

Mobileszköz alapú gyerekkori látásszűrés a binokuláris látászavarok felismerésére

PhD tézis

Dr. Csizék Zsófia

Témavezetők:

Dr. Jandó Gábor

Dr. Mikó-Baráth Eszter

Programvezető: Prof. Dr. Karádi Zoltán

Doktori Iskola vezetője: Prof. Dr. Reglódi Dóra



Pécsi Tudományegyetem

Általános Orvostudományi Kar

Élettani Intézet

Pécs, 2024.

1. Bevezetés

A gyermekszemészeti rendellenességek között kitüntetett fontosságú az amblyopia (tompalátás), mely a binokuláris látás korai fejlődésének zavara, akár irreverzibilis monokuláris látásromlást és egyszemes vakságot is okozhat.

Kutatócsoportunk egyik fő profilja a térlátás fejlődésének alapvető élettani mechanizmusai mellett, a fejlődés zavarainak tanulmányozása, különös tekintettel az amblyopia és az ehhez vezető leggyakoribb patológiás állapotok, mint kancsalság, nagyfokú távollátás és anisometropia korai felismerése óvodás és kisiskolás gyermekeknél. Munkánk során egy olyan költséghatékony, gyorsan elvégezhető sztereotesztet fejlesztünk (EuvisionTab®), melynek segítségével a szűrővizsgálat nem igényel magasan képzett vizsgálokat és alkalmazásával az amblyopia prevalenciája csökkenthető.

Az EuvisionTab térlátásvizsgáló modulja egy digitális, mobil eszközön alkalmazható sztereoteszt, számtalan szabadon állítható vizsgálati paraméterrel, melyek kombinálásából mesterséges intelligencia segítségével a leghatékonyabb szűrővizsgálatot állíthatjuk össze. A rendszer az informatikai háttérnek köszönhetően folyamatosan továbbfejleszhető, a különböző paraméterek bármikor módosíthatóak.

Napjainkban egyre nagyobb teret nyer az orvostudomány különböző területein belül a mesterséges intelligencia (AI, artificial intelligence) alkalmazása. A megfelelő módszerek használatával és az eredmények szigorú statisztikai értékelésével, a mesterséges

intelligencia és különböző mobil applikációk alkalmazása hozzájárulhat a betegellátás minőségének növeléséhez, a különböző vizsgálati szituációk, szűrési protokollok megfelelő kialakításához, illetve a pontosabb eredményekhez.

Doktori értekezésemben szeretném ismertetni az EuvisionTab térlátás vizsgáló modulját eddigi eredményeinkkel, összehasonlítva a már ismert, nemzetközi sztereotesztek hatékonyságával.

2. Módszerek

Különböző életkoroknak megfelelően eltérő módszerek léteznek a térlátás vizsgálatára. Óvodáskorban és idősebb gyermekeknél leginkább pszichofizikai módszereket alkalmazunk.

A klinikumban világszerte elterjedt hagyományos sztereotesztek közé tartoznak a Lang I, II, TNO, Stereo Fly és Frisby sztereotesztek, melyek közül Magyarországon leginkább a Lang tesztek ismertek.

Az EuvisionTab sztereoteszt (ETS) a kutatócsoportunk által fejlesztett, egy mobil eszköz alapú, innovatív módszer a térlátás vizsgálatára, amely alkalmas az amblyopia szűrésére is. Digitális rendszerként számtalan paramétere módosítható, mint például a dinamizmus, denzitás és vizuális zaj, így különböző nehézségű tesztek hozhatunk létre, ennek köszönhetően a térlátás különböző fokú zavarai detektálhatók. Részletesen a vizsgálati módszereknél lesz szó a sztereotesztekről.

3. Célkitűzések

Jelen kutatásunk fő célja az EuvisionTab térlátásvizsgáló modul szenzitivitásának és specificitásának meghatározása az amblyopia, és annak kialakulásához vezető, ún. amblyogén rizikófaktorok tekintetében, illetve összehasonlítása ismert sztereotesztekkel:

1. Statikus és dinamikus ETS hatékonyságának összehasonlítása
2. Különböző denzitású (pontosűrűségű) és nem korrelált zajt tartalmazó ETS hatékonyságának vizsgálata
3. Az ETS diagnosztikai hatékonyságának összevetése a klinikai gyakorlatban jelenleg alkalmazott más sztereotesztekkel: Lang II, TNO, Stereo Fly és Frisby
4. Az egyes tesztek diagnosztikai hatékonyságának vizsgálata az amblyopián túl az egyes amblyogén rizikófaktorok tekintetében (anisometropia, strabismus, hypermetropia)
5. Refrakciós korrekció nélkül és korrekcióval végzett ETS használhatósága közti különbség vizsgálata
6. Mesterséges intelligencia segítségével a hatékonyság növelése ETS használata során

