfe). Koordinacijom impulsa iz oba labirinta nastaju dosta složene slike, koje su karakteristične za bilo kakvo složeno gibanje u smjeru i brzini. Koordinacija i integracija impulsa vrši se u vestibularnim jezgrama.

NAGLO OŠTEĆENJE

U patološkim slučajevima, pri oštećenju osjetnih stanica u labirintu, dolazi do smanjenja ili potpunog prestanka bioelektričkih impulsa, što dovodi do subjektivnog osjećaja kretanja u prostoru (vrtoglavica).

Disbalans koji nastaje uništenjem jednog labirinta dovodi do vrtoglavice i nesigurnosti u hodu (ataksije), ali organizam se privikne na nove strukture, nove slike (pojednostavnjeno rečeno jednostruke slike) koje sada dolaze iz samo jednog labirinta, i nakon duljeg vremena kod starijih osoba, a kraćeg vremena kod mlađih, stvaranjem novih struktura ponovo se uspostavlja ravnoteža i nestaje vrtoglavica.

Kod oštećenja ili uništenja (pareze ili paralize) vestibularnog aparata jedne strane postoje znakovi kojima se to stanje može utvrditi:

1. U Rombergovu položaju bolesnik pada na stranu oštećenog labirinta.
2. Kod pokusa ispruženih ruku, ruke skreću na stranu oštećenog labirinta.
3. Kod pokusa hodanja bolesnik pada i skreće na stranu oštećenog labirinta.
4. Spora komponenta nistagmusa usmjerena je na stranu oštećenog labirinta (ili, jer se smjer nistagmusa određuje prema smjeru brze komponente, kaže se: smjer spontanog nistagmusa je na zdravu stranu, prema labirintu iz kojeg dolazi veći broj bioelektričnih impulsa).

Svi su ti znakovi posljedica promjene tonusa u agonističkim i antagonističkim grupama mišića, promjene kakve se javljaju u fiziološki u onom kratkom vremenu kad zbog određenog pomaka endolimfe dolazi do smanjenja bioelektričnih impulsa iz jednog labirinta. Te promjene tonusa mišića idu refleksnim lukovima, putovima koji su spomenuti, da bi tijelo kod pokreta održalo ravnotežu. U patološkim slučajevima uzrok podražaja je u vestibularnom aparatu, a ne u fizičkim promjenama položaja tijela u prostoru, pa dolazi do krivih informacija od kojih idu i nesvrshodne naredbe u muskulaturu tijela, što dovodi do smetnja u održavanju ravnoteže (ataksija).

PODRAŽIVANJE VESTIBULARNOG APARATA

Budući da postepeno dolazi i do potpune kompenzacije, spontani se znakovi vremenom izgube. Ni u slučaju obostranog oštećenja, ili potpunog uništenja vestibularne funkcije nema očitih znakova takvog oštećenja ako je od toga prošlo dosta vremena ili se bolest simetrično i postepeno razvijala. U tim je slučajevima potrebno ispitati funkciju vestibularnog aparata promatranjem promjena koje se dobiju podraživanjem vestibularnog aparata.

Teško bi bilo zapisati kratkotrajne promjene koje nastaju u grupama mišića kod uobičajenih pokreta tijela, pa se podraživanje vestibularnog aparata vrši jačim i trajnijim podražajem, koji daje i dulji odgovor. Budući da je lateralni polukružni kanal smješten najlateralnije i da ga je najlakše podražiti, najčešće se ispituje refleks koji ide od tog mjesta vestibularnog aparata.

Potrebno je izazvati pomicanje endolimfe u polukružnom kanalu da bi došlo do stimulacije osjetnih stranica. To se može postići na dva načina:

1. Okretanjem tijela, akceleracijom i deceleracijom, ampulopetalnom i ampulofugalnom limfokinezom, što se postiže rotatornim testom.

2. Hlađenjem ili grijanjem endolimfe, što također dovodi do ampulopetalne i ampulofugalne limfokineze, a što se postiže kaloričkim testom.

Refleksni luk završava na mišićima tijela, ali su najočitije i najjače promjene na mišićima koji pokreću oko, pa se promatra ili zapisuje nistagmus. Nistagmus, koji se javlja podraživanjem vestibularnog aparata, zove se provocirani vestibularni nistagmus. Ako je poznat fiziološki odgovor lako je zaključiti što je patološki.

