



Eötvös Loránd Tudományegyetem
Bárczi Gusztáv Gyógypedagógiai Kar



A hallássérült személyek valós fül mérési eredményei és annak hatása a hallókészülékek optimális beállítására

Hallgató: Szendrőy Vivien

Szakirányok: autizmus spektrum pedagógiája,
hallássérültek pedagógiája

Neptun-kód: CM55FW

Témavezető: Keresztessy Éva

Budapest
2022.

Tartalom

Bevezetés.....	4
Szakirodalmi áttekintés	4
Út a hallókészülékes ellátásig	4
A hallássérülés audiológiai diagnózisa, korai felismerése, ellátása	4
Újszülöttkori szűrés	4
Hallókészülékes ellátás	5
Valós fül mérések	7
A valós fül mérés fontossága	7
Használata hazánkban és külföldön.....	8
Terminológiai áttekintés – Valós fül mérési lehetőségei.....	8
REUR/REUG - Real-ear unaided response/Real-ear unaided gain	8
REAR/REAG - Real-ear aided response/Real-ear aided gain	9
REIG - Real-ear insertion gain.....	9
REOR/REOG - Real-ear occluded response/ Real-ear occluded gain.....	9
RECD - Real-ear-to-coupler difference	10
Beépített rendszerek	10
Korábbi külföldi kutatások tapasztalatai	11
Jelen kutatás.....	11
Hipotézisek.....	12
Módszer	12
Minta.....	12
Vizsgálati elrendezés	13
Mérőeszközök.....	13
Noah, Aurical Freefit, Otosuite, TargetMatch	13
Mérőeszközök alkalmazása	13
Adatfeldolgozás	16
Elemzés	17
1.Eset	18
2.Eset	21
Globális tapasztalatok.....	22
Diskusszió.....	24
Hipotézis vizsgálata.....	24

A kutatás korlátai.....	25
További kutatási irányok	25
Szakirodalmak	26
Ábrajegyzék	28

Bevezetés

Kutatásom témája a valós fül mérése. Azt vizsgálom, hogy a valós fül mérés hogyan könnyíti meg a hallókészülék illesztését a hallássérült csecsemők és kisgyermekek számára, és ez milyen hatással van a későbbi hallásállapotukra, hogyan illeszkedik a mérés a hallókészülék illesztésről való tudásunkba.

Az audiológiai ellátás gőzerővel fejlődik, egyre nagyobb eszközpark áll rendelkezésre a hallókészülékek kiválasztásakor, és a mérések pontosítása során is. Ami két éve még elképzelhetetlen eszköz volt, az mára már elérhető annak érdekében, hogy megteremtsük a hallássérültek számára a minél jobb hallásélményt. Egyre több az eszköz, egyre magasabb szintű a technológia. Hol található meg ebben a rendszerben Magyarország? Mi az, amit már nemzetközi viszonylatban jól ismerünk és alkalmazunk, viszont hazánkban még kevés utat járt be? Mit mondhatunk el a valós fül mérésekről a nemzetközi adatok tükrében? Mennyire vihetők át a hazai gyakorlatba ezek a külföldi tapasztalatok?

Szakirodalmi áttekintés

Út a hallókészülékes ellátásig

A hallássérülés audiológiai diagnózisa, korai felismerése, ellátása

Újszülöttkori szűrés

Ma már kötelezővé vált az újszülöttkori hallásszűrés, ami nagyban elősegíti a minél hamarabbi detektálást, és az ellátáshoz való hozzájutást. Ennek kialakítása és az objektív eszközök bevezetése már 1998-ban megkezdődött Magyarországon, a bajai és a pécsi munkacsoportoknál, az első teljes körű UNHS-program bevezetésével. Az UNHS rövidítés az univerzális neonatális hallásszűrésből adódik, melynek angol megfelelője a universal newborn hearing screening, amit 1993-ban kezdeményezett a teljes körű újszülöttkori szűréssel foglalkozónemzetközi bizottság - a Joint Committee on Infant Hearing (JCIH). 2015-től pedig már az Egészségügyi Szakmai Irányelvekben is megjelenik az UNHS kötelező használata, mely előírja 0-4 napos életkorban a hallás kötelező objektív vizsgálatát, és amennyien nincs megfelelő eredmény, a vizsgálatot a kórházból való távozásig meg kell ismételni. Ha otthonszülés miatt vagy rövid intézeti tartózkodásból adódóan nincs eredmény, akkor legfeljebb egy hónapos korig el kell végezni a vizsgálatot. (Keresztessy, 2012; ESZK 2015; Gáborján, 2018)

A módszer célja, hogy minden újszülöttnél minél hamarabb megtörténjen az objektív hallásszűrés, mivel ebben az életszakaszban a szubjektív hallásvizsgálat még nem ad pontos eredményt. A vizsgálat törtéhet otoakusztikus emisszió (OAE) és agytörzsi audiometriás vizsgálatokkal (ABR, BERA). A szűrések célja itt még nem a sérülés pontos helyének meghatározása, hanem azzal kapcsolatos visszajelzés, hogy a beszédhallás szempontjából megfelelő hallóképességgel rendelkezik-e az újszülött. Amennyiben az újszülött kiszűrésre kerül, megkezdődik a diagnosztikus folyamat, melynek során már a hallás pontos paraméterei kerülnek feltárára. (Keresztessy, 2012; ESZK 2015; Gáborján, 2018)

Hallókészülékes ellátás

A hallókészülék ellátás az előzőekben kiszűrt csecsemőkre és megfelelő szűrő kritériumokra épül. Átfogó audiológiai vizsgálat veszi kezdetét, melynek során a fül-orr- gégész, az audiológus és a gyógypedagógus munkája révén, szubjektív és objektív vizsgálatok során mutatható ki a hallássérülés. Cél a minél több szempontból szerzett adat, ezzel is pontosítva a diagnózis felállítását, és a megfelelő ellátást. Csecsemők és kisgyerekek esetében ez rendkívül fontos és nagy szaktudást igényel, hiszen az életkorból (is) kifolyólag sok a nehezítő tényező. A gyermek fejlődése szempontjából ez egy szenzitív időszak, ahol a nyelvelsajátítás miatt is nagyon fontos a hallás megléte. (Keresztessy, 2012; Baranyi, 2015; ESZK 2015; Gáborján, 2018)

A protokoll az ellátás során is előír objektív (OAE, ABR, BERA, ASSR) valamint életkorspecifikus szubjektív (magatartás-megfigyelő audiometria 0–6. hó, vizuális megerősítő audiometria 6–30. hó, játékaudiometria 30. hónaptól) vizsgálatokat, valamint fokozott figyelemmel kell lenni az illesztés speciális szempontjaira is (Baranyi, 2015; Keresztessy, 2012; ESZK, 2015).

Amennyiben indokoltá válik a hallókészülékes ellátás, az egyéni fülillesztékhez szükséges lenyomatvétele készül. 1–2 héttel később az elkészült illesztéssel elkezdődhet az első hallókészülék kipróbálása, annak beállítása. A kisgyermek ellátása során ergonómiai és elektroakusztikai jellemzők meghatározásán túl speciális szempontokat is figyelembe kell venni: azt, hogy a gyermek füléhez megfelelően igazodó és a lehetséges összes akusztikai igényét kielégítő készüléket válasszunk. A kiválasztás során különböző típusú hallókészülékek közül válogathatunk (fül mögötti, fülbe helyezhető fülkagyló méretű, mély hallójáratú készülékek). A kisgyermek esetében a fül mögé helyezhető készülékek a legelterjedtebbek. A választás során fontos szempont még, hogy a készülék biztonságosan használható legyen a gyermekek számára, rendelkezzen „gyermekbiztos” funkciókkal: elemtartó rögzítővel, a

gyermekek számára kialakított könyökkel, valamint a készüléknek FM kompatibilisnek kell lennie, hogy csatlakoztatható legyen adó-vevőrendszerekhez. (Keresztessy, 2012)

Nagy felelősség hárul a szakemberekre, hiszen a vizsgálati adatokon és eredményeken túl az egyénre jellemző szubjektív tényezőket is figyelembe kell venni. A csecsemő még nem képes pontos visszajelzést adni a hallott hangélményről, így a szakembernek kell ezt jól megfigyelnie, megfelelően látnia, hogy az adott viselkedéses jegyek, napi rutintevékenységek, hangulat miről árulkodik, illetve hogy a szülő elmondásából mikre következtethetünk. A hallókészülék kiválasztásának folyamatában a megfelelő illesztés mellett további cél, hogy a gyermek ne csak meghallja a hangokat, hanem az erősítés mértéke tegye lehetővé a beszédértést is. (Baranyi, 2015; Keresztessy, 2012; McCreery, 2013) Annak megértése nélkül, hogy a gyermek hallójáratának anatómiája hogyan befolyásolja a fül hangszintjét, valószínűleg túl- vagy alulerősítés következik be, ez pedig befolyásolja a beszéd értését, a nyelvelsajátítás folyamatát is. Alulerősítés esetén a gyermek hallása nem éri el az optimális beszédhallás szintjét még a hallókészülékes erősítéssel sem, így nem is jelenik meg reakció a környezeti hangokra, így sokszor kiveszi a készüléket. Túlerősítés során pedig a hangok túl vannak erősítve a készülék által, a gyermek számára túlingerlő, túlterhelő, és zavaróan hangos, így egy idő után már nem tudja elviselni a készülékkel való hallást.