4. Vizsgálataink

4.1 Vizsgálatok tervezése

Keresztmetszeti vizsgálatunkban az ETS eredményeit a klinikumban szemészek által elfogadott sztereotesztek eredményeivel hasonlítottuk össze. A cél az volt, hogy négy klasszikus tesztből, négy új random pont sztereogram tesztből (ETS) és ez utóbbiak kombinációjából, a mesterséges intelligencia segítségével maximalizált specifitás és szenzitivitás figyelembe véve (AI-ETS) azonosítsuk a legjobb sztereotesztet az amblyopia és az amblyogén állapotok felismerésére. Az elsődleges végpontok a szenzitivitás, a specifitás és a receiver operating characteristic (ROC) görbe alatti terület (area under the curve, AUC) voltak. A szenzitivitást tartottuk a legfontosabb mérőszámnak, hiszen az amblyopiával rendelkező gyermekek késő felismerése csökkenti a látásfunkciók teljes kifejlődésének esélyeit.

4.2 Vizsgálati személyek

A vizsgálatok a spanyolországi Alicante-i Vithas Medimar Nemzetközi Kórház Szemészeti Osztályán és a Pécsi Tudományegyetem Szemészeti Klinikáján zajlottak. Kontroll személyként 194 fő vett részt az alábbi életkor szerint: 3,8 -14 év, átlagéletkor: 7,05 év, SD: 2,53. Ők olyan emmetrop gyermekek voltak, akiknek sem szemészeti, sem neurológiai betegségük nincs, és az életkoruknak megfelelő gyermekszemészeti protokoll szerinti látásvizsgálaton vettek részt az említett intézetekben. A vizsgálati csoportba (n = 229, 3,6-14 év, átlagéletkor: 7,45 SD: 2,72) amblyopiával rendelkező, vagy bármilyen típusú kancsalságban, fénytörési hibában szenvedő gyermekek kerültek. A szembetegségek

meghatározása a nemzetközi irányelvek és a szakirodalom alapján történt. A gyermekek betegség szerinti besorolását átfogó szemészeti vizsgálat során kapott diagnózis alapján végeztük el.

Amennyiben a gyermeknek már ismert törési hibája volt, a vizsgálatokat refrakciós korrekcióval és anélkül is elvégeztük. A refrakció nélküli helyzet egy valódi óvodai/iskolai szűrési állapotot utánozott: a frissen diagnosztizált, kiszűrt, kezeletlen beteg sztereolátását.

A vizsgálatok az Alicante-i Egyetem és a PTE KK Regionális és Intézményi Kutatás-Etikai Bizottság engedélyével zajlottak (Alicante: UA-2017-03-20, Pécs: 6301/2016) és megfelelték a Helsink Deklarációnak.

4.3 Vizsgálati módszerek

Elsőként egy részletes gyermekszemészeti vizsgálat történt, majd ezt követték a sztereotesztek: TNO, Frisby, Lang II és Stereo Fly teszt, random sorrendben. Legvégül történt az ETS-el történő mérés. Az első négy sztereotesztelés egy jól megvilágított helyiségben történt, 40 cm távolságról, míg az ETS-t 25-30 cm-ről, teljes elsötétítés mellett végeztük. A sztereotesztek különböző stimulusai és a megfelelési kritériumok a 1-es táblázatban láthatóak részletesen.

Az ETS-t táblagép segítségével végeztük el (Samsung Galaxy Tab A és bq Aquaris M10 tablet), mely lényegében egy anaglif random pont

	Gyártó	Optotípus	Inger típusa	Csatorna szétválasztás	Vizsgálati távolság (cm)	Eredmények	Vizsgált gyermekek száma (n)
Lang II	Lang Stereotest AG, Forch, langstereotest.com	csillag, elefánt, autó, hold	Random pont sztereogram	panográf	40	>1000** 600" 400" 200"	423
TNO	Lameris Ootech BV, ootech.nl	„pac-man”	Random pont sztereogram	anaglif	40	>1000" 480" 240" 120" 60"	385
Frisby	Frisby StereotestTM, frisbystereotes.com	körök	Valós mélységgel rendelkező inger	nem szükséges	40	>1000" 340" 170" 85"	265
Stereo Fly	Stereo Optical Company, INC., stereooptical.com	körök	Kontúr sztereogram	polarizációs módszer	40	>1000" 800" 400" 200" 140" 100" 80" 60" 50" 40"	249
Euvision Tab SRDS 8 DRDS 1 DRDS 0,7 DRDS 1+ zaj	Euvision Ltd., Pécs, Hungary	Snellen E	Random pont sztereogram	anaglif	25-30	0-5/5 0-5/5 0-5/5 0-5/5	254 130 130 254
AI-ETS sum w aw	Euvision Ltd., Pécs, Hungary	Snellen E	Random pont sztereogram	anaglif	25-30	0-20/20 0-20/20 0-20/20	130 130 130

1. táblázat A kutatásunkban alkalmazott sztereotesztek jellemzői.

sztereogram (RDS) generátor, amely számos állítható paraméterrel rendelkezik, mint például a képkockák frissítési frekvenciája, a pontméret, a pontsűrűség, a diszparitás és a vizuális zajszint, amelyek szabályozzák a binokuláris észlelés nehézségét. Célunk egy hatékony, nem sztereoélesség alapú sztereolátás vizsgálatára alkalmas teszt létrehozása, amely megfelel az ideális szűrési módszer kritériumainak, ideértve az időhatékonyt, a reprodukálhatóságot, a szenzitivitást, a specificitást, a statisztikailag alátámasztott döntési

képességet, valamint a gyakori módszertani hibákkal szembeni toleranciát.

