

Répas József¹⁵: Látók és látássérültek lokalizációs képességeinek statisztikai vizsgálata

Absztrakt: A térbeli hallás és akusztikai információ értékelése szempontjából a körülményektől függően nagy különbségek lehetnek bekötött szemű látók és látássérültek képességei között. Egy közepes mintaszámú akusztikai vizsgálatsorozatban összehasonlításra kerültek látássérültek és bekötött szemű látók lokalizációs képességei. A kutatás várható eredményeivel kapcsolatos elképzeléseinket hipotézisvizsgálat segítségével teszteltük. Mivel a legtöbb esetben a látók és látássérültek közötti, valamely szempont (ismérv) szempontjából való eltérés elfogadása, vagy elutasítása hordozott lényeges információt, illetve indukálhatott szakmailag fontos következményt, ezért célszerű volt a vakok „teljesítményét” egy referencia-csoportéhoz, mégpedig a látókéhoz viszonyítani. Az egyes feladatok (süketszobai, szabadtéri, virtuális valóság szimulátoros) eredményei alapján összességében elmondható, hogy a látássérültek nem teljesítenek jobban (kivéve az echolokációs feladatban), de a statisztikai módszerekkel a résztvevők egyes csoportjait (nő-férfi, fiatal-idős, jobb-bal kezes, stb.) megvizsgálva/összehasonlítva új következtetések vonhatóak le.

Bevezetés

Az emberi halláskutatás része a térhallás, irányhallás vizsgálatok ebbe a csoportba tartoznak olyan lehallgatási lokalizációs tesztek, amelynek során ennek pontosságát vizsgáljuk. Emellett ebbe a csoportba tartoznak azok a tájékozódási és orientációs feladatok, amelyeket a mindennapokban végzünk, érzékszerveinkkel környezetről gyűjtött információk alapján.

A kísérletek elvégezhetőek valós élethelyzetben szabadtéren, vagy olyan virtuális valóság szimulátorban ahol fejhallgató segítségével szimulált, reflexiómentes környezetben, süketszobában. A fő kérdés minden esetben az, hogyan és milyen paraméterek mellett tudjuk pontosan lokalizálni a hangforrást. Bemutatásra kerül néhány összehasonlító vizsgálat, melynek célja annak kimutatása, hogy látók és látássérültek lokalizációs képességei között van-e az általános vélekedés szerinti különbség, vagyis jobban hallanak-e, lokalizálnak-e a látássérültek.

Statisztikai elemzés

A kísérletek kiértékelése során nem csak az volt a cél, hogy az eredményeket összesítsem, hanem az is, hogy következtetéseket vonhassak le látókra és látássérültekre vonatkozóan. Különböző „statisztikai próbákkal bizonyos, a populáció(k)ra vonatkozó feltevéseket (hipotéziseket) ellenőrizhetünk.”[1]. Arra a kérdésre, hogy a kísérletekből levont következtetések mennyire megbízhatóak, a statisztika adja meg a választ, valószínűségi állítás formájában.

„A klasszikus hipotézis tesztelés úgy működik, hogy definiálunk a statisztikai sokaságból vett véletlen mintára egy becslőfüggvényt, mely egy pontosan meghatározható eloszlást fog követni, ha a kérdéses minta a feltételezett eloszlásból származik. Formálisan felállítunk egy H_0 , ún. null hipotézist a feltételezett eloszlásra vonatkozóan, illetve egy H_1 alternatív hipotézist, mely fennáll, ha H_0 nem igaz. A klasszikus, Neyman-Pearson-féle methodológia alapján a mintateret felosztjuk két tartományra. Ha a teszt statisztika az elutasítási — vagy más szóval kritikus — tartományba esik, a null hipotézist elvetjük. Ha pedig az elfogadási tartományba esik, elfogadjuk. Az elfogadási tartomány rendszerint a H_0 eloszlás értelmezési tartományának azon része, mely felett az eloszlás legnagyobb része, többnyire 90, 95 vagy 99%—a koncentrálódik. A teszt statisztika adott mintából számított értéke ui. nagy valószínűséggel (a felsorolt valószínűségekkel) ide fog esni. Ha ez az esemény nem következik be, „hajlamosak vagyunk azt gondolni”, hogy a minta nem a feltételezett eloszlásból származik, ennek a valószínűsége ugyanis igen csekély volt, a példaként említett esetekben 10, 5