(Keresztessy, 2012; McCreery, 2013)

Ezek fényében a hallójárat akusztika is lényeges szempont a túl- és alulerősítés elkerülésében. Itt akár életkorból származóan, sőt még a személy két füle között is eltéréseket tapasztalhatunk. A csecsemők, kisgyermekek hallójárat nagyjából 15-22 mm közötti, ami az életkor előrehaladtával folyamatosan változik, így 4000-8000 Hz között mérhető náluk hallójárat erősítés. Felnőtteknél, nők esetében a hallójáratnak a hossza 22- 26 mm-re tehető, míg férfiaknál akár 25- 29 mm is lehet. Itt az erősítés 2000-40000 Hz-en 10-20 dB-lel erősíti a hangot. A gyerekeknél a 4000-8000 Hz-s erősítés később ezekbe a mélyebb hangokba tolódik át. Így egy hallókészülék választása során az illesztésnél ezen sajátosságokat is figyelembe kell venni, mert a hallójárat növekedése megváltoztatja a természetes erősítés mértékét, ami befolyásolja a hallókészülék aktuálisan beállított teljesítményét. Tehát fontos, hogy az életkor előrehaladtával a hallókészülék beállításának megváltoztatása nem feltétlen a hallás romlását jelzi, hanem a hallójárat akusztia változását. A készülék beállítása finomítható további mérésekkel, mint a hallójárat természetes akusztikájának a vizsgálata, a valós fül mérések lefolytatása. (Seewald R. 2005; British Society of Audiology and British Academy 2007; Keresztessy, 2012)

Valós fül mérések

A valós fül mérés (REM) egy szoftver segítségével elvégzett objektív vizsgálat, amely bizonyos egyéni paramétereket képes integrálni. Segítséget biztosít a gyártás, a tesztelés, a minőségellenőrzés, valamint a személyek ellátása során, különösen kisgyermekkorban, vagy problémás személyek hallásmérése során. A REM kifejezést az audiológusok a hallókészülékek valós fül akusztikai jellemzőinek különböző mérési módozataira használják. A klinikai audiológiában a valós fül mérés célja a hallókészülék valós fül akusztikai jellemzőinek összehasonlítása és ellenőrzése az előírt célértékkel. (British Society of Audiology and British Academy, 2007)

A valós fül mérés fontossága

Minden fül és az azokba helyezett akusztikai csatlók egyéniek, így a standarthoz képest nagy eltérések tapasztalhatóak. Ez még inkább jellemző a csecsemők és gyermekek esetében, ahol a hallójárat az idő múlásával növekszik, így megváltozik annak akusztikája is. A gyermekek hallókészülék ellenőrzési folyamatának egyik legfontosabb összetevője a hallójárat-akusztika figyelembevétele. A hallójárat spektruma és intenzitása nemcsak az azonos korú gyermekeknél változik, hanem az egyes gyermekeken belül is. (Bagatto, Scollie, Seewald, Moodie, & Hoover, 2002; McCreery, 2013)

A valós fül mérés pontosabb illesztést tesz lehetővé, redukálva szubjektív tényezőket. Több hatásvizsgálat is bizonyította (Bagatto et al., 2002; Bagatto, Seewald, Scollie, & Tharpe, 2006; Scollie, Bagatto, Moodie, & Crukley, 2011; Latzel, Denys, Anderson, Francart, Wouters, & Appleton-Huber, 2017), hogy a valós fül mérések megbízható eredményt biztosítanak a csecsemők és kisgyermekek esetében is, valamint, hogy a felhasználók körében sokkal nagyobb elégedettség tapasztalható. Grafikus megerősítést biztosít az audiológus számára, ami megkönnyítheti a hallókészülék beállítását, és egy új készülék választása eseté az illesztést is. (British Society of Audiology and British Academy, 2007) Pontosabb beállítást tesz lehetővé, mint azokban az esetekben, ahol csak egy becslés alapján történik meg a hallókészülék beállítása. Ha ezek a kontrolvizsgálatok nem valósulnak meg kisgyermekkorban, akkor a család bizonytalannak érezheti gyermeke hallását, főleg addig, míg azt nem tudja szavakban kifejezni a számukra. Magyarországon nem terjedt még el a hallókészülékkel szabad hangtérben történő vizsgálat és a műszeres valós fül vizsgálat sem. (Keresztessy, 2012)

Használata hazánkban és külföldön

Magyarországon nem képezi részét a protokollnak a hallókészülék illesztése során a valós fül mérés. A magyar nyelvű szakirodalmak csekély említést tesznek ennek használatáról, hatásairól, különböző életkorban mért eredményeiről.

Ha magának a mérésnek az ismertségét szeretnénk látni, az jól kirajzolódik a nemzetközi adatokból is. Amerikai viszonylatban a két legkorábbi felmérés szerint 2006-ban az ellátóhelyek 57%-a rendelkezett REM berendezéssel, mely képes a valós fül mérés elvégzésére, de csak 23%-uk az, aki ezt rutinszerűen is használta a gyakorlatban. A 2011-es felmérés szintén hasonló eredményeket mutat, ekkor az ellátóhelyek 20-40% -a használta a valós fül mérést, a fennmaradó 60% pedig nem. (Kochkin, Beck, Christensen, Compton-Conley, Fligor, Kricos, & Turner, 2010; Kochkin, 2011) Ez számos okra vezethető vissza, melyek az eljárás hátrányainak tekinthetőek. Ilyen az eszköz meglétének a feltétele, mely egy elég összetett, akusztikus csatolókból, mérőeszközökből, mérő és beállító szoftverekből álló egység. Terminológiája szerteágazó, így nehezíti a közös megértést, a mérési folyamat pedig sok lépcsős, időt igényel mind a szakembertől, mind pedig a mérésben résztvevő személytől / hozzátartozóktól a kisgyermekes esetében (Latzel et al. 2017; McCreery 2013) E nehézségek feltárása mentén mindenképpen lényeges, hogy egy közös nyelven, megfelelő háttérismerettel tudjanak zajlani ezek a vizsgálatok, és ezt kívánja megkönnyíteni a terminológiai áttekintés is.

Terminológiai áttekintés – Valós fül mérési lehetőségei

A valós fül (REM) mérések közé több, a hallójáratot vizsgáló, valamint összehasonlító mérés tartozik, melyek során nézhetjük a hallójárat egyéni teljesítményét, a hallókészülékkel/illesztéssel történő hallásélmény alakulását, és ezek egymáshoz való viszonyát is. A következőkben ezen mérések közti különbségek felvázolása történik.

REUR/REUG - Real-ear unaided response/Real-ear unaided gain

A REUR a valós fül erősítés nélkül mért válasza, az SPL (hangnyomásszint) a frekvencia függvényében, a mérési ponton egy meghatározott tesztjel szintjénél, nyitott/nem elzárt hallójáratral.

A REUG a valós fül segítség nélkül mérterősítése, a mérési ponton mért SPL és a tesztjel szintje közötti különbség decibelben meghatározva, a frekvencia függvényében, nyitott/ nem elzárt hallójáratral. (Pumford, & Sinclair, 2001) Tehát ha a REUR görbe megmérésre kerül, ott a bemeneti erősítéshez képesti mért értékből megkapjuk a REUG görbe eredményét is, decibelben mérve. Így, ha egy 50 dB-es hangot adunk 3000 Hz-n, és a REUR értékünk 68 dB lesz, ebből megtudjuk azt is, hogy az erősítésünk értéke a REUG 18 dB ebben az esetben.

REAR/REAG - Real-ear aided response/Real-ear aided gain

A REAR a valós fül segítségével mért válasza, bekapcsolt hallókészülék mellett mutatja a mérhető hangnyomást, egy meghatározott mérési ponton decibelben a frekvencia függvényében mért különbség az SPL és a tesztjel szintje között.

A REAG a készülék segítségével mért erősítésének a mértékét adja meg, SPL a mérési ponton a frekvencia függvényében egy meghatározott tesztjel sinthez. (Pumford, & Sinclair,2001) Tehát hasonlóan a REUR és a REUG összefüggésénél itt is elmondható, hogy a REAR görbe megkapásával a REAG görbe eredményeit is megismerjük, hogy adott frekvencián, mennyi decibelt erősít a bevitt hanghoz képest behelyezett és bekapcsolt hallókészülék mellett.