Jelen kutatásunkban 3 tulajdonságát változtattuk a teszteknek: 1.) statikus (SRDS) vagy dinamikusan (DRDS) frissülő random pontok alkották a stimulust. 2) különböző denzitás értékeket alkalmaztunk, három kombinációt használtunk a dinamizmus és a sűrűség tekintetében: 8% statikus (SRDS 8), 1% dinamikus (DRDS 1) és 0,7% dinamikus (DRDS 0,7). 3) Végül a zajszintet változtattuk, amely azt jelenti, hogy az RDS-hez binokulárisan nem korrelált pontok arányát adtuk hozzá, jelen esetben 0,5% nem korrelált zajt (DRDS 1 + zaj).

A mérés során a gyermekeknek random orientációjú anaglif Snellen E betűket kellett meghatározniuk (fel, le, jobbra, balra) vörös-zöld szemüveg viselése mellett.

Az ETS hatékonyságának növelése érdekében súlyozott kombinációt (AI-ETS) alkalmaztunk a négy teszt eredményéből egy új mutató létrehozásával. Az AI egy egyszerű modellét választottuk: a perceptron modellt, egy egyszerű lineáris integrátort.

5. Eredmények

5.1 ROC görbe alatti területe (AUC)

Felmértük a különböző sztereolátás tesztek hatékonyságát, azt megfigyelve, hogy megkülönböztetik-e a szemészeti diagnózisokkal rendelkező gyermekeket az emmetropiás kontrollesoporttól. Ezt az

értékelést az AUC-k kiszámításával és DeLong-féle páronkénti összehasonlítással végeztük. Minden teszt jobban teljesített az

Sztereoteszt	Amblyopia	Amblyogén állapot	Nem amblyogén állapot	Amblyopia+ Amblyogén állapot
SRDS 8 NC	0.910 (0.852-0.950)	0.693 (0.615-0.763)	0.508 (0.435-0.581)	0.788 (0.722-0.844)
DRDS 1 NC	0.918 (0.862-0.956)	0.685 (0.607-0.756)	0.525 (0.452-0.598)	0.787 (0.721-0.843)
DRDS 0,7 NC	0.976 (0.906-0.998)	0.856 (0.749-0.929)	0.558 (0.445-0.666)	0.916 (0.839-0.964)
DRDS 1+zaj NC	0.914 (0.821-0.969)	0.829 (0.718-0.909)	0.599 (0.486-0.705)	0.872 (0.785-0.933)
AI-sum NC	0.995 (0.937-1)	0.876 (0.774-0.944)	0.606 (0.494-0.711)	0.936 (0.864-0.976)
AI-w NC	0.996 (0.940-1)	0.867 (0.762-0.937)	0.604 (0.491-0.709)	0.931 (0.859-0.974)
AI-aw NC	0.996 (0.940-1)	0.865 (0.760-0.936)	0.614 (0.501-0.718)	0.930 (0.857-0.973)
SRDS 8 WC	0.889 (0.830-0.933)	0.641 (0.563-0.715)	0.513 (0.447-0.580)	0.759 (0.693-0.816)
DRDS 1 WC	0.853 (0.788-0.904)	0.629 (0.550-0.703)	0.511 (0.445-0.578)	0.735 (0.667-0.795)
DRDS 0,7 WC	0.934 (0.846-0.980)	0.689 (0.566-0.796)	0.576 (0.464-0.684)	0.812 (0.716-0.886)
DRDS 1+zaj WC	0.919 (0.827-0.971)	0.671 (0.547-0.781)	0.536 (0.423-0.645)	0.795 (0.698-0.873)
AI-sum WC	0.972 (0.901-0.997)	0.805 (0.718-0.909)	0.596 (0.483-0.702)	0.889 (0.806-0.945)
AI-w WC	0.971 (0.898-0.996)	0.830 (0.719-0.910)	0.613 (0.501-0.718)	0.900 (0.819-0.953)
AI-aw WC	0.976 (0.906-0.998)	0.840 (0.731-0.917)	0.611 (0.499-0.716)	0.908 (0.829-0.958)
Lang II	0.822 (0.768-0.869)	0.604 (0.541-0.666)	0.522 (0.466-0.578)	0.704 (0.648-0.755)
TNO	0.953 (0.916-0.977)	0.742 (0.680-0.797)	0.603 (0.544-0.659)	0.840 (0.791-0.882)
Stereo Fly	0.926 (0.871-0.962)	0.656 (0.576-0.731)	0.585 (0.508-0.659)	0.780 (0.714-0.837)
Frisby	0.852 (0.786-0.903)	0.668 (0.590-0.740)	0.528 (0.453-0.603)	0.754 (0.688-0.812)