¹⁵ Gábor Dénes Főiskola, Mernök utca 39. 1119, Budapest, Magyarország repas@gdf.hu

illetve 1%. Ekkor elutasítjuk H_0 -t, és elfogadjuk H_1 -et. A kritikus tartomány felett kiszámított valószínűséget szignifikancia szintnek nevezzük.” [2]

Statisztikai tesztek két csoportra bonthatóak: paraméteres és nem paraméteres tesztekre. Paraméteres tesztek esetén a már ismert, normál eloszlású változó egyik paraméteréről a null hipotézis állít valamit. Nem paraméteres tesztekénél nem szükséges egy paraméter becslése és a normál eloszlás. Abban az esetben, ha arra vagyunk kíváncsiak, hogy két minta között van-e különbség, akkor bármelyik próba alkalmazható. Az elvégzendő statisztikai számításokhoz paraméteres és nem paraméteres tesztekre egyaránt szükség lesz [3][4].

Lokalizációs vizsgálatok

Hosszú tanulási folyamat során szerzett ismeretek és tapasztalatok elengedhetetlenek a látássérültek életében éppúgy, mint az egyéb akusztikus információk. A környezeti zajok, a járókelők, gépjárművek, közlekedési eszközök által keltett hanghatások mind-mind segítenek a tájékozódásban, azonban pontosan tudni kell, hogy ezek a hangok honnan érkezik [2][3]. A hangforrás helyének meghatározhatóságát lokalizációnak nevezzük. Degenhardt és Murol a mozgástréning vakok számára című művében leszögezi, hogy a látássérülteknek “meg kell tanulniuk a hangforrást lokalizálni, irány és távolság szerint...” [4]. Ezek által ismereteiket a saját testükön túlra is ki tudják terjeszteni.

Akusztikus érzékelés szempontjából egy látássérült személy számára a környezetében levő térbeli sajátosságok két kategóriába sorolható:

- A hangkibocsátó tárgyak és azok lokalizációja: pl. emberek, autók, telefon.

- A hangokat ki nem bocsátó tárgyak lokalizációja: pl. egy fal, sarok, ajtónyílás [5].

A lokalizáció az a folyamat, amely során az ember a két fülébe érkező hangjel fizikai jellemzői és az agyi tanult folyamatok alapján előálló hangképben az egyes hangforrások irányát meghatározza, az irányinformációt kinyeri. A lokalizáció sok paraméter függvénye, melyek közül a legfontosabb maga a hangtér (a visszaverődések mennyisége, fejhallgató használata stb.), az alkalmazott gerjesztő jel milyensége (sávszélessége, hossza, hangerőssége), a források száma, az alanyok életkora, neme és az elvégzendő feladat.



Egyenestartás vizsgálat

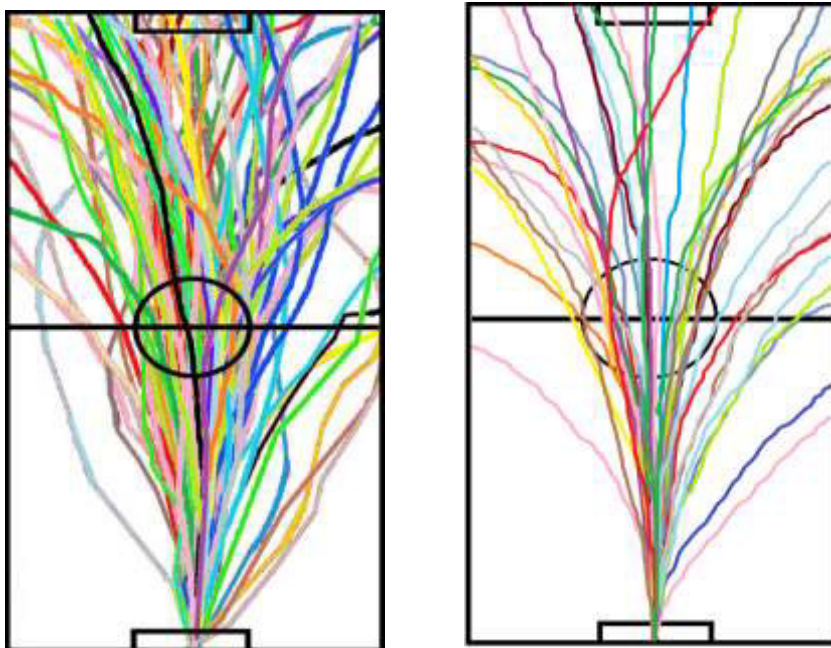
Az ún. „egyenestartás vizsgálat” volt a szabadterben végzett feladatok egyike. A kísérletben azt vizsgáltam, hogy látók és látássérültek képesek-e „hosszabb távon” (40 méter) akusztikai segítség nélkül egyenesen sétálni, illetve a feladat ismétlésekor javulnak-e az eredmények, van-e valamilyen mértékű tanulás. Látóknak a szemeket lefedve, vakon kellett a feladatot teljesíteni, egy 40*20 méteres kézilabdapályán az egyik kapu közepéből indulva. Az előforduló eltérések mérhetővé tétele érdekében a célt, (0;0) koordinátával jelöltem. Abban az esetben, ha valaki a bal oldal irányába tért el, akkor az X koordináta *negatív előjelet* kapott, ha jobb oldal irányába történt eltérés, akkor pozitív előjellel szerepelt. Ha az oldal irányú eltérés olyan mértékű volt, hogy az alany oldalt elhagyta a pályát, akkor az Y koordináta kapott negatív előjelet (1. ábra).