REIG - Real-ear insertion gain

A különbség decibelben a frekvencia függvényében a bekapcsolt hallókészülékes valós fül válasz és a hallókészülék nélküli valós fül válasz között, vagy a bekapcsolt hallókészülékes valós fül erősítés és a hallókészülék nélküli valós fül erősítés között. A REIG a REAR és a REUR vagy a REAG és a REUG közötti különbség decibelben mérve a frekvencia függvényében, azonos mérési ponttal és azonos hangtérviszonyok mellett. (Pumford, & Sinclair,2001; British Society of Audiology and British Academy 2007)

A REIG mérés esetén az tapasztalható, hogy ezt a különbséget főként felnőttek esetében vizsgálják, és számukra is ajánlja ezt a British Society of Audiology, mivel középfül rendellenesség, vagy az alacsonyabb életkor mellet a mérési eredmény torzulhat, a beállítás inkább a REAR vagy a REUR eredmények alapján történik. (British Society of Audiology and British Academy 2007 id.: Dillon, 2001)

REOR/REOG - Real-ear occluded response/ Real-ear occluded gain

A REOR segítségével a még nem bekapcsolt hallókészülék (vagy illeszték) fülbe helyezésének a külső fülre gyakorolt hatásai mérhetők. Az SPL a frekvencia függvényében a mérési ponton egy meghatározott tesztjel szintjénél illesztéssel/kikapcsolt hallókészülékkel.

A REOG a nem bekapcsolt hallókészülék vagy illeszték segítségével mért, az SPL a mérési ponton a frekvencia függvényében egy meghatározott tesztjel sinthez a decibelekből mértkülönbség. A mérés hasznossága az akusztikai szigetelés ellenőrzése miatt lehet fontos, hogy az illeszték hogyan változtatja a hallás akusztikáját. Ha található rajta szellőző furat annak ellenőrzésére is használható. (Pumford, & Sinclair,2001; British Society of Audiology and British Academy 2007)

RECD - Real-ear-to-coupler difference

A valós fül és csatoló közötti különbség (RECD) a hallójárat egy meghatározott pontján decibelben kifejezett különbség a frekvencia függvényében egy meghatározott bemeneti jel esetén a mérési pontján lévő SPL és egy 2cc-es csatoló közötti különbség. A mérést a valósfül mérések csatolóval (Coupler) történő szimulálására használják és gyermekek vagy nehezen "kezelhető" páciensek illesztésénél. A RECD-értékek jelentősen eltérhetnek korcsoportonként, valamint gyermekek esetében korcsoporton belül is. (Pumford, & Sinclair, 2001; Feigin et al., 1989) A RECD értékekből számos információnk származik, megtudhatjuk belőle a hallójáratba juttatott felerősített hang szintjét, a fül és az illeszték egyedi akusztikai tulajdonságait és a fülilleszték csatlakozást, és így elkerülhetjük azokat a hibákat, amelyek akkor fordulhatnak elő, ha átlagértékeket használunk a beillesztés során. (Moodie et al., 1994).

Beépített rendszerek

Mára már számos kutatás eredményeképpen számos cég figyel arra, hogy a hallókészülék illesztése során egy életkorhoz illesztett átlagot vegyen alapul a RECD számításakor, ezzel is csökkentve az időt és mérésekhez szükséges eszközök számát, valamint már beépített mérőeszközök is rendelkezésre állnak, amivel mégis mérni tudjuk ezeket a tulajdonságokat. Yanz és munkatársai (2007) kutatásukban azt vizsgálták, hogy mennyire pontos az a valós fül mérési rendszert, amely teljesen integrálva van a Starkey Destiny 1600 hallókészülék-családjába.

Latzel és munkatársai (2017) kutatásukban a TargetMatch segítségével végeztek valós fül méréseket, mely felülírja a megjelenő hátrányok egy részét, könnyű és ütemezett kezelhetőséggel biztosít, ezzel azt is elősegítve, hogy használata beépülhessen a hallókészülék ellátás menetébe.

Brockmeyer és munkatársai (2021) tanulmányukban pedig a ReSound illesztését vizsgálták a ReSound illeszkedési képlettel (Audiogram+ és NAL-NL2) összehasonlítva a ReSound AutoREM és az Aurical NAL-NL2 használatával, 50, 65 és 80 dB SPL mellett. Kutatásukból kirajzolódik, hogy a mérések során nagy variabilitás tapasztalható, emiatt a klinikusoknak továbbra is a REM-et ajánlják használni „ellenőrzés és egyensúly”-ként az AutoREM használatakor.

Korábbi külföldi kutatások tapasztalatai

Csecsemők és kisgyermekek esetén a REM segít a pontosabb illesztésben, hogy megfelelő hallásélménnyel rendelkezzenek. Ezt támasztja alá Moodie és munkatársai (1994) és Bagatto és munkatársai (2002, 2006) kutatásai is.

Moodie és munkatársai (1994) 200 csecsemőnél mértek RECD-t, melynek sikeressége 90%-nál jobb volt. A teljes eljárás, beleértve a rendszer beállítását, nem igényel 5 percnél több időt a csecsemőktől.

Bagatto és munkatársai (2002) 392 csecsemőt és gyermeket vizsgáltak. Kutatásuk fő fókusza arra irányult, hogy mennyire becsülhető meg egy életkorhoz igazított RECD érték. Eredményeik tekintetében az látható, hogy csak durva becslés érhető el alacsony életkorban még év/hónap pontosság mellett is, így az egyéni mérés nem helyettesíthető egy standard értékkel.

Bagatto és munkatársai (2006) kutatásuk során a csecsemőknél nézték a RECD értékek megbízhatóságát. Náluk is - hasonlóan az előzőekben megfogalmazottakhoz - megjelenik az egyéni mérések használata a pontosabb állítás érdekében.

Jelen kutatás

A nemzetközi adatokból is láthatjuk, hogy az audiológiai ellátást mennyiben könnyíti meg a valós fül mérés használata, és az adatok ismeretében még inkább pontosíthatóak az eszközök, kiküszöbölhetőek a hátrányok. Fontos megismernünk a hazai adatokat is, hiszen csak ez teszi lehetővé, hogy a használat nagyobb számban és gördülékenyen tudjon történni.

Dolgozatomban, a nemzetközi adatok ismeretében, annak tapasztalatait felhasználva arra keresem a választ, hogy magyar viszonylatban e számadatok hogyan alakulnak, milyen pozitív hatásai vannak a valós fül mérésnek a személyek hallókészülék ellátásában. Milyen tapasztalatokkal rendelkeznek a hallókészülék illesztésről? Hogyan tudnánk a külföldi tapasztalatok magyar adaptációját megvalósítani? Vajon kihozzuk-e a maximumot a készülékekből egy-egy beállítás alkalmával? Mennyire befolyásolják a hallókészülék állítást a gyermekeknél igen sűrűn cserére szoruló illesztékek különbözőségei, vagy a gyermekek megnövekedett hallójáratának akusztikai módosító hatásai?

Összességében elmondható, hogy fő célja az, hogy magyar adatokkal rendelkezünk. Ennek mentén elindulva majd a nemzetközi tapasztalatok, pozitív kimenetelek is vizsgálatra kerülhetnek, segítve a hallássérült emberek mindennapi életét, hiszen a megfelelő hallásélmény mindenki számára fontos, különösen a gyermekek szenzitív időszakában mely befolyásolja a társadalomba való beilleszkedést és a nyelv elsajátítását is. Ezáltal bővül a magyar nyelven

elérhető ismeretek tárháza, hozzájárulva ahhoz, hogy megfelelő ellátás és protokoll alakulhasson ki a hallókészülék illesztése során.

Hipotézisek

Kutatásom során gyakorlati vizsgálatot tervezek az eddig összegyűlt elméleti tapasztalatok tükrében. Hipotéziseim a következők:

1. A hallókészülék illesztésekor a valós fül mérések alkalmazása eltérő eredményeket mutat a hallókészülék programbeállításában a csak objektív vagy szubjektív mérésekhez képest.
2. A hallókészülék illesztésekor a valós fül méréseken átesett személyek hallásélménye javul a valós fül mérést megelőző állapothoz képest.
3. Az első és a második hipotézis alapján összefüggés tapasztalható a hallókészülék programbeállításainak eredményeiben való változás és a hallásélmény között.

Módszer

Minta

A kutatás során a minta vizsgálata egy kényelmi mintavétellel történik hozzáférhetőség szerint az ELTE Bárczi Gusztáv Gyógypedagógiai Karának audiológiáján. Elemszámot tekintve minél több adat gyűjtése a cél, figyelembe véve az audiológia kapacitásait. Kutatásunk kezdő időpontja 2021 októbere. Innen származnak legelső adatink, melyeket folyamatosan bővíteni szeretnénk a későbbiekben is. A jelenleg elemzésre került személyek száma 7 fő, bizonyos esetekben egy személy már több valós fül mérési eredménnyel is rendelkezik. Próbamérések ezen felül is történtek az elmúlt időszakban, tesztelve 6 hónapos kisbabákon is, viszont a rendszer bonyolultsága miatt, valamint érzékeny beállításai miatt innen még nem származnak pontos adataink. Életkort tekintve főként a serdülő korúak jelennek meg a jelenleg elemzésre kerülő mintában, ez főként annak köszönhető, hogy a mérőeszköz használata általunk most kerül begyakorlásra, és a pontos behelyezés elsajátítása érdekében inkább nagyobb, és kevésbé mozgékony személyekkel végeztük, kaptunk pontos eredményt. A mintában szereplő lefiatalabb személy 8 éves, a legidősebb pedig 67. Halláskárosodásukat tekintve az enyhe, középsúlyos tartománytól a nagyon súlyos fokú hallássérülésig terjednek. Az ellátás tekintetében van, aki már több éve ezen az ellátóhelyen kapja meg a hallásához megfelelő szaktudást, és szerepel a mintában olyan is, aki csak december óta kerül itt ellátásra.