2. táblázat A sztereotesztek Receiver Operating Characteristic (ROC) görbéjének elemzése: AUC értékek 95% -os konfidencia intervallummal.

amblyopiával és amblyogén rizikófaktoral rendelkező személyek azonosításában. Ugyanakkor a páronkénti összehasonlítások kimutatták, hogy az amblyogén és az együttes amblyop + amblyogén csoport esetében az optimalizált AI-ETS verziók (azaz AI-w WC, AI-aw WC) magasabb AUC-kat produkáltak, mint a klasszikus tesztek, kivéve a TNO-t (2. táblázat). Ezek a különbségek minden fent említett párra statisztikailag szignifikánsak voltak.

5.2 Az optimális ROC ponton végzett szenzitivitás és specificitás vizsgálatok

A statisztikai elemzés következő szakaszában bináris osztályozást (patológiás vs. normál) végeztünk az optimális ROC ponton. Minden sztereoteszt esetén kiszámítottuk a szenzitivitást és specificitást a különböző csoportok esetén, beleértve a kontroll csoportot is. Minden teszt, amit a tanulmányban értékeltünk, legalább 86%-os specificitást mutatott. A szenzitivitás azonban széles skálán változott. Az átlagos szenzitivitási értékekből kiindulva az AI-tesztek mind a különálló ETS tesztek, mind a hagyományos sztereoteszteket túlszárnyalták, ami összhangban van az AUC adatokkal. Kiemelendő, hogy az AI-aw teszt mutatta a legnagyobb érzékenységet mind az amblyopia, mind az amblyogén állapotok esetén. Ugyanakkor a nem amblyogén állapotok esetén mindegyik teszt szenzitivitása alacsony volt. Megfigyeltük továbbá, hogy a refrakciós korrekcióval végzett vizsgálatoknál javult a gyermekek teljesítménye az amblyogén állapotok esetén, így a WC csoportú tesztek esetén alacsonyabb szenzitivitási értékeket kaptunk az NC csoporttal összehasonlítva.

5.3 A bináris osztályozás során kapott eredmények összehasonlítása

Következő lépésként választ kerestünk arra, hogy az AUC értékekben észlelt jelentős különbségek érdemi változásokat eredményeznek-e a bináris osztályozás során mért szenzitivitásban. Annak tesztelésére, hogy a klasszikus tesztek teljesítménye nem különbözik-e az AI-aw WC teljesítményétől, McNemar páronkénti összehasonlítást alkalmaztunk. Elemzésünk alapján az összevont amblyop és amblyogén csoport esetében az AI-aw WC konzisztensen felülmúlta

az összes klasszikus tesztet, kivétel a TNO-t. Az AI-aw WC összehasonlítása a Frisby, Lang II, Stereo Fly és TNO tesztek esetén különbségeket mutattak, az ezekhez tartozó p-értékek pedig a következők voltak: 0,0117, 0,0129, 0,0129, illetve 0,508 voltak, ($n = 46$).

6. Megbeszélés

Kutatásunk során egy innovatív térlátás vizsgáló módszer, az EuvisionTab sztereoteszt (ETS) teljesítményét vizsgáltuk az amblyopia, amblyogén és nem amblyogén állapotok felismerésében gyermekek esetén. Az ETS-t továbbá összehasonlítottuk négy hagyományos, a nemzetközi gyakorlatban használt klinikai sztereoteszttel (Lang II, TNO, Stereo Fly, Frisby). Fontos különbség az ETS tesztek esetében, hogy: 1) nem támaszkodnak a sztereolátásélesség mérésére; 2) lehetnek statikusak vagy dinamikusak; 3) alacsony pontsűrűséggel (diszparitás) rendelkeznek; 4) tartalmazhatnak nem korrelált zajt, és 5) mesterséges intelligencia technológiát alkalmazhatnak. Eredményeinket különböző statisztikai modellek támasztották alá, beleértve az AUC meghatározását (DeLong módszer), a McNemar és Fisher-exact tesztek.

A kutatás fő megállapításai

1) Statikus és dinamikus ETS tesztek hatékonyan bizonyultak amblyopia és amblyogén rizikófaktorok szűrése esetén. A statikus tesztek esetén a kiváló specificitás, míg a dinamikus tesztek esetén a szenzitivitás emelhető ki.