ROTATORNI TEST

Baranyjev pokus. Ispitanik sjedi na stolici koja se može okretati. Glava se spusti za 30° prema naprijed da bi lateralni polukružni kanal bio u horizontalnom položaju, okomit na smjer vrtnje. Ispitanika se u tom položaju vrti

brzinom od 180°/sek (jedan okret u dvije sekunde) da ukupno bude deset okretaja (20 sekundi). Zatim ga se naglo zaustavi i mjeri se trajanje nistagmusa. Prvo se ispitanika vrti na njegovu desnu stranu, a nakon pet minuta odmora na lijevu stranu.

Kad se ispitanika počne vrtjeti na desnu stranu, endolimfa zbog inercije zaostaje. Kako su kriste na prednjem dijelu kanala, u desnome endolimfa upire u kristu (ampulopetalna limfokineza), a u lijevome se odmiče od kriste (ampulofugalna limfokineza).

Postoji pravilo: Ampulopetalna limfokineza daje nistagmus na istu stranu, a ampulofugalna limfokineza daje nistagmus na suprotnu stranu.

U početku vrtnje dolazi dakle do nistagmusa koji se zove perrotatorni nistagmus (nistagmus u toku vrtnje, zapravo nistagmus zbog kutne akceleracije na desnu stranu). U desnom kanalu ampulopetalna limfokineza daje nistagmus na istu stranu (na desnu), a u lijevome ampulofugalna limfokineza daje nistagmus na suprotnu stranu (na desnu), pa je perrotatorni nistagmus u smjeru okretanja.

Budući da se ispitanika jednolično vrti, endolimfa dobije brzinu kojom putuje i kupula, pa prestaje podražaj i prestaje nistagmus.

Nakon dvadeset sekundi od početka vrtnje ispitanika se naglo zaustavi, endolimfa zbog inercije nastavlja vrtnju, pa vrši pritisak na lijevu ampulu (ampulopetalna limfokineza), a odmiče se od desne ampule (ampulofugalna limfokineza), što dovodi do nistagmusa na suprotnu stranu. To je postrotatorni nistagmus (nistagmus koji nastaje nakon vrtnje, zapravo nistagmus zbog deceleracije).

Iz praktičkih se razloga kod Baranyjeva pokusa prati samo postrotatorni nistagmus. Takav nistagmus traje između 20 i 30 sekundi. Kod smanjene podražljivosti traje kraće, a kod nepodražljivosti nistagmusa nema.

Budući da se u isto vrijeme podražuju oba labirinta, odgovor je zajednički, pa se ne može znati postoji li razlika u podražljivosti desnoga i lijevoga vestibularnog aparata.

KALORIČKI TEST

Ispitanika se stavlja u ležeći položaj, a glavu tako da lateralni polukružni kanal bude vertikalno, s ampulom prema gore (glava je uzdignuta od podloge za 30°).

Ako se u uho uštrca hladna voda, ohladi se endolimfa u lateralnom kanalu, postaje specifički teža, pa se spušta, dolazi do ampulofugalne limfokineze, što uzrokuje nistagmus sa smjerom na suprotnu stranu. Ako se u uho štrca voda toplija od temperature tijela, endolimfa se grije, postaje specifički lakša i javlja se ampulopetalna limfokineza, pa dolazi do nistagmusa sa smjerom prema podraživanoj strani.

Postoje razne metode kaloričke stimulacije, ali se najčešće upotrebljava metoda po Fitzgeraldu i Hallpikeu. Uši se ispiru hladnom vodom od 30° C (7° hladnija od temperature tijela), a zatim toplom vodom od 44° C (7° toplija od temperature tijela). Svako ispiranje traje 40 sekundi.

Ispire se slijedećim redom:

Test 1: hladnom vodom lijevo uho.

Test 2: hladnom vodom desno uho.

Test 3: toplom vodom lijevo uho.

Test 4: toplom vodom desno uho.

Nistagmus se gleda Frenzelovim naočalama koje ispitanik ima na očima. One imaju leće od 20 dioptrija, pa omogućuju bolje promatranje nistagmusa, a ispitaniku onemogućuju fiksiranje koje bi suprimiralo nistagmus.