Vizsgálati elrendezés

A kutatás egy kismintás felderítő jellegű pilot study, így több helyről szeretnék információt gyűjteni. A kvantitatív valós fül mérésére alkalmas eszköz adatainak elemzésén túl egy kvalitatív része is van a kutatásomnak. Ez holisztikus szemléletű, emiatt mélyebb, pontosabb és részletesebb rálátást biztosít a témára, felhasználva a személyek előzetes audiogramjait, mérési beállításait, elmondott személyes benyomásait.

Tehát a kutatás végeztével mind objektív, mind szubjektív benyomásokra szert teszünk, amelyek tovább színesítik a témával kapcsolatos ismereteinket. Jelenleg főként objektív adatokkal rendelkezünk, melyekhez csatlakoznak a személyek önbeszámolói.

Mérőeszközök

Noah, Aurical Freefit, Otosuite, TargetMatch

Kutatásom során a Noah rendszerét és az alatta futó Otosuite illetve TargetMatch programokat használjuk, ezt illesztve az Aurical Freefit eszközeihez, mellyel valós fül mérést, otoszkópos vizsgálatot tudunk végezni. Az eszközök egy része magyar nyelven is elérhető útmutatóval rendelkezik, bemért mérőeszközök, viszont magyar nyelven publikált / mért adatok nem találhatók.

A mérés során információt kapunk a fül hangvezető képességéről, melyet nyílt és zárt illesztés mellett is tesztelni tudunk, ennek segítségével összehasonlítva a becslés által beállított hallókészülék hangzását, az eszköz objektív adatainak segítségével beállított hangzás közti különbséget. Alkalmazhatósági köre széles, halló és hallássérült személyeknél egyaránt használható, annak ellenére, hogy főként a hallókészülék illesztése során szolgáltat fontos adatokat. Kortól függetlenül illeszthető. Időtartamát tekintve a vizsgálati személy együttműködésétől függően pár percen belül lefolytatható vizsgálatsorozat.

Érvényességéről elmondható, hogy a REUG teszt újra próbálkozási pontossága minden akusztikus tengelykapcsoló esetében nagyon magas. 4000 Hz-ig figyelték meg, hogy az újra próbálkozás pontossága jobb, mint 1,5 dB. A 4000 Hz-nél magasabb frekvenciák tesztellenőrzési pontossága kb. 2 dB. (Latzel, 2017)

Mérőeszközök alkalmazása

A vizsgálat során a protokollt kiegészítettük a valós fül méréssel. A szabad hangteres vizsgálatok után történt meg e vizsgálat elvégzése, egyes esetekben pedig az új hallókészülék illesztését követően egyből, kihagyva a szabadhangteres vizsgálatot. A mérések során a szakirodalmak (Hawkins & Mueller, 1986; Hawkins & Mueller, 1992; Pumford, & Sinclair,

2001) előzetes tapasztalatait, ajánlásait, valamint az Aurical Freefit angol nyelvű útmutatóit, valamint a PhonakTarget útmutatóját vettük alapul. (Dworsack-Dodge M. & Kossek P., 2018; Natus Medical Denmark, 2021)

A mérésnél egy szondacsövet helyeztünk a hallójáratba, ami milliméteres átmérőjű, ezért fontos volt, hogy a hallójárat ne legyen gyulladt, ne legyen benne cerumen vagy hámdarab. Ennek érdekében előzetes otoszkópos vizsgálattal feltérképeztük a hallójáratot, annak állapotát és körülbelüli hosszúságát.

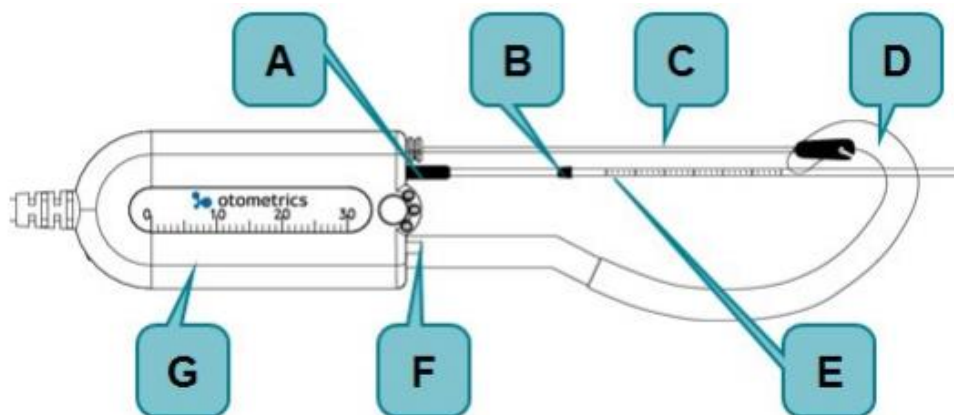
Fontos volt a szoftveres környezet megteremtése, mert négy eszköznek kellett egyidejűleg pontos szinkronban együttműködnie, valamint, hogy ezt egy hallásvizsgálatra alkalmas hangszigetelt és hangvisszaverődést gátló burkolattal ellátott, 30 dB-t nem meghaladó alapzajú helyiségben végezzük el, hogy a környezeti zajok ne zavarják a mérést. A különböző szakirodalmak valamint az eszköz útmutatói is több esetben kiemelték a megfelelő pozíciót, a hangszórótól való megfelelő távolságot/azimutot, melyet szögben is meghatároztak. Így a hangszórót egy állítható magasságú tartóra helyeztük, hogy a személyek magasságához igazítva tudjuk a legideálisabb szöget elérni. Ennek nem megfelelőségét a rendszer is jelezte számunkra, ilyenkor a halkabb hangok esetében környezeti zajt észlelt, így ezekben az esetekben a beállítást követően újramértük a személyeket.

Minden személy esetében pontos audiogrammal rendelkezünk, ami azért is fontos volt, hogy az eszköz automatikusan és manuálisan is ennek megfelelően célerősítéseket tudjon számítani. Miután megtörténtek ezek a beállítások és áttekintések, a PhonakTarget rendszerében csatlakoztattuk a hallókészüléket. Minden esetben ellenőriztük az akusztikai csatlók, furatok és csövek beállításait, ezután lefuttattuk az adott gyártó feedback tesztjét, és ha rendelkezésre állt, akkor a valósfül mérés becslésének folyamatát is. Ez azért is fontos, mert ha a hallókészülék nem illeszkedik - például ha nincs pontosan a helyén vagy az illeszték nem látja el már a funkcióját és cserére szorul -, ezt a mérés visszajelzi számomra. Ebben az esetben egy új illeszték vagy az illeszték helyreigazítása megoldja a problémát.

A mérőeszközt és a hangrendszert minden mérés előtt kalibráltuk, újramérések esetén pedig újbóli kalibráció történt, majd a környezeti zajszintmérése következett. Ez egy chirp jellel,

1. ábra Szonda tartozékok

A.Szondacső, B Jelölőgyűrű. C. Szondacső rögzítő. D Fülkampó, E Szondacső milliméterjelölő, F Átalakító szonda, G. Szondaház



illetve szélessávú zajjal történik, majd pedig maga a szondacső, szondamikrofon került kalibrálásra.

Ezt követően helyeztük be a szondacsövet. Minden mérés során új szondacsövet használunk, akkor is, ha egy személynek többször végeztük el a mérést egy alkalommal, mivel az eszköz azonnal jelezte számunkra az eltömődést, ha cerumen került a szondacsőbe.

Először a nyitott hallójárat rezonanciacsúcsát mértük meg úgy, hogy a hallókészüléket eltávolítottuk, és a szondacsövet finoman bevezetjük a hallójáratba. Az irányított szondacső behelyezéséhez a szoftver vizuálisan jelzi a behelyezési mélységet, viszont ezt bizonyos hallójárat-hossz alatt nem tudja megtenni. Ez a vizuális segítség főként 12 éves kor felett tud segítséget nyújtani egy segédhang kíséretében.

2. ábra Behelyezett szondacső



Maga a mérés ezután már magától végbemegy, információt kapunk a REUG, a REAG és a REIG értékeiről. Mindezek után a mérések három intenzitásszinten folytatódtak az ISTS jel segítségével, mely a természetes beszéd felvételeken alapul. Az újrakeverés és a szegmentálás miatt nem érthető az a mondat, amelyet amerikai angol, arab, kínai, francia, német és spanyol

nyelven rögzítettek. Az ISTS mérés azért lényeges, hogy a hallókészülékek ellenőrző méréseit szinuszos vagy nem modulált zajjal végezzük. A nyelvspecifikus beszédteszteket ugyan használjuk a mindennapos validálási folyamatban, de a csecsemők és kisgyermekes esetében ezek nem használhatók. A mérőjel a beszéd teljes spektrumát, az alap frekvenciákat és annak modulációit, felharmónikusait tartalmazza. Ez a mérés arra a kérdésre ad választ, hogy a hallókészülékek hogyan dolgozzák fel a beszédet különböző intenzitású bemeneti források esetében, 50, 65 és 80 dB mellett lefedve a 310Hz-től 6700 Hz-ig terjedő tartományt. A valós fül mérés időtartama az előzetes beállítással, valamint a mérés lefolytatásával együtt közel 15-20 perc között mozgott, attól függően, hogy mennyire pontosan sikerült megteremteni a megfelelő környezetet.