- 2) Különböző denzitású (pontosúrúságú) tesztek esetén megállapíthatjuk, hogy minél alacsonyabb denzitású tesztet alkalmazunk, annál szenzitívebb tesztet kapunk.
- 3) Vizuális zaj hozzáadásával szintén növelhető a teszt szenzitivitása.
- 4) Az ETS diagnosztikai hatékonysága magasabb, vagy ugyanolyan jó, mint kutatásunkban vizsgált, világszerte ismert hagyományos teszteké (Lang II, TNO, Stereo Fly és Frisby)
- 5) Az ETS sztereoteszt az amblyopián túl az amblyogén rizikóállapotok (anisometropia, strabismus, hypermetropia) felismerésére, szűrésére is alkalmas.
- 6) Refrakciós korrekció nélkül szenzitívebbnek bizonyult az ETS, reprezentálva egy szűrési szituációt.
- 7) Mesterséges intelligencia segítségével a hatékonyság növelhető az ETS használata során, mivel kombinálja a magas specificitású statikus és a magas szenzitivitású dinamikus tesztek előnyeit.

Digitális sztereotesztünk, az ETS, tehát eredményesnek bizonyult az amblyopia és amblyogén rizikóállapotok felismerése esetén. Mesterséges intelligencia segítségével pedig meghaladta a világszerte klinikumban használt, hagyományos tesztek hatékonyságát.

Sztereotesztünk reményeink szerint rövidesen a legkorszerűbb látásszűrési protokoll részévé válhat, köszönhetően a digitális

adattárolásnak (nincs szükség papíralapú dokumentációra, meglévő eredmények bármikor könnyen és gyorsan visszakereshetők), a rugalmas paraméterbeállításoknak, a véletlenszerű képsorrendnek és a mesterséges intelligenciának. Az ETS egyszerűen, hatékonyan és gyorsan elvégezhető sztereoteszt, így szemorvosok, házi orvosok és védőnők segítségével laikusoknak is betanítható. Ez nagy előrelépés lehet az alapellátást, védőnők és szemészeti szakellátás további terhelésének elkerülése szempontjából, melyre szükség lenne Magyarországon.

Az ETS alkalmazása jelentős előrelépést jelenthet a gyermekek látásszűrésében, felülmúlva a hagyományos módszerek korlátjait, egy olyan mesterséges intelligencia modell alkalmazásával, mely összefogja a különböző típusú sztereogramok előnyeit (SRDS 8, DRDS 1, DRDS 1+zaj, DRDS 0,7), meghaladva a klinikai sztereolátásélesség alapú tesztek hatékonyságát a gyermekkori látásproblémák azonosításában. Ezenkívül gazdaságosabb megoldást kínál a látás szűrésére, mely fontos tényező lehet az erőforrások korlátozott rendelkezésre állása esetén.

A mesterséges intelligencia alkalmazása és további AI modellek bevezetése a jövőbeni kutatásokban tovább optimalizálhatják az amblyopia és az amblyogén állapotok felismerését célzott vizsgálatokat. Terveink szerint további multicentrikus vizsgálatokkal folytatjuk kutatásunkat az ETS tesztünkkel.

6. Köszönetnyilvánítás

Legelőször szeretném hálám kifejezni témavezetőimnek Dr. Mikó-Baráth Eszternek és Dr. Jandó Gábornak, akik az elmúlt közel 13 évben - másodéves medika koromtól kezdve - végig mellettem álltak és támogattak, együtt örültek velem a sikereknek és bíztattak, mikor szükség volt rá. Köszönöm bizalmukat, belém vetett hitüket és türelmüket, mellyel végig kísérték ezen a göröngyös úton.

Köszönet illeti munkatársaimat Dr. Nemes Vandát, Dr. Budai Annát és Szabó-Guth Kittit és az Élettani Intézet valamennyi dolgozóját. Köszönöm az informatikai segítséget Hegyi Péternek, Radó Jánosnak és Czigler Andrásnak. Külön köszönet illeti Dr. Fülöp Diánát, aki a szakmai segítség mellett barátomként végig mellettem állt és hitt bennem.

Hálával tartozom Dr. Pusztai Ágotának, aki segítségemre volt a gyermekszemészeti vizsgálatok elvégzésében a PTE KK Szemészeti Klinikáján, valamint David Pablo Piñero Llorens-nak, aki a spanyol kollaborációt lehetővé tette számunkra.

Természetesen nagy köszönet jár a gyerekeknek és szüleiknek egyaránt, amiért együttműködők és lelkesek voltak a vizsgálatok során, ezzel megkönnyítve munkám. Köszönöm továbbá a Szemészeti Klinika munkatársainak, hogy mindig készséggel segítettek bármiben, ha szükségem volt rá.

Végül, de nem utolsó sorban szeretném megköszönni szüleimnek dr. Csizek Zoltánnak és dr. Csizekné Muck Editnek és barátaimnak támogató szeretetüket, biztató szavaikat és belém vetett hitüket.