Tako izazvan nistagmus normalno traje između jedne i tri minute.

Radi se o parezi vestibularnog aparata jedne strane ako se ukupno trajanje u testu 1 i 3 (lijevi labirint) od ukupnog trajanja u testu 2 i 4 (desni labirint) razlikuje za više od 15%, prema formuli

$$\frac{(1+3) - (2+4)}{(1+2+3+4)} \times 100\%$$

Ako podraživanje jednog labirinta hladnom vodom i toplom vodom ne daje sličan odgovor, nego je nistagmus na jednu stranu mnogo dulji, a drugi labirint isto tako daje jači nistagmus na tu istu stranu, a slabiji na drugu, znači da ne postoji pareza perifernog aparata (jer je on na jedan od dva stimulusa normalno podražljiv), nego postoji prevaga smjera nistagmusa na jednu stranu (desnu ili lijevu), preponderancija smjera nistagmusa. Ako je razlika između ukupnog trajanja nistagmusa u testu 1 i 4 (nistagmus na desnu stranu) u odnosu na test 2 i 3 (nistagmus na lijevu stranu) veća od 15%, radi se o patološkoj preponderanciji smjera nistagmusa. To se izračunava prema formuli

$$\frac{(1+4) - (2+3)}{(1+2+3+4)} \times 100\%$$

ZAPISIVANJE NISTAGMUSA

Otkad se promatra nistagmus postoji i nastojanje da ga se trajno zapiše, radi bolje analize i lakšeg uspoređivanja. Od grubih mehaničkih metoda, preko fotometode, došlo se do fotoelektričke nistagmografije i do, danas najčešće upotrebljavane, elektronistagmografije.

ELEKTRONISTAGMOGRAFIJA

Između kornee i retine postoji razlika potencija (kornea je u odnosu na retinu pozitivno nabijena, a retina u odnosu na korneu negativno). Postojanje tog korneo-retinalnog potencijala čini da se oko ponaša kao dipol. Ako se temporalno desno i lijevo postavi po jedna aktivna elektroda, a na čelu osnovna (ground) elektroda, onda će pomaci oka, pomak dipola, dovesti do promjene potencijala na elektrodama. Te se promjene elektronski pojačaju, pa se prenesu na pisaae. Više se frekvencije, koje bi mogle ometati zapis, filtriraju. Pomak očiju na desnu stranu dovodi do pomaka pisaae prema gore, a pomak očiju lijevo pomiče pisaae prema dolje. Ako papir pod pisaaicama putuje brzinom od 1 cm u sekundi onda se dobiva zapis nistagmusa i moguće je analizirati svaki nistagmički trzaj i njegove komponente.

KALIBRACIJA

Budući da korneo-retinalni potencijal nije jednak kod svih osoba (a promjenljiv je i kod iste osobe, i ovisan o nekim faktorima, na primjer o svjetlu) i budući da odnos elektroda i oka nije kod svakoga jednak, potrebno je kod svakog ispitanika izvršiti kalibraciju. Kalibracijom se želi postići da pomak oka za određeni broj kutnih stupnjeva odgovara određenom pomaku pisača, kako bi se znao iz zapisa odrediti kutni pomak oka.

Nakon što je ispitanik postavljen u ležeći položaj, i nakon što su mu postavljene elektrode, potrebno je da naizmjenično gleda u dvije oznake koje su jedna od druge udaljene u odnosu na ispitanika za 10 kutnih stupnjeva. Pojačavanjem ili oslabljivanjem na elektronistagmografskom aparatu svede se kutni pomak očiju od 10 stupnjeva na amplitudu od 10 mm. Taj je podatak potrebno zapisati među osnovne uvjete snimanja da bi se nistagmografska krivulja mogla analizirati.

USMJERENI POGLED

Kod otklona očiju jako ustranu, kod preko pola zdravih ispitanika javlja se abdukcioni nistagmus zbog umora očnih mišića, nistagmus koji ne znači oštećenje vestibularnog aparata. Kod otklona oka samo za 20° kod zdravih osoba ne dolazi do nistagmusa. Ako se kod pogleda lijevo ili desno s pomakom od 20° javi nistagmus, on upućuje na centralno oštećenje.