A program a mérést követően felajánlja a manuális és az automatikus beállítást is. Mi minden esetben az automatikus beállítást alkalmazzuk, mely gyorsabb és hatékonyabb illesztést tesz lehetővé a mérés eredményeinek alapján.

Ezen mérés hallókészülékben végzett változásait az esetek ismertetése során mutatom be részletesen. Az egyes esetek külön-külön, valamint összességében is bemutatásra kerülnek, így az egyéni változások is követhetőek lesznek.

Az etikai szempontokat figyelembe véve a vizsgálatról előzetes nyilatkozat kitöltése történik, mely kitér a személyes adatok biztonságára, valamint a mérés eredményének felhasználási körére. A papír alapú kitöltés mellett egy szóbeli megerősítés is mindig történik a mérésekkor és az újramérések alkalmával is.

Adatfeldolgozás

Egy személy esetében onnantól kezdve, hogy az audiológia gondozásában van, rendelkezünk a Noah alatt futó összes szubjektív és objektív mérési eredményeivel, melyek a hallókészülékes és hallókészülék nélküli hallását vizsgálják, valamint naplózásra kerül a hallókészülék állítása, kontrollálása is. Ezen adatok felhasználásával a vizsgálat során a valós fül mérés előtti, valamint azt követő illesztési riportokat hasonlítottam össze, azok automatikus programbeállításait.

3. ábra Illesztési riport példa

J							B						
	310	850	1.5k	2.5k	3.6k	6.7k		310	850	1.5k	2.5k	3.6k	6.7k
MPO	104	99	103	103	113	110	MPO	99	94	104	109	113	107
G80	16	14	24	29	40	40	G80	11	10	24	31	36	35
G65	19	18	30	35	44	42	G65	13	14	28	36	40	39
G50	22	22	35	40	45	42	G50	14	18	32	40	43	41
CR (ko	1,1	1,3	1,7	1,7	1,4	1,3	CR (ko	1,1	1,3	1,5	1,5	1,4	1,4
TK	34	28	24	13	17	18	TK	34	26	21	15	16	17

jobb (piros J betűvel jelölt), bal (kék B betűvel jelölt), MPO (kimeneti erősítés mértéke dB-ben mérve), G80 (80 dB-en a bemeneti erősítés mértéke dB-ben mérve), G65 (65 dB-en a bemeneti erősítés mértéke dB-ben mérve), G50 (50 dB-ben a bemeneti erősítés mértéke dB-ben mérve), CR (compression ratios a kompresszói arányszámban mérve), TK(threshold knee point a nagyon halk hangok 35 dB-nél a bemeneti hangok erősítésének a mértéke dB-ben mérve)

A vizsgált személyek mindkét füléről nyert adatokat külön táblázatban megjelenítve látjuk, a mérési frekvencia és a referenciahangerők függvényében. A méréseket a vizsgált személy hallókészülékének különböző zajkörnyezetre beállított erősítései függvényében is elvégezzük. A beállítások különböző funkcióként vannak lebontva. Ez a táblázat a „Csendes szituáció” esetében való dB-ben vagy arányszámban mért erősítések mértékét mutatja. Ezen kívül még vizsgálva a Beszéd a zajban, Komfort a zajban, Zene, Beszéd média streaming + mik, Zene média streaming + mik. beállítási lehetőségeit. Az adatok feldolgozása során e funkciók mentén kerültek rögzítésre, frekvenciára lebontva egy személy adatai, és a mérés előtti és utáni eredmények közötti különbségek kerültek kiszámításra.

Elemzés

Az adatok mind az egyén szintjén, mind globálisan sok információt hordoznak, hiszen az egyént meghatározó anatómiai, a viselt hallókészülék adottságai és hallókészülék illesztési tulajdonságok mentén egyénre szabott akusztikát próbálunk a készülék segítségével biztosítani. Az esetek kiválasztása során a legfiatalabb, több valós fül méréssel rendelkező személyt választottam, akinél fokozottan érvényesül még az, hogy akár hónapról hónapra is tud a füle növekedni, ezáltal a hallójárat akusztikája is változni. Másik esetnek pedig a legidősebb személy kerül tárgyalásra, akinél legkevésbé érvényesül már ez a hallójárat ily akusztikai változás is. A személyek összességét vizsgálva pedig kicsit távolabbról láthatjuk ezeket a változásokat. Így, hogy ezt mélységeiben is be tudjuk mutatni, az esetek külön is tárgyalásra kerülnek, valamint a hét személy összevetése történik átfogó összegzésként, vizsgálva a személyeken belüli, frekvenciákra, mérési módokra és szituációkra lebontott változást, a két fül között mérhető változást, valamint a személyek közötti különbségeket és hasonlóságokat, ezzel

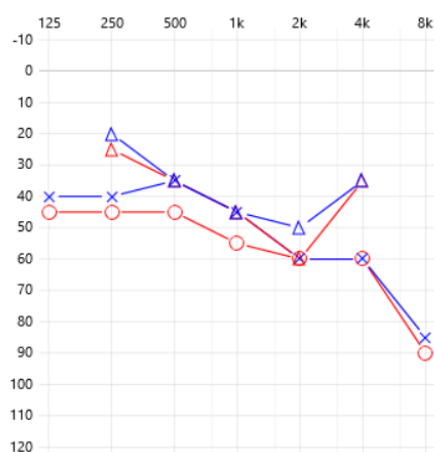
megnézve, hogy érzékelhető-e bármilyen programautomatika a beállításokban. Az itt kapott adatokat összevetettük a vizsgálat után elmondott tapasztalatokkal, valamint - ha nyílt rá lehetőség - az ezt követő szabadhangteres vizsgálatok eredményével, a személy hallókészülék illesztékének tulajdonságaival.

1.Eset

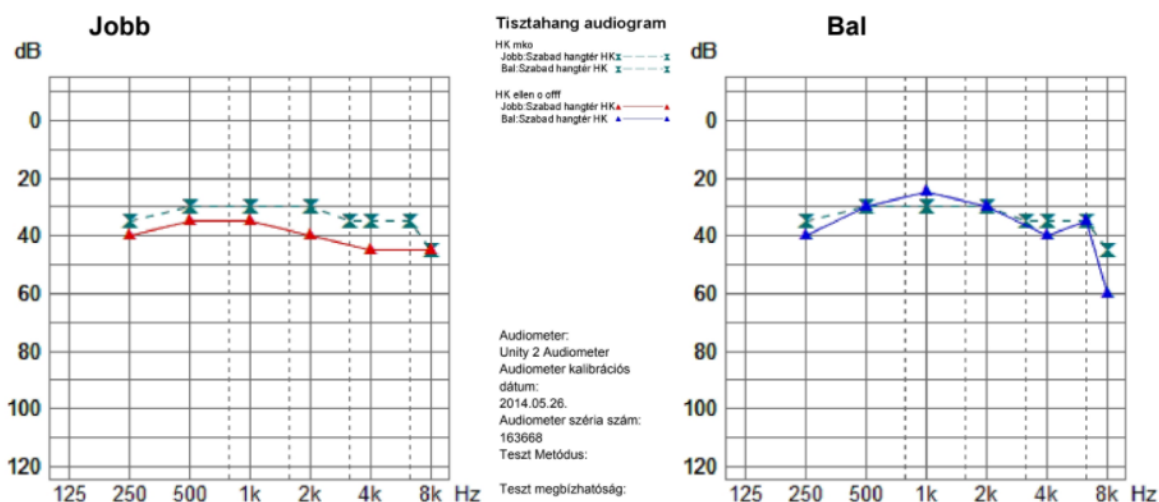
Előzetes információink

A 8 éves Kata (fiktív név) veleszületett szenzorineurális hallássérüléssel rendelkező 1. osztályos tanuló. Jelenleg intenzív gyógypedagógiai ellátásban részesül. Hallásáról elmondható, hogy kétoldali, az enyhe, közép súlyos kategóriába esik.