3. ábra Kézilabda pálya és nevezetes koordináták

Külső befolyásoló tényezők közül legmeghatározóbb az időjárási tényező a szél volt, szeles időben nem lehetett kísérleteket végezni, mivel a szélirány segíthette volna az alanyokat. Összesen 120 látó és 34 látássérült (14 férfi és 20 nő) vett részt a kísérletekben, azonban nem mindenki hajtottá végre

az összes feladatot, ezért a számításoknál ettől eltérő összesítések szerepelnek. A rögzített útvonalak a 2. ábrán láthatóak.

A feladatban rögzített, 92 két próbát végrehajtott látóra vonatkozó eredményekkel végzett Kolomogorov-Smirnov és a Shaprio-Wilk-féle normalitásvizsgálat egyaránt azt mutatja (1. táblázat), hogy az `Idő_néma_látó_1` és az `Idő_néma_látó_2` változók (vagyis a látók első és második próbája) eloszlása normálisnak tekinthető, a többi változóé nem.



4. ábra Látók (bal oldali kép) és látássérültek (jobb oldali kép) hangsegítség nélküli egyenestartás vizsgálat útvonalai

1. táblázat Látók Kolmogorov-Smirnov és a Shapiro-Wilk-féle normalitásvizsgálat eredményei

Látók	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Idő_néma_látó_1	0,079	92	,200*	0,974	92	0,066
Abszolút_X_eltér és_néma_látó_1	0,322	92	0	0,746	92	0
Abszolút_y_eltér és_néma_látó_1	0,264	92	0	0,752	92	0
Idő_néma_látó_2	0,066	92	,200*	0,981	92	0,196
Abszolút_X_eltér és_néma_látó_2	0,258	92	0	0,79	92	0
Abszolút_y_eltér és_néma_látó_2	0,324	92	0	0,64	92	0

A feladatban rögzített, 34 két próbát végrehajtott látássérültekre vonatkozó eredményekkel végzett Kolmogorov-Smirnov normalitásvizsgálat azt mutatja, hogy az Idő_néma_vak_1 és az Idő_néma_vak_2 változók (vagyis a látássérültek első és második próbája) eloszlása normálisnak tekinthető, a többi változóé nem (2. táblázat).

2. táblázat Látássérültek Kolmogorov-Smirnov és a Shapiro-Wilk-féle normalitásvizsgálat eredményei

Látássérültek	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Idő_néma_vak_1	0,118	34	,200*	0,906	34	0,007
Abszolút_X_eltér és_néma_vak_1	0,327	34	0	0,746	34	0
Abszolút_Y_eltér és_néma_vak_1	0,246	34	0	0,778	34	0
Idő_néma_vak_2	0,126	34	0,187	0,909	34	0,008
Abszolút_X_eltér és_néma_vak_2	0,232	34	0	0,817	34	0
Abszolút_Y_eltér és_néma_vak_2	0,357	34	0	0,625	34	0