A kutatás pénzügyi hátterét az alábbi pályázatok biztosították:

1. Hungarian Brain Research Program 2.0 (NAP 2.0): 2017-1.2.1-NKP-2017-00002
2. University of Pécs Medical School: KA-2019-25
3. FEKUTSTRAT 2019: temporary ref. No.: FIKP II.
4. „Az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-19-3 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának szakmai támogatásával készült.”
Pályázati azonosító: ÚNKP-19-3-I-PTE-110

7. Publikációk, előadások, poszterek jegyzéke

7.1 A tézishez kapcsolódó tudományos közlemények

Csizék Z, Mikó-Baráth E, Budai A, et al. Artificial Intelligence-Based Screening for Amblyopia and its Risk Factors: Comparison with four Classic Stereovision Tests. (Frontiers in Medicine. 10: 1294559, 2023) **IF: 3.9**

Csizék Z, Budai A, Nemes VÁ, Hegyi P, Szabó I, Pusztai Á, Piñero D P, D, Jandó G, Mikó-Baráth E: Mobileszköz alapú gyermekkori látásszűrés a tompalátás korai felismerésére (Orvosi Hetilap, 165.16: 620-628, 2024) **IF: 0.6**

Kumulatív impakt faktor: 4,5

7.2 A tézishez kapcsolódó citálható absztraktok

1. Szabó, I ; **Csizék, Zs** ; Mikó-Baráth, E ; Budai, A ; Frigyk, A ; Pusztai, Á ; Nemes, VÁ ; Závori, L ; Fülöp, D ; Czigler, A et al. Optimizing Stereovision Test Combinations for Amblyopia Screening in Children: A Perceptron Model Approach. In: International Neuroscience Conference, Pécs 2024 : Abstract book (2024) p. 121 Paper: P2.16
2. **Zsófia Csizék**, Eszter Mikó-Baráth, Anna Budai, Kitti Szabó-Guth, Ágota Pusztai, Adrienne Csutak, David P Piñero, Gábor

- Jandó: Innovative medical diagnostic device: detection of amblyopia. FENS Virtual Forum (2020)
3. **Zsófia Csizék**, Eszter Mikó-Baráth, David P Piñero, Anna Budai, Kitti Szabó-Guth, Péter Hegyi, Ágota Pusztai, Adrienne Csutak, Gábor Jandó: Mobile devices in vision screening: examination of stereovision. V-VSS Florida (2020)
 4. **Zsófia Csizék**, David P. Piñero, Eszter Mikó-Baráth, Anna Budai, Pedro Ruiz Fortes, Carlos Javier Hernández Rodríguez, Roberto Soto Negro, Gábor Jandó: New stereotest – sensitivity and specificity. *42st European Conference on Visual Perception (ECP)* 2019 Leuven. *Perception*, 48 (2_suppl), 1–236. DOI: 10.1177/0301006619863862
 5. **Csizék Zs**, Fülöp D, Nemes V, Budai A, Mikó-Baráth E, D'Orlando F, Caporusso G; Agostini T, Jandó G: Feasibility of dynamic stereovision tests in amblyopia screening. *IBRO Workshop: Debrecen, Magyarország, 2014.01.16 -2014.01.17.* Paper P186.

7.3 A tézishez kapcsolódó előadások

1. **Csizék Zsófia**, Mikó-Baráth Eszter, Budai Anna, David P Piñero, Pedro Ruiz Fortes, Carlos Javier Hernández Rodríguez, Roberto Soto Negro, Jandó Gábor: Új sztereoteszt alkalmazhatósága – szenzitivitás és specifitás. XXI. Látásszimpózium, Pécs (2019)
2. Mikó-Baráth Eszter, Fülöp Diána, Nemes Vanda Ágnes, **Csizék Zsófia**, Radó János, Guth Kitti, Buzás Péter, Jandó Gábor: A

- látásélesség érésének elektrofiziológiai meghatározása érett és koraszülött csecsemőkben, FAMÉ Budapest (2019)
3. David Pablo Piñero, Eszter Mikó, Pedro Ruiz, Anna Budai, Carlos Javier Hernández , **Zsófia Csizék** , Roberto Soto , Gabor Jandó: Sensibilidad y especificidad de un nuevo test de estereopsis en tablet para el screening de la ambliopía. OPTOM Meeting Valladolid, Spanyolország (2019)
 4. Eszter Mikó –Baráth, Diána Fülöp, Vanda Ágnes Nemes, **Zsófia Csizék**, János Radó and Gábor Jandó: The electrophysiological estimation of visual acuity in preterm and full-term infants, BrISCEV London (2019)
 5. **Csizék Zsófia**, Fülöp Diána, Budai Anna: Statikus és dinamikus sztereotesztek alkalmazása óvodáskorú gyerekek látásszűrésében. I. helyezés, XXXII. Országos Tudományos Diákköri Konferencia Orvos-és Egészségtudományi Szekció, Budapest (2015)
 6. Harmouche Ahmed, Czigler András, Fülöp Diána, **Csizék Zsófia**, Juhász Petra: Mobiltechnológia használata a prevencióban- visus vizsgálat android eszközökön - XXXII. Országos Tudományos Diákköri Konferencia, Budapest (2015)
 7. Czigler András, Harmouche Ahmed, Fülöp Diána, **Csizék Zsófia**, Juhász Petra: Mobil számítástechnikai eszközök használata gyermekek amblyopia szűrésében - XXXII. Országos Tudományos Diákköri Konferencia, Budapest (2015)
 8. **Csizék Zsófia**, Fülöp Diána, Budai Anna: Statikus és dinamikus sztereotesztek alkalmazása óvodáskorú gyerekek