4. ábra Kata audiogram



5 éve vannak a Bárczi Gusztáv Gyógypedagógiai Karon működő audiológián. Rendszeres szabadhangteres vizsgálat és ezzel együtt hallókészülék állítás jellemezte hallókészülék 5. ábra Kata hallókészülékes audiogramja



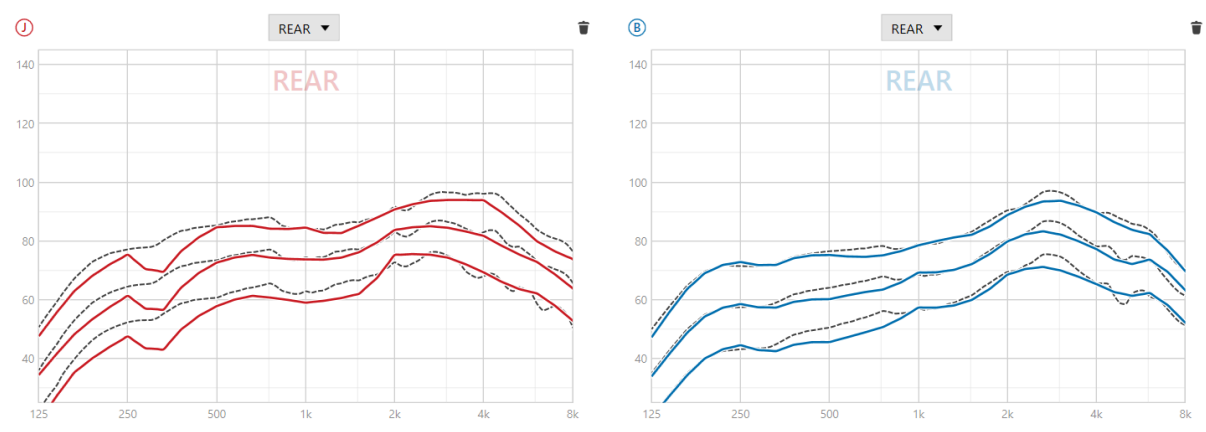
viselését, ezzel mindinkább pontosítva a hallókészülék beállítását. Jelenlegi illesztéke egy

egyéni, kemény fülilleszték, melyet legutóbb új lenyomatvétel után lecseréltek egy félkemény szilikon illesztékre.

Valós fül mérés alkalmazása

Kata eredményeinek bemutatása során először az októberi illesztési adatok, azt követően pedig a januárral párhuzamba vonva kerülnek tárgyalásra.

6. ábra Kata októberi valós fül mérés

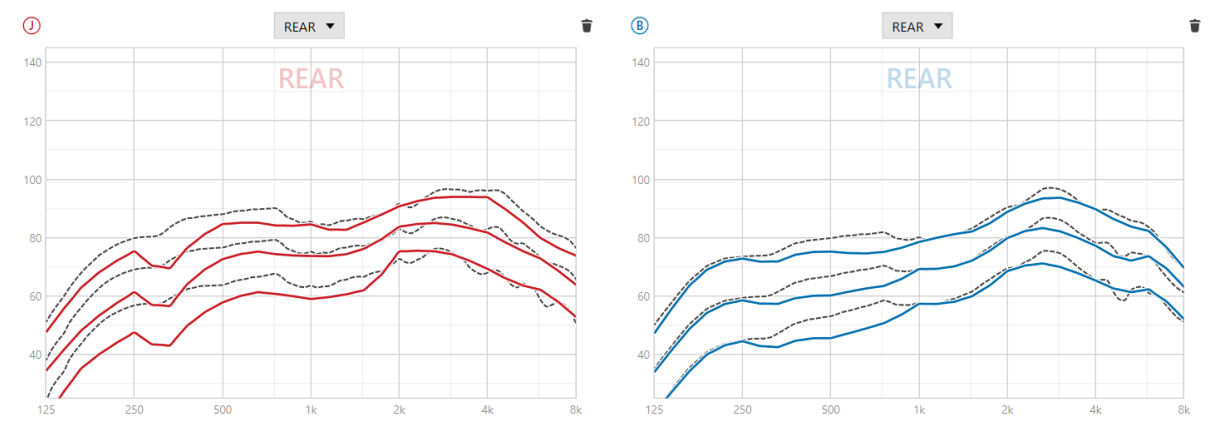


Az ábra szaggatott fekete vonallal az átlagolt adatokat jelöli, ami alapján az illesztő szoftver állította be a hallókészüléket. Folyamatos piros és kék vonallal a valós lemerít REAR görbét jelölve. A két görbe között jól látszódik az eltérés. A mérés előtti és utáni készülék beállítása grafikus megjelenítésén látszik, hogy az 50 decibeles, tehát a halk beszéd jelek többtelesterősítést igényeltek. A mérés következményeként a 432 paraméterből, mely szerint a hallókészülék beállításra kerül, csupán 72 esetben nem történt az előzetes beállításhoz képest változás. Tehát ha mindezt manuálisan szeretnénk kontrollálni, a programon belül akkor minimum 360 átállítást kell végeznünk. Viszont ahogyan láthatjuk is, ezek az állítások az 1 dB-es változástól egészen a 13 dB-es változásig terjednek. Így tehát manuálisan, kizárólag szabadhangteres vizsgálatokkal, és ennek folyamatos ismétlésével akkor sem lehetséges, ha teljes körültekintéssel járunk el.

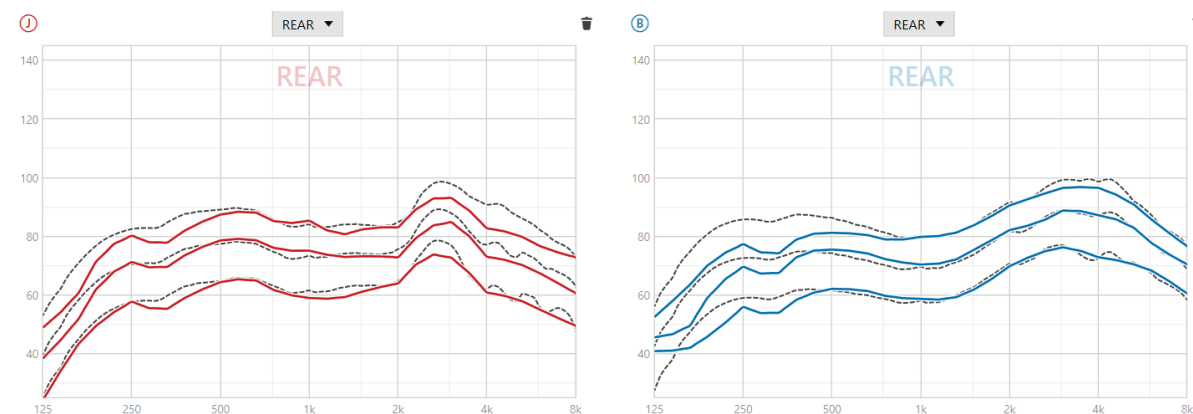
4 hónappal a valós fül mérést követően újabb mérést végeztünk Katával. Korából kifolyólag is növekedése, hónapról hónapra jelentős változáson ment keresztül, ekkorra már illesztékét teljesen kinőtte, így a valós fül mérés alkalmával az is tapasztalhattuk, hogy a fülnek a növekedésével, akusztikai változásaival, valamint a hallókészülék illesztékének nem pontos illeszkedésével milyen eredményeket kapunk. A mérés előtt ellenőriztük az akusztikai csatolókat, furatokat és csövek beállításait, ezután lefuttattuk a gyártó feedback tesztjét, valamint a valós fül mérés becslését is, melynél már tapasztaltuk az illesztéknek a nem megfelelő illeszkedését. Ezt követően egy szabadhangteres vizsgálat során vizsgáltuk Kata hallókészülékes hallását, és

ezután következett a valós fül mérés. Így a 6. ábrán Katának azt a beállítását láthatjuk, mely már tartalmazza a valós fül mérés becslésének változtatásait valamint a szabadhangteres vizsgálat során végzett állításokat. Piros színnel jelölve a jobb, kékkel pedig a bal fül valós fül mérés adta beállításait, szaggatott vonallal pedig ismét az átlagolt adatokat.

7. ábra Kata januári hallókészülék beállítása a valós fül mérés előtt



8. ábra Kata januári hallókészülék beállítása a valós fül mérés után



Az ábra alapján is láthatjuk, hogy itt már kevesebb változtatásra volt szükség, viszont a fül akusztikai változásai miatt jócskán szükség volt finomhangolásra. Az első mérést követően 360 esetben végzett változtatást a program, a januári mérésakor ez 331 változásra szűkölt. A változásoknak a nagysága, és a görbéhez való eltolódása is változott: míg az első mérés során 13 dB-lel is növekedhetett és csökkenése a görbe eltolódása, most ez már csak 11 dB volt. Valamint míg az első esetben inkább emelni kellett ezeket a hangokat, és plusz erősítést biztosítani a 432 esetből 325 esetben, a második alkalommal főként megakadályozni a túlerősítést, és minimálisan, de vissza kellett venni az erősítésből. Ez a számadatokban nyilvánul meg látványosan, hiszen már itt a 432 esetből 242 esetben kellett csökkenteni bizonyos mértékben az erősítést, és csak 98 esetben növelni.

A második mérést követően a személyes tapasztalatokból és Kata elmondásából is kiderült, hogy elégedett volt a valós fül mérés utáni beállítással, viszont iskolai környezetben eleinte

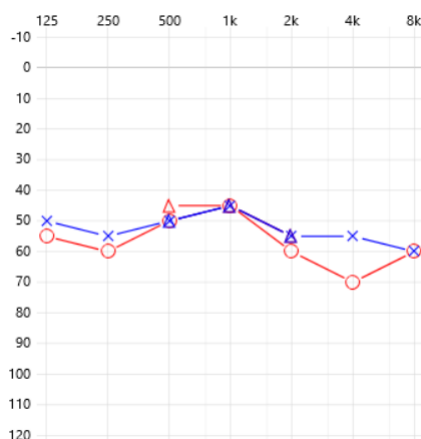
halkabbnak élte meg készülékét. Ez az előzőekben levezetett adatokból is jól látszik, hiszen majdnem minden frekvencián minimálisan halkult a készülék. Ezzel együtt a hadaró, halk beszédű embereket szubjektív megélése szerint jobban érti. Az valós fül mérés előtti és utáni hallásáról csak röviden beszél, de elmondása szerint hallása eddig is jó volt készülékkel, viszont így valamennyivel jobban hall.