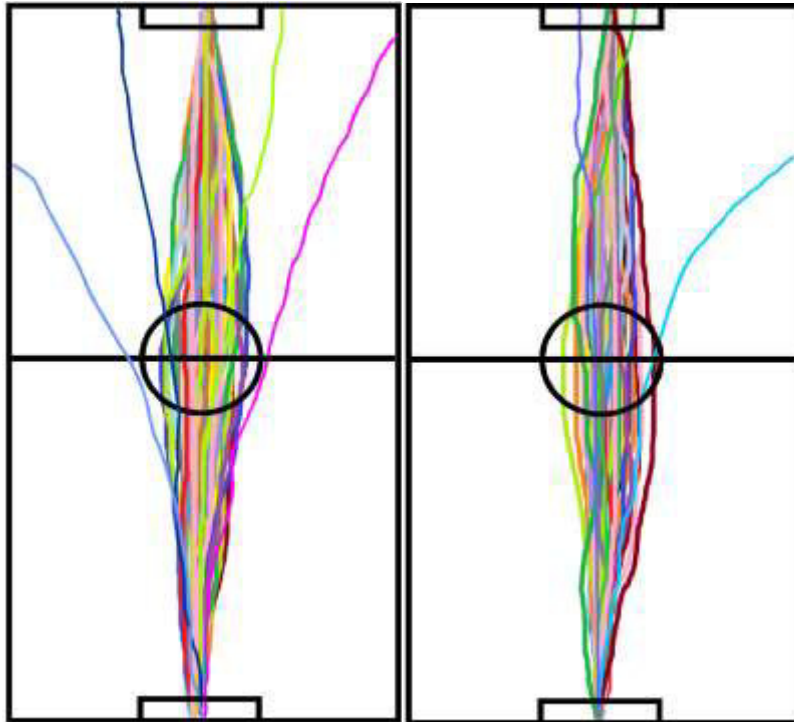
Mivel a változók zöme nem normális eloszlású, az eltérésvizsgálatoknál nem paraméteres próbákat alkalmaztam (kétmintás Mann-Whitney, párosított mintás Wilcoxon-próba). A látássérültek eredményei alapján elmondható, hogy nincs szignifikáns különbség attól függően, hogy az alanyok férfiak vagy nők, illetve jobb vagy bal kezesek-e.

A látók eredményei alapján elmondható, hogy nincs szignifikáns különbség attól függően, hogy az alanyok jobb vagy bal kezeseke-e, azonban kétmintás Mann-Whitney teszt alapján elmondható, hogy szignifikáns eltérés mutatkozik az Abszolút Y eltérésnél a nemektől függően (Sig. 0,046).

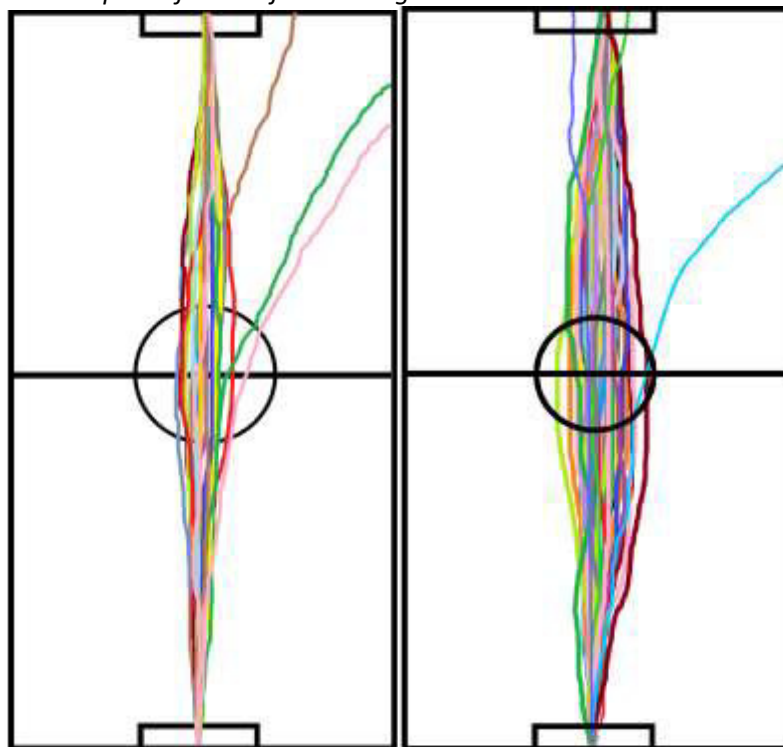
Az abszolút eltéréseket vizsgálva első és második próba között a látássérültek X eltérésénél (sig. 0,313) Y eltérésénél (sig 0,167) nincs szignifikáns eltérés, azaz tanulás. Látók esetében azonban az X eltérésénél (sig. 0,008) és Y eltérésénél (sig. 0,050) van szignifikáns eltérés, azaz tanulás.