- látásszűrésében - Marosvásárhely, Tudományos Diákköri Konferencia (2015)
9. Budai Anna, Juhász Petra, **Csizek Zsófia**, Dr. Mikó-Baráth Eszter, Dr. Nemes Vanda, Dr. Jandó Gábor: A dinamikus random pont sztereoteszt szerepe óvodáskorú gyermekek amblyopia-szűrésében. Magyar-Amerikai Orvosszövetség Konferenciája, Balatonfüred (2015)
 10. Anna Budai, **Zsófia Csizek**, Diána Fülöp: Visual screening of preschool children- case presentation, 46th Annual Meeting of HMAA, Sarasota, Florida, USA (2014)
 11. **Csizek Zsófia**, Fülöp Diána, Budai Anna: Statikus és dinamikus sztereotesztek alkalmazása óvodáskorú gyerekek látásszűrésében –Idegtudományi Konferencia, Pécs: 1. helyezett (2014)
 12. **Csizek Zsófia**, Fülöp Diána, Budai Anna: Statikus és dinamikus sztereotesztek alkalmazása óvodáskorú gyerekek látásszűrésében - Balatonfüred, HMAA Hungary Chapter (2014)
 13. **Csizek Zsófia**, Fülöp Diána, Budai Anna: Statikus és dinamikus sztereotesztek alkalmazása óvodáskorú gyerekek látásszűrésében, Pécsi Tudományegyetem ÁOK házi TDK konferencia, I. helyezett Pécs (2014)
 14. Czigler András, Harmouche Ahmed, Fülöp Diána, **Csizek Zsófia**, Juhász Petra: Mobil számítástechnikai eszközök használata gyermekek amblyopia szűrésében, Pécsi Tudományegyetem ÁOK házi TDK konferencia, I. helyezett Pécs (2014)

15. Harmouche Ahmed, Czigler András, Fülöp Diána, **Csizek Zsófia**, Juhász Petra: Mobiltechnológia használata a prevencióban- visus vizsgálat android eszközökön, Pécsi Tudományegyetem ÁOK házi TDK konferencia, I. helyezett Pécs (2014)
16. **Csizek Zsófia**, Fülöp Diána, Budai Anna: Vizuális kiváltott válasszal előre jelezhető a tompalátás? II. helyezett, XXXI Országos Tudományos Diákköri Konferencia, Szeged (2013)
17. **Fülöp Diána**, Csizek Zsófia, Budai Anna: A binocularitás érésének összehasonlítása koraszülötteknél és érett újszülötteknél; XXXI Országos Tudományos Diákköri Konferencia, Szeged (2013)
18. Budai Anna, **Csizek Zsófia**, Fülöp Diána: Vizuális kiváltott válasszal előre jelezhető a tompalátás? Legjobb magyar nyelvű előadás díja (Istvan Mechtler Award) Magyar-Amerikai Orvosszövetség Konferenciája, Balatonfüred (2013)
19. **Csizek Zsófia**, Fülöp Diána, Budai Anna: Vizuális kiváltott válasszal előre jelezhető a tompalátás?, Pécsi Tudományegyetem ÁOK házi TDK konferencia (2013)
20. Fülöp Diána, **Csizek Zsófia**, Budai Anna: A binocularitás érésének összehasonlítása koraszülötteknél és érett újszülötteknél Pécsi Tudományegyetem ÁOK házi TDK konferencia, II. helyezett (2013)
21. Anna Budai, **Zsófia Csizek**, Diána Fülöp: Can visual evoked potential predict amblyopia? 45th Annual Meeting of HMAA, Sarasota, Florida, USA (2013)

22. Budai Anna, **Csizek Zsófia**, Fülöp Diána: DRDS-E, mint új típusú gyermekkori látásszűrő vizsgálat: monokuláris artefaktok kiküszöbölése. I. helyezés, *Házi TDK Konferencia*, Pécs (2012)