2.Eset

Előzetes információk

Magdolna (fiktív név) 67 éves, idős korában kezdett el romlani a hallása, 10 éve visel hallókészüléket, több negatív tapasztalat után került ide az audiológiára 2021 decemberében. Hallássérülése egy kétoldali, szenzorineurális, kis-közepes kategóriába eső hallássérülés. Elmondása alapján hallása hallókészülékkel sem teljesen olyan, mint régen volt, de sokat jelent számára, hogy egy közel jó hallásélményt tud biztosítani számára a készülék.

9. ábra Magdolna hallókészülék nélküli audiogramja



Valós fül mérés alkalmazása

Magdolna esetében a valós fül mérést a hallókészülék beállítását követően, a gyártó feedback tesztje, valamint a rendelkezésre álló valósfül mérés becslés után végeztük el. Magdolna esetében a hallókészülék illesztése 300 paraméter alapján történt és a valós fül mérés becslését követően, mely egy életkorhoz igazított átlagot állított be a számára, még így is jelentős esetben, 242 esetben változtatott a hallókészülék beállításain. Közel ugyanannyi esetben volt szükség arra, hogy halkítsunk a készülék eredeti beállításain (122 esetben), mint ahányszor hangosításra volt szükség (120 esetben). Viszont az is elmondható, hogy míg Kata esetében akár 11 dB-rel is eltért ez az állítás az átlag értéktől, Magdolna esetében ez a kiingás maximálisan 8 dB volt. Saját megélése szerint ő összességében különösebb változást nem tapasztalt, csak azt, hogy jobban hall. A mérést követően kapott egyéni fülillesztéket, ami belső mikrofonnal rendelkezik, így a benyomások kérdésekor inkább az ezzel kapcsolatos élmények voltak számára

meghatározóak: főként az új illeszték behelyezése foglalkoztatta, így nehezen tudott az azt megelőző időszakra fókuszálni. Viszont a beszélgetés során ő maga kéri, hogy majd ezzel az új illesztéssel is végezzük el a valós fül mérést, hogy az segíteni tudjon számára abban, hogy jobb legyen a hallásélménye.

Globális tapasztalatok

Az adatok elemzése minden változó mentén a személyeken a saját mérési eredményeik alapján is és a többi személy adataival egyben is megvizsgáltuk.

10. ábra Vizsgált személyek összesített mérései

	Életkor	Programban végzett erősítések száma	Maximális erősítés mértéke dB-ben	Programban végzett halkítások száma	Csökkentés dB-ben mért értéke	Program előzetes állításainak százalékos megjelenítése	Átlagos szórás személyeken belül
1. személy	17	228	27	112	-16	5,5 %	1,66
2. a. személy	8	325	13	35	-10	16,6 %	1,44
2.b. személy	8	89	5	224	-11	23,3 %	1,56
3. személy	17	112	10	244	-10	17,5 %	1,66
4. személy	16	163	10	218	-15	11,8 %	1,381
5. személy	14	220	18	144	-6	15,7 %	1,30
6. személy	12	35	10	126	-13	5,2 %	1,71
7.személy	67	120	7	122	-13	19,3 %	3,10

A táblázatban a vizsgált személyek adataiból kinyert egyszerűsített mérőszámokat láthatjuk. Az első oszlop jelöli jelölve az életkort, a második a programban végzett erősítések számát, tehát hogy hány esetben volt arra szükség, hogy a hallókészülék beállításában a különböző szituációkhoz igazítva, de az adott decibelszámhoz képest emeljen a program. A következő oszlop azt határozza meg, hogy ha történt emelés, akkor ez decibelben mérve mennyi volt. Ezután a csökkenések mértékét vizsgáltam a növekedéshez hasonló módon: hány esetben volt szükség arra, hogy az adott decibelszámot csökkentsük, és ehhez kapcsolódóan a következő oszlopban meghatároztam ennek nagyságát is. A százalékatok pedig azt határozzák meg a számunkra, hogy a program beállításainak elemszámából hány százalékban maradt ugyanaz a beállítás, tehát az első és a második beállítás különbsége nulla értéket mutatott, nem történt a hallókészülékben az adott mérési ponton változtatás. A szórás pedig a személyen belüli,

beállítási módok közötti szórást tartalmazza, tehát hogy a különböző módozatok során mennyire veszi figyelembe a valós fül mérés eredményét a rendszer.

Az standard átlagéletkorhoz illesztett valós fül mérés alapján a 14-17 éves korosztálynak a beállítása közel azonos eredményeket hoz. Viszont ezekből az adatokból jól láthatjuk az egyéni eltéréseket, hiszen ehhez a beállításhoz képest legjobb esetben is csak 17,5%-ban egyezett meg az előzetes beállítással. Míg az adatok szórása személyeken belül 1,66 és 3,10 között mozgott, addig a személyek között azt látjuk, hogy ez átlagosan 4,66 és van olyan változó is, ahol akár 8,78 is lehet. Ebből arra tudunk következtetni, hogy a program minden esetben egyéni mérést és beállítást végez, nem pedig egy programautomatika alapján mindig emel, vagy pedig csökkent adott frekvenciákon.

11. ábra Vizsgált személyek két füle közötti különbségek

	Átlagos különbség a két fül között	Maximum különbség a két fül között	Minimum különbség a két fül között
1. személy	0,78	5,4	-5
2. a. személy	-0,24	5	-12
2.b. személy	1,45	8	-3
3. személy	0,91	8	-9
4. személy	-0,06	3	-6
5. személy	0,583	6	-5
7. személy	6,63	17	0

Ezt bizonyítja a személyek két füle közötti eltérés is. (Itt a 6. személy adatai nem kerültek be a mintába, mivel nála csak a bal fül volt mérhető, jobb fülén implantátumot visel.) Ha az átlagadatokat vesszük figyelembe, azt láthatjuk, hogy egy-egy személy két füle között nincs számottevő különbség. Viszont ha ezt frekvenciákra és beállítási módokra lebontva is vizsgáljuk, és abból kinyerjük a maximum, illetve minimum változásokat, láthatjuk, hogy a két fül között is van különbség. Adott hangok máshogyan kerülnek erősítésre a két fülben, és ilyenformán az is sokkal fontosabbá válik, hogy ezek egyénileg legyenek beállítva, hiszen a két fül közötti különbséget a szabadhangteres vizsgálatok során sem tudjuk kimérni, hiszen a két füllel együttes hatást vizsgáljuk. A táblázat alapján látszik, hogy egy személynél, egy adott

frekvencián és beállítási módon akár 17 dB különbség is lehet a két fül között, így indokolt ennek mérése, és kiegyenlítése is.

Diszkusszió

Hipotézis vizsgálata

Összességében elmondható, amit a nemzetközi tanulmányok is állítanak: az egyéni valós fül mérés nagyban eltér a standard életkorhoz igazított becsléstől. Viszont azt még jelen kutatásban bizonyítani nem tudjuk, hogy ez ténylegesen jobb illesztést tesz-e lehetővé az előző illesztési formához képest.

- 1. Hipotézis:** A hallókészülék illesztésekor a valós fül mérések alkalmazása eltérő eredményeket mutat a hallókészülék programbeállításában a csak objektív vagy szubjektív mérésekhez képest.

Beigazolásra került. Az adatok alapján jól látható, hogy minimális az az eset mely során a valós fül mérés és a hozzá kapcsolódó mérések eredménye megegyezik az előzetes beállítással. A programbeállítások minden személy esetében változtak, a változtatások mértéke pedig személyeként, és a személyek két füle között is eltérő eredményt mutat.

- 2. Hipotézis:** A hallókészülék illesztésekor a valós fül méréseken átesett személyek hallásélménye javul a valós fül mérést megelőző állapothoz képest.
- 3. Hipotézis:** Az első és a második hipotézis alapján összefüggés tapasztalható a hallókészülék programbeállításainak eredményeiben való változás és a hallásélmény között.

Második két hipotézisünket jelenleg sem igazolni, sem pedig cáfolni nem tudjuk a megkérdések korlátozottsága miatt, így ennek vizsgálata további kutatást igényel. Igaz a két eset bemutatása során is látszik, hogy vannak olyan összecsengések melyek akár a valós fül mérésnek tudhatóak be, nem állíthatjuk pontosan, hogy ezzel ténylegesen jobb eredményt is értünk el. Ahhoz, hogy több információnk legyen arról, hogy a hallókészülék illesztésekor a valós fül méréseken átesett személyek hallásélménye javul a valós fül mérést megelőző állapothoz képest, valamint hogy az első és a második hipotézis alapján összefüggés tapasztalható a hallókészülék programbeállításainak eredményeiben való változás és a hallásélmény között, fontos kizárnunk a többi változó jelenlétét, hogy vizsgálni tudjuk, hogy csak az egyéni valós fül mérés milyen változást tesz lehetővé. Ennek kiküszöbölése nagyon körülményes, a későbbiekben strukturáltabb kérdéssorral, valamint szabadhangteres visszamérésekkel, fonématesztel próbáljuk meg ezeket orvosolni, hogy azonnal érzékelhető legyen a változás.