A változók közötti korrelációkat a nem paraméteres Spearman-féle rangkorreláció segítségével vizsgáltam. Viszonylag szoros, szignifikáns, pozitív korrelációs kapcsolat mutatkozik látók esetén az Abszolút_X_eltérés_néma_látó_1 és az Abszolút_y_eltérés_néma_látó_1 változók között ($r=0,799$; $p=0.000$; a kapcsolat 1%-os szinten is szignifikáns). E szerint az Abszolút_X_eltérés_néma_látó_1 nagyobb értékével az Abszolút_y_eltérés_néma_látó_1 értékei járnak. Emellett viszonylag szoros, szignifikáns, pozitív korrelációs kapcsolat van az Abszolút_X_eltérés_néma_látó_2 és az Abszolút_y_eltérés_néma_látó_2 változók között ($r=0,814$; $p=0.000$; a kapcsolat 1%-os szinten is szignifikáns). E szerint az Abszolút_X_eltérés_néma_látó_2 nagyobb értékével az Abszolút_y_eltérés_néma_látó_2 értékei járnak. Ez abból adódik, hogy ha van Y eltérés, abban az esetben az X eltérés mindig 10 értékű (oldal irányban a 20 méter széles pályán a középtől való oldal irányú eltérés maximuma 10). Ez a kapcsolat látássérültek esetében is megvan, Abszolút_X_eltérés_néma_vak_1 és az Abszolút_y_eltérés_néma_vak_1 változók között ($r=0,860$; $p=0.000$; a kapcsolat 1%-os szinten is szignifikáns). E szerint az Abszolút_X_eltérés_néma_vak_1 nagyobb értékével az Abszolút_y_eltérés_néma_vak_1 értékei járnak. Emellett viszonylag szoros, szignifikáns, pozitív korrelációs kapcsolat van az Abszolút_X_eltérés_néma_vak_2 és az Abszolút_y_eltérés_néma_vak_2 változók között ($r=0,822$; $p=0.000$; a kapcsolat 1%-os szinten is szignifikáns). E szerint az Abszolút_X_eltérés_néma_vak_2 nagyobb értékével az Abszolút_y_eltérés_néma_vak_2 értékei járnak.

Az „egyenestartás vizsgálat” feladat második részében akusztikai segítséggel kellett az alanyoknak a pályán egyenesen sétálniuk. Az akusztikai segítség fontosságának megállapításához azonos körülmények között kellett vizsgálni a vizuális és akusztikai támpont nélküli, valamint az akusztikai támpont segítségével való kísérleteket. A célban elhelyezésre került egy hangforrás, amelyből először fehér zaj (92 látó és 29 látássérült résztvevő), majd az ismételt próba alkalmával ún. click-train impulzus (99 látó és 29 látássérült résztvevő) került lejátszásra. A rögzített útvonalak a 3. és 4. ábrán láthatóak.



5. ábra Látók rögzített útvonalai hangsegítséggel. Bal oldali képen a click-train impulzus, jobb oldali képen a fehér zaj esetén rögzített útvonalak láthatóak.



6. ábra Látássérültek rögzített útvonalai hangsegítséggel. Bal oldali képen a click-train impulzus, jobb oldali képen a fehér zaj esetén rögzített útvonalak láthatóak.

Az ábrákon jól látható, hogy néhány kivétel mellett, hangsegítséggel minden résztvevő el tudja érni a célt, meg tudja közelíteni a hangforrást. Ez alapján elmondható, hogy közepes mintaszámú kísérletekkel bebizonyítottam az akusztikai támpont szerepét és jelentőségét, függetlenül a gerjesztőjel típusától.