OPTOKINETIČKI TEST

Optokinetički nistagmus nastaje fiksiranjem predmeta u pokretu. Kad se takav predmet izgubi, oči traže novi predmet, prate ga u njegovu gibanju, pa kad se i on izgubi ponovo se vraćaju tražeći novu tačku fiksiranja pogleda. Za optokinetički test koristi se bubanj, koji se lagano okreće (4°/sek) najprije na jednu stranu, a zatim na drugu. Na bijeloj podlozi bubnja nalaze se crne vertikalne crte na kojima se pogled može fiksirati. Radi se o refleksnom luku koji ide od oka do optičkog centra u kori velikog mozga, a vraća se živčanim nitima očnih mišića. Ako je optokinetički test patološki, ako je nesimetričan (na jednu stranu slabiji negoli na drugu) nalaz upućuje na centralno oštećenje.

SPONTANI I POZICIONI NISTAGMUS

Spontani nistagmus je onaj koji se javlja bez podraživanja labirinta i koji je jednak u svim položajima tijela.

Vertikalni spontani nistagmus upućuje na centralno oštećenje.

Pozicioni nistagmus je ovisan o položaju tijela; on postoji samo u nekim položajima, ili mijenja smjer ovisno o položaju tijela, ili makar i postoji u svim položajima tijela i istog je smjera — mijenja jačinu ovisno o položaju tijela. Prema modificiranom Nylenovu sistemu dijeli se u tri tipa:

Tip I: Perzistirajući nistagmus (nistagmus neograničenog trajanja) koji mijenja smjer promjenom položaja tijela.

Tip II: Perzistirajući fiksirani nistagmus (nistagmus neograničenog trajanja koji ne mijenja smjer), ali se javlja samo u nekim položajima ili u svim položajima, ali je tada različite jačine.

Tip III: Neperzistirajući, tranzitorni nistagmus (koji traje kraće od jedne minute nakon zauzimanja stanovitog položaja) a može biti fiksiranog ili nefiksiranog smjera.

Prema Jongkeesu potrebno je izvršiti ispitivanje u slijedećim položajima: u ležećem položaju na leđima, na desni bok, na lijevi bok, na trbuhu, s visećom glavom, sjedeći.

Pozicioni nistagmus može se javiti i kod zdravih osoba.

ROTATORNA ELEKTRONISTAGMOGRAFIJA

Ako se rotatorni test vrši uz pomoć elektronistagmografije, onda je moguće registrirati i perrotatorni i postrotatorni nistagmus.

Postoje uređaji koji mogu različito programirati akceleraciju, zatim konstantnu vrtnju, te deceleraciju. Akceleracija i deceleracija mogu se izabrati između $0,2^\circ/\text{sek}^2$ i $20^\circ/\text{sek}^2$. Tako je moguće preciznije odrediti stanje vestibulotornog aparata. Montandon je uveo pojam nistagmičkog vestibularnog praga: minimalnu kutnu akceleraciju koja je dovoljna da izazove nistagmus oka, koji ne prelazi trajanje same stimulacije. Ta akceleracija iznosi u srednjoj vrijednosti $1^\circ/\text{sek}^2$. Podizanje tog praga upućuje na oštećenje vestibularnog aparata.

KALORIČKA ELEKTRONISTAGMOGRAFIJA

Rotatorni test ima mogućnost tačnog doziranja stimulusa koji djeluje na kupulu polukružnog kanala, ali mu je loša strana u tome što nije moguće ispitivati svaki labirint posebno.

Kalorički test, suprotno od rotatornog, ima mogućnost pojedinačnog ispitivanja labirinta, što mu je vrlo značajna prednost, ali mu je loša strana nemogućnost tačnog odmjeravanja stimulacije, zbog individualnih razlika u prijenosu topline iz zvukovoda u labirint. Osobito je nepogodno to, da može postojati razlika prijenosa stimulusa između jednog i drugog uha iste osobe. To se najčešće događa ako su jedno ili oba uha bila bolesna.

Najčešće se upotrebljava test prema Fitzgeraldu i Hallpikeu, češće od drugih kaloričkih testova i češće od rotatornog testa, pa kad se kaže elektronistagmografija, gotovo se podrazumijeva o kakvom se testu radi.

Test se izvodi na isti način kako je prije opisano, ali ispitanik može imati zatvorene oči, a mogućnosti su analize mnogo veće.