A kutatás korlátai

Jelen kutatásnak egyik meghatározó sarokpontja a mérőeszköz helyes használata. Az eszköz ismertetése során hangsúlyozásra került, hogy hány eszköz együttes munkájának kell jól működnie ahhoz, hogy pontos mérést kaphassunk. Az eszköz érzékenysége miatt a legapróbb hibát jelezte a mérés során, és újbóli mérést kellett végeznünk.

A másik ilyen korlát a szubjektív önbeszámolóknak az értelmezése. Legtöbb esetben annyira kis változtatások történtek, hogy a személyek nem tudták ezt konkrétumokba önteni, csak hogy jobban hallanak. A vizsgálat csendes környezetben történt és utána a megkérdezés során is még ezen a helyszínen voltak, így nem is volt alkalmuk arra, hogy a készüléket kipróbálják természetes hallási környezetben, a mindennapi életük során. Azokban az esetekben pedig ahol nyílt alkalom a kipróbálása, az esetek komplexitása miatt nem teljesen megfogható, hogy pontosan minek az eredményeképpen történt meg a változás, milyen együttes hatások okozhatták. Hiszen, ha az egyik esetet nézzük, a személy egyik fülére implantál, másik fülén nagy fokú hallásvesztésre visel hallókészüléket, az elmúlt egy hónapban volt az cochlearis implantációjának a beállítása, új hallókészülék megkapása, új illeszték levétele és megkapása a hallókészülékhez, és a valós fül mérés is. Ezek összességüként a gyógypedagógusa pozitív változásról nyilatkozott, viszont nem mérhető a valós fül mérés szerepe. Jellemző volt az is, mint ahogy Magdolnánál is kiemelésre került, hogy a fókusz már egy más tanulási folyamaton, megismerésen volt, így ezek a szubjektív beszámolók nagyon korlátozottan értelmezhetőek. Valamint ez gyerekek kamaszok esetében a kifejezőkészség korlátozottsága miatt is tovább nehezedik, hiszen ha van is változás, kérdéses, mennyire tudják azt szavakba önteni, és kifejezni.

További kutatási irányok

A kutatás eddig legjelentősebb haszna a magyar adatok szolgáltatása és folyamatos gyűjtése, mely a későbbiekben is felhasználható. A hallókészülékekből számos számadatot tudunk kinyerni, mely majd alapja lehet a későbbi méréseknek, folyamatosan végig tudjuk követni a változásokat. Kialakulóban van egy struktúra, mely alapján célzottan adatokat tudunk gyűjteni, valamint ezeket elemezni tudjuk, így akár az illesztékek eltérések esetén létrejövő változást is vizsgálni lehet. Valamint továbbra is fontosnak tartjuk, hogy minél alacsonyabb életkorból adatokat tudjunk gyűjteni és elemezni, így a későbbiekben ezt az életkori sávot minél inkább el szeretnénk tolni a kisgyermekek irányába, hiszen ahogy a szakirodalmi áttekintés során is megemlítésre került, náluk nyerhetjük ezzel a legtöbb plusz információt, az ő hallókészülék beállításukban adhatja ez a legnagyobb segítséget.

Szakirodalmak

- Bagatto M. P. Scollie S. D., Seewald R. C. Moodie K. S. & Hoover B. M. (2002). Real-ear-to-coupler difference predictions as a function of age for two coupling procedures. *Journal of the American Academy of Audiology*, 13(8), 407-415.
https://www.audiology.org/sites/default/files/journal/JAAA_13_08_02.pdf
Letöltés: 2021.03.25.
- Bagatto M. P. Seewald R. C. Scollie S. D. & Tharpe A. M. (2006). Evaluation of a probe-tube insertion technique for measuring the real-ear-to-coupler difference (RECD) in young infants. *Journal of the American Academy of Audiology*, 17(8), 573-581. doi: 10.3766 / jaaa.17.8.4
- Baranyi I. (2015). A hallássérült kisgyermek életútját meghatározó korai szűrés, hallókészülék-illesztés és a korai fejlesztés jelentősége. *Gyermekeknevelés Tudományos Folyóirat*, 3(2), 131-142. doi: 10.31074/gyntf.2015.2.131.142
- British Society of Audiology and British Academy (2007) AudiologyGuidance on the use of real ear measurement to verify the fitting of digital signalprocessing hearing aids
- Dworsack-Dodge M. & Kossek P. (2018) *RECD and CBF made easy with the new AURICAL*
https://partners.natus.com/asset/resource/file/otometrics/asset/2018-07/7-26-1100-en_00_std.pdf Letöltés: 2021. 10. 13.
- Emberi Erőforrások Minisztériuma – Egészségügyért Felelős Államtitkárság és Egészségügyi Szakmai Kollégium (2015). Egészségügyi szakmai irányelv – A 0-18 éves korú gyermekek teljes körű, életkorhoz kötött hallásszűréséről és a kiszűrt gyermekek gondozásba, rehabilitációba vételéről
http://www.ijesz.hu/UserFiles/000613_eszi_honlapra_20150715.pdf Letöltés: 2021.03.25.
- Gáborján A. (2018). *Audiológiai diagnosztika*. Budapest: Semmelweis Kiadó
- Hawkins D. Mueller H. (1986). Some variables affecting the accuracy of probe tube microphone measurements. *Hearing Instruments*, 37(1): 8-12, 49.
- Hawkins D. Mueller, H. (1992). Procedural considerations in probe-microphone measurements. In Mueller, Hawkins, Northern (eds.): *Probe Microphone Measurements: Hearing Aid Selection and Assessment*. (pgs. 67-90). San Diego, CA: Singular Publishing Group Inc.
- Keresztessy É. (2012). A hallássérülés felfedezése, diagnosztizálása és ellátásának folyamata hogyan történnie kellene – és hogyan valójában történik. In. Perlusz A. (szerk.)

„...Aki olvassa, értse meg...” Csányi Yvonne köszöntése. (pp 49-63) Budapest: ELTE Bárczi Gusztáv Gyógypedagógiai Kar

- Kochkin S. Beck D. L. Christensen L. A. Compton-Conley C. Fligor B. J. Kricos P. B. & Turner R. G. (2010). MarkeTrak VIII: The impact of the hearing healthcare professional on hearing aid user success. *Hearing Review*, 17(4), 12-34. <https://www.hearingreview.com/practice-building/practice-management/marketrak-viii-the-impact-of-the-hearing-healthcare-professional-on-hearing-aid-user-success> Letöltés: 2021.03.25.
- Kochkin S. (2011). MarkeTrak VIII: Reducing patient visits through verification and validation. *Hearing Review*, 18(6), 10-12. <https://www.hearingreview.com/hearing-products/marketrak-viii-reducing-patient-visits-through-verification-amp-validation> Letöltés: 2021.03.25.
- Latzel M. Denys S. Anderson S. Francart T., Wouters J. & Appleton-Huber J. (2017). An integrated REM system with proven accuracy and reliability. <https://www.hearingreview.com/hearing-loss/patient-care/hearing-fittings/integrated-rem-system-proven-accuracy-reliability> Letöltés: 2021.03.25.
- McCreery R. (2013). Building Blocks: RECD Is a Reasonable Alternative to Real-Ear Verification. *The Hearing Journal*, 66(7), 13-14. doi: 10.1097/01.HJ.0000432411.23573.80
- Moodie, K. S. Seewald R. C. & Sinclair S. T. (1994). Procedure for predicting real-ear hearing aid performance in young children. *American Journal of Audiology*, 3(1), 23-31.
- Natus Medical Denmark (2021) *Aurical® Freefit Otosuite PMM Module Otosuite Counseling and Simulations Module User Guide*. https://partners.natus.com/asset/resource/file/otometrics/asset/2021-06/7-50-1220-EN_14.PDF Letöltés: 2021.10. 13
- Scollie S., Bagatto M. Moodie S. & Crukley J. (2011). Accuracy and reliability of a real-ear-to-coupler difference measurement procedure implemented within a behind-the-ear hearing aid. *Journal of the American Academy of Audiology*, 22(9), 612-622. doi: 10.3766/jaaa.22.9.6.

Ábrajegyzék

1. ábra Szonda tartozékok	15
2. ábra Behelyezett szondacső.....	15
3. ábra Illesztési riport példa	17
4. ábra Kata audiogram	18
5. ábra Kata hallókészülékes audiogramja	18
6. ábra Kata októberi valós fül mérés.....	19
7. ábra Kata januári hallókészülék beállítása a valós fül mérés előtt	20
8. ábra Kata januári hallókészülék beállítása a valós fül mérés után	20
9. ábra Magdolna hallókészülék nélküli audiogramja.....	21
10. ábra Vizsgált személyek összesített mérései	22
11. ábra Vizsgált személyek két füle közötti különbségek	23