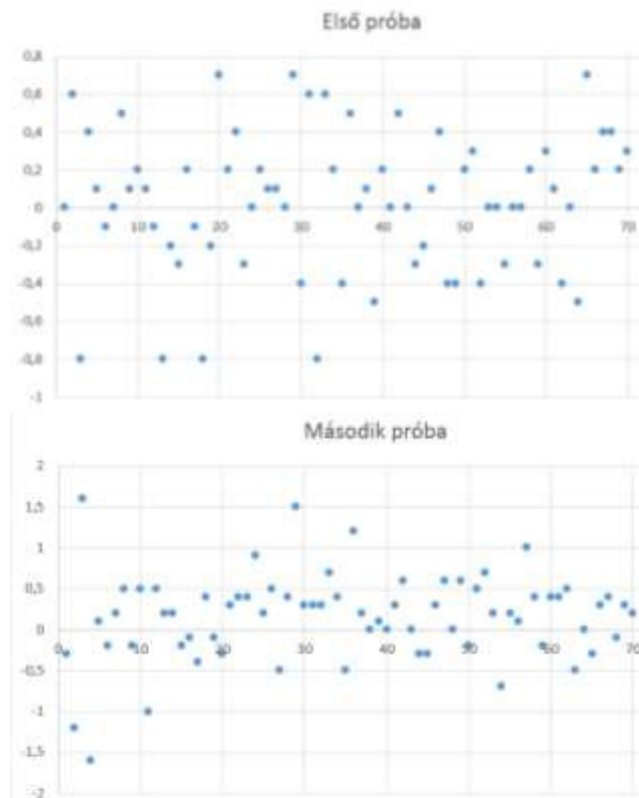
Sarokészlelés vizsgálat

Szabadtéren elvégzett másik kísérletben a sarok, mint hangot nem kibocsátó akadály észlelése volt a feladat, a látássérültek által használt fehér bot segítségével generált visszhangok alapján. Véletlenszerűen, különböző távolságokból indulva, a fal mentén, fehér bot segítségével kopogtatva, a visszhangokból kellett megállapítani a sarok helyzetét. (5. ábra) Látó, fényérzékeny és gyengén látó alanyok bekötött szemmel hajtották végre a feladatot [7][8]. 70 látóval és 31 látássérülttel, azonos körülmények között. A kísérletben részt vettek látók (70 fő), majd vakok, fényérzékenyek és gyengén látók vegyesen (31 fő).

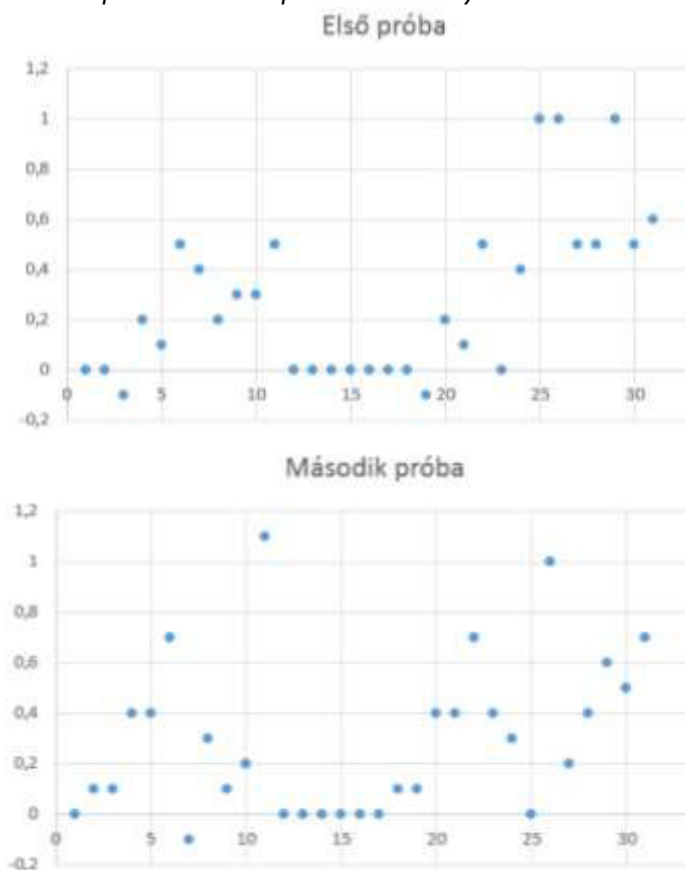


7. ábra Sarokészlelés vizsgálat (a saroktól való eltérések pozitív és negatív irányban)

Az abszolút eltéréseket vizsgálva első és második próba között a látássérültek esetén nincs szignifikáns eltérésnél (sig. 0,535), azaz tanulás. Látók esetében azonban (sig. 0,005) van szignifikáns eltérés, azaz tanulás. 6. ábrán a látók, 7. ábrán a látássérültek eredményei láthatóak.