MJERENJE NISTAGMUSA

Trajanje nistagmusa. Trajanje nistagmusa mjeri se od početka stimulacije (makar se nistagmus odmah ne javlja) pa do njegovog prestanka. Prestanak nistagmusa je ili potpuni prekid nistagmičkih trzaja, ili na mjestu javljanja kvadratičnih valova, ili se javlja sekundarni nistagmus (nistagmus suprotnog smjera).

Amplituda nistagmusa. Postoji zahtjev stanovitih autora da se zbroji ukupna amplituda svih nistagmičkih trzaja, ali se najčešće određuje maksimalna amplituda. Odredi se srednja vrijednost amplitude nistagmusa od 10 sekundi.

Frekvencija nistagmusa. Na mjestu na kojemu se određuje srednja vrijednost maksimalne amplitude, određuje se i broj nistagmičkih trzaja u sekundi (također prosjek za deset sekundi).

Brzina spore komponente nistagmusa izražena je nagibom krivulje, a izračunava se iz tangensa kuta. Jednostavniji je način da se kosa crta spore komponente produlji toliko da zahvati širinu koja označava vrijeme od jedne sekunde. Razlika u visini kose crte, koju je ona učinila u jednoj sekundi, predstavlja put u kutnim stupnjevima koje bi oko bilo napravilo da se tom brzinom kretalo u istom smjeru cijelu sekundu: to je brzina spore komponente u sekundi. Ako je kalibriranje bilo izvršeno po sistemu 10 milimetara za 10 kutnih stupnjeva pomaka oka, onda razlika visine, koju je kosina postigla u jednoj sekundi izmjerena u milimetrima, pokazuje brzinu spore komponente u kutnim stupnjevima u sekundi.

Brzina spore komponente smatra se najvažnijim podatkom u nistagmogramu. Trajanje nistagmusa ovisi jednim dijelom o supresiji koju može vršiti kora mozga, a i inače trajanje nistagmusa nije uvijek upravno proporcionalno jačini nistagmusa. Dug nistagmus ne znači uvijek i funkcionalno dobar vestibulotorni aparat. Frekvencija nistagmusa ovisi o pragu pojavljivanja brze komponente. Što je taj prag niži, frekvencija će biti veća, i obratno. Frekvencija nije jedino (ili možda nije nikako) vezana uz funkciju vestibularnog aparata, nego ovisi o ekstravestibularnim faktorima. Amplituda je ovisna ne samo o brzini spore komponente nego i o frekvenciji, tako da pravo značenje amplitude možemo imati zaista samo u slučaju mjerenja ukupne amplitude. Ako je kalibracija učinjena odnosom 10 mm jednako 10 kutnih stupnjeva, onda u pravilu produkt amplitude i frekvencije treba da daje brzinu spore komponente. Ako frekvencija ne ovisi samo o vestibularnim faktorima, onda postaje dosta jasno uvjerenje većine autora da je osnovna mjera jačine nistagmusa brzina spore komponente.

SKUPINA PRETRAGA VESTIBULARNOG APARATA

Nakon audiološke obrade, rutinski u obzir dolazi slijedeći niz vestibulometrijskih pretraga, ovim redom:

1. Pregledom bez pomagala utvrditi da li ispitanik ima **spontani nistagmus**.
2. **Pokus po Rombergu**.
3. **Pokus pokazivanja**.
4. **Pokus hodanja**.
5. **Elektronistagmografija**
kabliranje,
usmjereni pogled s odklonom 0°, 20° desno, 20° lijevo, za svaki smjer najmanje 15 sekundi snimanja,
optokinetički test s okretanjem bubnja na jednu pa na drugu stranu, brzinom od 4°/sek,
pozicioni testovi u položaju na leđima, na desnom boku, lijevom boku, na trbuhu, s visećom glavom, u sjedećem položaju (snimanje najprije sa zatvore-

nim očima 15 sek, s otvorenim očima 15 sek, ponovo sa zatvorenim očima 15 sek, za svaki položaj posebno),

kalorički test po Fitzgeraldu i Hallpikeu: testovi 1, 2, 3 i 4. Kod svakog testa potrebno je barem 15 sekundi snimati i s otvorenim očima da se ispita sposobnost supresije nistagmusa fiksacijom. Ako je nistagmus slab ili ga nema, potrebni su dopunski testovi: podraživanje lijevog pa desnog uha vodom od 18° C,