7.4 A tézishez kapcsolódó poszterek

1. Szabó, I ; **Csizek, Zs** ; Mikó-Baráth, E ; Budai, A ; Frigyik, A ; Pusztai, Á ; Nemes, VÁ ; Závori, L ; Fülöp, D ; Czigler, A et al. Optimizing Stereovision Test Combinations for Amblyopia Screening in Children: A Perceptron Model Approach. In: International Neuroscience Conference, Pécs 2024 : Abstract book (2024) p. 121 Paper: P2.16
2. **Zsófia Csizek**, Eszter Mikó-Baráth, Anna Budai, Kitti Szabó-Guth, Ágota Pusztai, Adrienne Csutak, David P Piñero, Gábor Jandó: Innovative medical diagnostic device: detection of amblyopia. FENS Virtual Forum (2020)
3. **Zsófia Csizek**, Eszter Mikó-Baráth, David P Piñero, Anna Budai, Kitti Szabó-Guth, Péter Hegyi, Ágota Pusztai, Adrienne Csutak, Gábor Jandó: Mobile devices in vision screening: examination of stereovision. V-VSS Florida (2020)
4. **Zsófia Csizek**, E. Mikó Baráth, K. Szabó Guth, P. Hegyi, D. P. Pinero, Á. Pusztai, A. Csutak, G. Jandó: New stereotest compared with other stereotests – sensitivity and specificity. Szeged HUNDOC meeting (2020)
5. **Zsófia Csizek**, E. Mikó Baráth, K. Szabó Guth, P. Hegyi, D. P. Pinero, Á. Pusztai, A. Csutak, G. Jandó: Mobile vision screening

- system detects amblyopia with high sensitivity. Szeged IBRO Workshop (2020)
6. **Zsófia Csizék**, David P. Piñero, Eszter Mikó-Baráth, Anna Budai, Pedro Ruiz Fortes, Carlos Javier Hernández Rodríguez, Roberto Soto Negro, Gábor Jandó: New stereotest – sensitivity and specificity. *42st European Conference on Visual Perception (ECVP)* Leuven (2019)
 7. **Zsófia Csizék**, David P. Piñero, Eszter Mikó-Baráth, Anna Budai, Pedro Ruiz Fortes , Carlos Javier Hernández Rodríguez, Roberto Soto Negro, Gábor Jandó: New stereotest – sensitivity and specificity. Pécs MEDPECS Konferencia (2019)
 8. Anna Budai, András Czigler, Petra Juhász, **Zsófia Csizék**, Vanda A. Nemes, Gábor Jandó: *Screening of amblyopia in preschool children – first results of a clinical study*. IBRO Workshop, Budapest (2016)
 9. **Csizék Zsófia**, Fülöp Diána, Budai Anna: Binokuláris VEP vizsgálaton átesett csecsemők utánkövetése – Pécs Doctoral Workshop (2015)
 10. **Csizék Zsófia**, Fülöp Diána, Budai Anna: Binokuláris VEP vizsgálaton átesett csecsemők utánkövetése 2015 Balatonfüred HMAA Hungary Chapter: - Excellence in Clinical sciences: Ophthalmology-Pulmonology-Internal medicine-Behaviour medicine Poster award
 11. Budai Anna, Juhász Petra, **Csizék Zsófia**, Dr. Mikó-Baráth Eszter, Dr. Nemes Vanda, Dr. Jandó Gábor: A dinamikus random pont sztereotest szerepe óvodáskorú gyermekek amblyopia-

- szűrésében. *Magyar-Amerikai Orvosszövetség Konferenciája*, Balatonfüred, (2015)
12. **Zsófia Csizék**, Diána Fülöp, Vanda Nemes, Anna Budai, Eszter Mikó-Baráth, Francesca D'Orlando, Grazia Caporusso, Tiziano Agostini, Gábor Jandó: Feasibility of dynamic stereovision tests in amblyopia screening – IBRO Workshop, Debrecen (2014)
 13. A. Budai, **Zs. Csizék**, D. Fülöp, E. Mikó-Baráth, V. Nemes, F. D'Orlando, G. Caporusso, T. Agostini, G. Jandó: Feasibility of dynamic stereovision tests in amblyopia screening. *1st Innovation in Science 2014 – Doctoral Student Conference*, Szeged (2014)
 14. A. Budai, **Zs. Csizék**, D. Fülöp, E. Mikó-Baráth, V. Nemes, F. D'Orlando, G. Caporusso, T. Agostini, G. Jandó: Psychophysical dynamic stereovision tests in amblyopia screening. *Trieste Symposium on Perception & Cognition*, Trieszt, Olaszország (2014)

7.5 A tézishoz kapcsolódó szakdolgozatok, pályázatok

1. **Csizék Zsófia**: Prediktív faktorok az amblyopia előrejelzésében, Dékáni pályamunka (2015)
2. **Csizék Zsófia**: Új Nemzeti Kiválóság Program pályázat elnyerése, Kutatás címe: Egy új térlátásvizsgáló módszer validálása egészséges és különböző szemészeti eltéréssel rendelkező gyermekek bevonásával, Pályázati azonosító: ÚNKP-19-3-I-PTE-110