8. ábra Sarokészlelés vizsgálat eredményei. Felső képen a látók első próbájának eredményei, alsó képen a második próba eredményei láthatóak.



9. ábra Sarokészlelés vizsgálat eredményei. Felső képen a látássérültek első próbájának eredményei, alsó képen a második próbájának eredményei láthatóak.

A látók eredményei összességében nem mondhatók rossznak, néhány nagyobb eltéréstől eltekintve ($\pm 1,6$ méter) pozitív és negatív irányban 1 méteren belül voltak az alanyok, jelentős részük pedig $\pm 0,5$ méteres pontossággal állapította meg a sarok hollétét. A látók első próbájának eredményeiből látható, hogy 12 fő pontosan megállapította a sarok helyét, további 18 fő pedig maximum 20 centiméterrel haladt túl a sarkon, ami a résztvevők 43 %-a. A látássérültek a sarok hollétét átlagosan, pontosabban állapítják meg, azonban a látókkal ellentétben -néhány kivétellel- nem állnak meg a sarok előtt. Abszolút, átlagos eltérésük az első próba alkalmával 0,290 méter volt, míg a második próbára 0,3 méterre nőtt. Látók abszolút, átlagos eltérése az első próbán 0,287 méter volt, míg ismétléskor 0,421 méterre nőtt.

Süketszobai vizsgálatok

A szabad hangterű, süketszobában végzett feladatban elől-hátul döntéseket kellett meghozni négy különféle hosszúságú, véletlen sorrendű fehérzaj-sorozat lejátszása során. A süketszoba két sarkában elhelyezett egy-egy Leybold 58707 típusú piezo hangszóróból 80 dB hangnyomásszintű, eltérő hosszúságú (500 ms-tól 50 ms-ig) fehérzaj impulzus került véletlenszerűen lejátszásra. Az alanyoknak a kísérlet során a hangszóróktól azonos távolságban (2,5 méter) kell állniuk, szemben az egyik hangszóróval, majd a szemből, vagy hátulról hallott hang esetében el kell dönteniük, hogy előlről, vagy hátulról hallották azt (8. ábra) [7][8].



10. ábra Elöl-hátul döntés kísérlet

Mivel a fej szimmetriásíkjában a két fülbe egyszerre és megegyező erősséggel érkezik a jel, a lokalizáció nehezebb. Itt csak a HRTF-függvények - A külső fül műszaki leírása, komplex átviteli függvényen történik, amit angol elnevezés alapján HRTF-nek rövidítünk (Head-Related Transfer Function)- szűrőhatása érvényesül és nagyságrendekkel rosszabb az eredmény: 10-25 fok is lehet a hiba [5][6]. Gyakran van rá példa, hogy ebben a síkban lévő hangforrásokat összekeverünk, nem tudunk különbséget tenni, hogy a hang hátulról, vagy előlről érkezik-e. Ezt elől-hátul döntési hibának nevezzük.

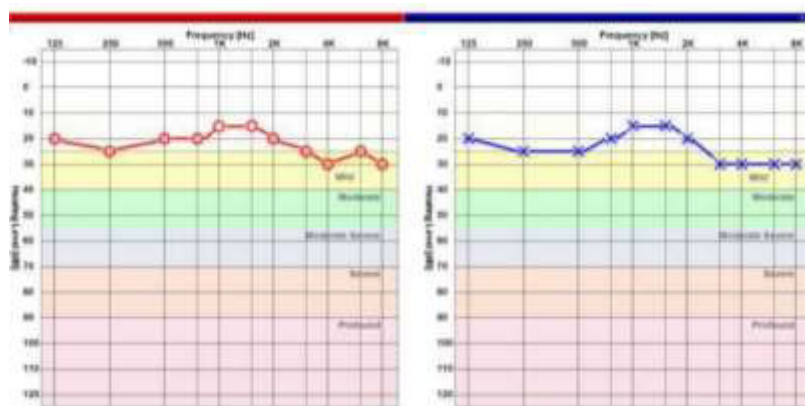
3. táblázat Látók és látássérültek elől-hátul döntés kísérlet hibái

	500 ms		250 ms		125 ms		75 ms	
	Hátul	Elöl	Hátul	Elöl	Hátul	Elöl	Hátul	Elöl
Látók hibája (db)	24	10	7	4	9	8	13	15
Látók hibája (%)	12%	5%	3%	2%	4%	4%	6%	7%
Látássérültek hibája (db)	4	0	0	0	0	1	2	3
Látássérültek hibája (%)	9%	0%	0%	0%	0%	2%	4%	7%

Látók és látássérültek eredményei (átlagai) között (3. táblázat) a statisztikai analízis nem mutatott szignifikáns különbséget, az elkövetett hibák nagysága (fokban megadva, vagy elől-hátul hibák darabszámát tekintve) független az alany látóképességétől, az eltérések pusztán a véletlennek tulajdoníthatók.