rotatorni test; makar većina autora izabire između kaloričkog i rotatornog testa (i većina izabere kalorički) smatramo da su potrebna oba testa: u kaloričkome je najvažniji podatak razlika podražljivosti između dva vestibularna aparata, jer smanjena podražljivost ili nepodražljivost, koja se tom pretragom dobije, nema apsolutnu vrijednost, a rotatorni će test pokazati pravu osjetljivost vestibularnog aparata, ali oba zajedno. Uspoređujući jedan i drugi nalaz bit će moguće utvrditi pravo stanje.

TUMAČENJE ELEKTRONISTAGMOGRAFSKIH NALAZA

Na temelju učinjenih pretraga možemo nalaze podijeliti u četiri grupe.

Nalaz je normalan ako

nema spontanog nistagmusa,

nema nistagmusa kod usmjerenog pogleda,

nema pozicionog nistagmusa tipa I ili II,

optikinetički je nistagmus simetričan,

u kaloričkom testu nema veće razlike u osjetljivosti od 15%,

rotatorni test pokazuje normalne vrijednosti.

Periferno oštećenje

jednostrano:

ako kalorički test pokazuje razliku osjetljivosti veću od 15%,

obostrano:

ako i kalorički i rotatorni test pokazuju smanjene vrijednosti, a postoji i gubitak sluha koji nije centralno uzrokovan.

Centralno je oštećenje ako postoji

spontani vertikalni nistagmus i kod otvorenih očiju uz fiksaciju,

nistagmus kod usmjerenog pogleda,

asimetrija u optokinetičkom testu (a nema spontanog nistagmusa),

pomanjkanje fiksacione supresije kaloričkog nistagmusa.

Nalaz je nespecifičan ako postoji

spontani nistagmus ili pozicioni nistagmus tipa I ili II, ali bez jednostranog smanjenja podražljivosti,

pomanjkanje drugih znakova za periferno ili centralno oštećenje.

Radi se o smetnjama koje su bez organskog oštećenja perifernih ili centralnih vestibularnih putova.

Kod znakova za periferno ili centralno oštećenje i jedan je od spomenutih znakova dovoljan da se posumnja ili utvrdi (ovisno o drugim nalazima) prava dijagnoza.

Podjelom vestibularnog aparata na periferni i centralni dio, a akustičkog na konduktivni, senzorički, neuralni i centralni, znajući da su u neposrednoj blizini jedan s drugim u labirintu i u toku statoakustičkog živca, iz jednih i drugih nalaza moguće je preciznije odrediti mjesto oštećenja.

Tako je moguće, iako ne baš sasvim sigurno kod centralnih oštećenja, tačno odrediti mjesto i opseg oštećenja, postaviti otoneurološku dijagnozu.

DOPUNSKE VESTIBULARNE PRETRAGE

U sistemu slušanja vestibularni aparat može imati trostruki utjecaj.

1. Potpomaganje funkcije slušnog aparata

Za vestibularni aparat ima mnogo pretpostavki i nekih dokaza da prima akustičke stimulacije. To se osobito odnosi na sakulus. S druge strane, postoje indicije da kohlearna funkcija percepcije niskih frekvencija do oko 300 Hz ima ulogu koja je bliža vestibularnoj funkciji negoli akustičkoj. Može se pretpostaviti da i u vestibularnom i u kohlearnom aparatu postoje dijelovi koji se u svojoj funkciji prekrivaju.

Kako postoje dokazi da funkcija niskih frekvencija potpomaže čujnost i razumljivost govora, tako postoje i pretpostavke da takvu stimulativnu ulogu na akustički aparat ima i vestibularni organ, ako ne cijeli a ono barem sakulus.

2. Percepcija zvučnih informacija

Budući da su vestibularni i akustički aparat po svojoj građi i specifičnoj energiji dosta slični, postoji mogućnost, kad još nije bio razvijen akustički organ, da je u statičkom aparatu postojala mogućnost primanja akustičkih podražaja. Postoji niz eksperimentalnih dokaza o djelovanju akustičkih stimulusa i na vestibularne osjetne stanice. Za ulogu akustičkog aparata zanimljivo je pitanje kad je došlo do direktnih veza između akustičkih jezgara u mezencefalonu i kore velikog mozga, što je omogućilo svjesnu govornu komunikaciju. Također je zanimljivo kakve su anatomske i kakve fiziološke veze između jezgara vestibularnog aparata i kore velikog mozga. Takvi su centri dokazani, ali nije dokazana svjesna percepcija akustičkih stimulusa vestibularnim aparatom.