Hallásvizsgálat

Süket szobában végzett hallásvizsgálat, audiológiai szűrés célja annak igazolása vagy cáfolása volt, hogy a látássérültek jobb hallással rendelkeznek. Általánosan elfogadott vélekedés, hogy a látássérültek jobban hallanak, ezért 50 látássérülttel végeztem szűrést, hogy beigazoljam hallásküszöb-görbéjük jobb vagy sem. A 9. ábrán látható a kísérletben részvevő látássérültek átlagos audiogramja, ANSI-szabvány szerinti süketszobai klinikai audiométeres szűrés eredményeképp. A szűrés nem mutatott semmilyen jelentős különbséget, eltérést a megszokott eredményektől, ami azt igazolja, hogy nincs különbség látók és látássérültek hallásküszöb-görbéje között (10. ábra).



11. ábra Látássérültek átlagos hallásküszöb-görbéje

Összefoglalás

A kidolgozott mérési eljárások alkalmasak látók és látássérültek lokalizációs képességeinek tudományos igényességű, megismételhető vizsgálatára. Eredmények igazolják, hogy a látássérültek nem teljesítenek jobban lokalizációs feladatokban, vagy nem rendelkeznek kifinomultabb képességekkel. Igazolásra került, hogy külső akusztikai segédjel nélkül sem a vakok, sem a látók nem képesek az ún. egyenestartásra, bizonyítottam az akusztikai támpont szerepét és jelentőségét, függetlenül a gerjesztőjel típusától. Sarokészlelés vizsgálatban a látássérültek pontosabban állapítják meg a sarok hollétét, valamint a látókkal ellentétben túlnyomórészt pozitív eltérést produkálnak. Elöl-hátul döntés feladatban sem mutatkozott különbség a két csoport eredményei között. A képességek közötti eltérés szabványos audiológiai szűréssel sem mutatható ki.

Köszönet

A tudományos cikk létrejöttében közreműködőknek (résztevők, kollégák, barátok) szeretnék ezúton is köszönetet mondani! Hálával tartozom szüleimnek, hogy kutatói munkásságomat mindig támogatták!

Referenciák

- [1] Dr. Szörényi Miklós, egyetemi jegyzet, Forrás: <http://rs1.szif.hu/~szorenyi/elm/bioselm5.htm>
Letöltve: 2015.04.12. 16:21
- [2] Pataki Attila, A többváltozós Shapiro-Wilk tesztek vizsgálata, PhD értekezés, Forrás: http://phd.lib.uni-corvinus.hu/686/1/pataki_attila.pdf Letöltve: 2015.06.30. 19:06
- [3] Koncsag Előd, Biometria madártávlatból, 2006. Forrás: <http://www.scribd.com/doc/33467956/Biometria-madartavlatbol>, Letöltve: 2012-02-05 16:36
- [4] Huzsvai László, Statisztika, 2011 Debrecen, Forrás: http://www.agr.unideb.hu/~huzsvai/okt/mtb60057/Partium_Statisztika.pdf Letöltve: 2012-04-11 16:22
- [5] Degenhardt, H.- Murol, H. Mozgástréning vakok számára. Bárczi Gusztáv Gyógypedagógiai Főiskola, Budapest, 1992
- [6] J. Blauert: Spatial Hearing. The MIT Press, MA, 1983
- [7] Dr. Wersényi György, Répás József, Dr. Kovács Gábor, Látássérültek hallásképességeinek összehasonlító vizsgálata mérnöki és társadalomtudományi szempontból, Forrás: <http://vip.tilb.sze.hu/~wersenyi/Debrecen.pdf> Letöltve: 2015.05.11. 13:44
- [8] Répás József, Dr. Wersényi György, Dr. Kovács Gábor, Mérési eljárások kidolgozása látók és látássérültek lokalizációs képességeinek összehasonlítására, XXIX. Kandó Konferencia, 2013 november 21.