3. Koordinacija mehaničkih osjetila

Percepcija zvuka je u biti polisenzorička. Kod toga sudjeluju svi mehanoreceptori na svim i u svim dijelovima tijela. Strukturiranje zvučnih stimulusa ne odnosi se samo na impulse koji su stigli slušnim živcem, nego strukturiranjem svih impulsa iz mehanoreceptora. Smatra se da centralnu koordinaciju funkciju svih mehanoreceptora vrši vestibularni aparat preko supstancije retikularis.

To su samo neki podaci i neke indicije o vjerojatnoj ulozi vestibularnog aparata kod slušanja.

Da bi se ta funkcija vestibularnog aparata mogla ispitati i pratiti u toku rehabilitacije teških naglušnosti i gluhoća potrebno je:

1. Obratiti pažnju na neke finije podatke koje daje nistagmografija (u prvom redu na ritmičnost nistagmograma) i

2. Proširiti broj pretraga. Dosadašnje pretrage ispitivale su u prvom redu stanje lateralnog polukružnog kanala, što znači da bi ispitivanje trebalo proširiti na utrikulus i sakulus. Osim nistagmusa, kao indikatora funkcije vestibularnog aparata, trebalo bi uvesti osjetljive specifične psihomotorne testove koji bi postojeće podatke nadopunili novima.

L I T E R A T U R A

- B. Gušić: Biološka osnova našeg statoakustičkog aparata, Lij. vjes., 89:117, 1967.
F. Jelašić: Neurološka simptomatologija, Med. enc., 7:259, 1958.
A. Montandon, F. Ditrich: La vestibulometrie perrotatoire electro-nystagmographique et les conditions requises de ses applications cliniques, Med. et Hyg., 19:908, 1961.
C. R. Smith: Measurement of Nystagmus Using Electronystagmography (ENG), Journal of Speech and Hearing Disorders, 32:133, 1967.

Institute for Research and Protection of Ear and Respiratory Ways, Zagreb

Mihovil Pansini

VESTIBULAR RESEARCH OF THE PERSONS WITH IMPAIRED HEARING

S U M M A R Y

The author tried to show in what ways audiometry and vestibulometry help to detect the place of the impairment. He also wanted to show that there still exists a disregarded field of the research: testing the functional value of the research: testing the functional value of the left-over structures of the speech communication. Verbo-tonal audiometry helps a great deal when finding out the system of one's hearing, while the part of the vestibular research is not yet showing itself to be sufficiently useful.

Institut pour la recherche et la protection de l'oreille et des voies respiratoires, Zagreb

Mihovil Pansini

LES EXAMENS VESTIBULAIRES CHEZ LES PERSONNES AYANT DES PERTES DE L'AUDITION

R É S U M É

L'auteur tend à montrer comment l'audiométrie et la vestibulométrie sont utilisées dans un travail de routine pour déterminer l'endroit de la lésion. Pourtant, il existe un autre domaine tout à fait négligé, celui de la recherche sur la valeur fonctionnelle des structures intactes dans la communication orale. L'audiométrie verbo-tonale a beaucoup aidé à déterminer le système de l'audition, mais les examens de l'appareil vestibulaire en fonction du système de l'audition sont encore insuffisants.

Оторинологический исследовательский институт — Загреб

МИХОВИЛ ПАНСИНИ

ВЕСТИБУЛЯРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ У ЛИЦ НАРУШЕННОГО СЛУХА

СОДЕРЖАНИЕ

Автор старается показать способ использования аудиометрии и вестибулометрии в рутинной работе при определении места нарушения слуха. Он также подчеркивает, что существует недостаточно использованная область испытания: испытание функциональной ценности оставшихся, не нарушенных структур речевого сообщения. Верботональная аудиометрия в сильной степени помогает при определении системы слушания, но испытания вестибулярного аппарата в этой функции совсем недостаточны.