

A könnyfilm és dinamikájának vizsgálata szemészeti képző eljárásokkal

Doktori tézisek

Dr. Kosina-Hagyó Krisztina

Semmelweis Egyetem
Klinikai Orvostudományok Doktori Iskola



Témavezető: Dr. Németh János egyetemi tanár, az MTA doktora

Hivatalos bírálók:

Dr. Módis László egyetemi docens, Ph.D.

Dr. Kovács Illés egyetemi tanársegéd, Ph.D.

Szigorlati bizottság elnöke:

Dr. Holló Gábor egyetemi tanár, az MTA doktora

Szigorlati bizottság tagjai:

Dr. Füst Ágnes egyetemi adjunktus, Ph.D.

Dr. Hidasi Vanda főorvos, Ph.D.

Budapest
2011

BEVEZETÉS

Az egészséges szemfelszín fenntartásához nélkülözhetetlen a megfelelő mennyiségű és minőségű könny, amely táplálja, nedvesíti és védi a szaru- illetve a kötőhártyát. A szaruhártyát borító vékony könnyfilm egyenletes és sima optikai határfelszínt képez, amely az első törőfelszín a szem összetett optikai rendszerében, és elengedhetetlen a megfelelő minőségű látáshoz.

A könny mennyiségi és minőségi eltérései leggyakrabban száraz szem betegség képeben jelentkeznek, amely multifaktoriális betegség. Számos rizikó faktor ismert, ezek között szerepel az allergiás kötőhártya gyulladás. Az allergén jelenlétében kifejlődő lokális szemfelszíni gyulladás könnyfilm instabilitáshoz és fokozott könnyvesztéssel járó száraz szem betegség kialakulásához vezethet. Szezonális allergiás kötőhártya gyulladásban szenvedőknél a kötőhártyában morfológiai eltérések fedezhetőek fel nemcsak a pollen szezon alatt, hanem a szezonon kívüli időszakban is. Az azonban nem ismert, hogy a morfológia eltérések mellett kimutathatóak-e a szezon időszakára jellemző könnyfilm eltérések is.

A szemfelszín érzékeny a külső hatásokra, ezért egyre nagyobb hangsúlyt kapnak a nem invazív vizsgáló módszerek. A Tearscope Plus a szemfelszín összetett vizsgálatára alkalmas eszköz. A készüléket elterjedten használják a nem invazív könnyfilm felszakadási idő (NIBUT) mérésére, valamint a könnyfilm lipid réteg mintázatának, ezáltal vastagságának megítélésére. A műszer alkalmas továbbá a szemhéjszél mentén elhelyezkedő könnymeniszkusz megjelenítésére is, és a meniszkusz magasságának (LTMH) mérése révén következtethetünk a termelt könny mennyiségére. Azonban a Tearscope Plus segítségével végzett könnymeniszkusz magasság mérési technika megbízhatóságáról illetve pontosságáról kevés információ áll rendelkezésünkre.

További modern könnyfilm vizsgáló módszerek születtek úgy, hogy a szem más szempontú vizsgálatára kifejlesztett eszközök esetén fedezték fel a kutatók, hogy a könnyfilm finom eltérései befolyásolták a mért eredményeket. A szaruhártya topográfiai és a szem hullámfront térképén markáns változásokat okoz a könnyfilm felszakadása, így ezek a módszerek új lehetőséget jelentenek a könnyfilm indirekt, nem invazív vizsgálatára. Korábbi kutatások alapján a corneatopográfiai regularitási indexek és a topográfia alapján meghatározható corneális magasabb rendű aberrációk mérése nemcsak a könnyfilm felszakadásának, hanem a könnyfilm felépülésének vizsgálatára is alkalmasnak tűnik. Azonban a szemnyitást követő korai könnyfilm mozgások és a topográfiai paraméterek változása közötti direkt kapcsolatot ezidáig nem vizsgálták. A hullámfront-analízis esetén

szintén felmerül a lehetőség, hogy a könnyfilm felépülésének folyamata mérhető változást okoz a szem hullámfront térképén.

CÉLKITŰZÉSEK

1. Kutatásunk során arra a kérdésre kerestük a választ, hogy az ismétlődő szezonális gyulladás okoz-e tartós, a szezonon kívüli időszakban is fennálló objektív szemfelszíni eltérést és könnyfilm instabilitást, melyek szempanaszokat tarthatnak fent.

2. Vizsgálatunk célja volt a C3a komplement mérésének segítségével megvizsgálni, hogy a szezonális allergiás kötőhártya-gyulladásban szenvedő betegek szemfelszínén szezonon kívül is kimutatható-e gyulladással járó aktivitás, amely könnyfilm instabilitást tarthat fent.

3. Célul tűztük ki, hogy kidolgozzuk a Tearscope Plus és réslámpás fotódokumentáció felhasználásával végezhető könnymeniszkusz magasság mérési technikát és értékeljük annak megbízhatóságát. Vizsgálatunk célja volt továbbá, hogy az általunk használt és a nagy pontosságú optikai koherencia tomográfia (OCT) segítségével végzett meniszkusz magasság mérési módszert összehasonlítsuk.

4. Kutatásunk célja volt, hogy egyazon topográfias sorozatfelvételtől számított regularitási indexek és corneális magasabb rendű aberrációk változási mintázatai közötti összefüggést vizsgáljuk és értékeljük, melyik vizsgált paraméter a leginkább specifikus a korai könnyfilm változások kimutatására.

5. Kutatásunk célja volt a normál populációra jellemző lipid réteg áramlási idő meghatározása. Továbbá arra a kérdésre kerestük a választ, hogy a direkt módon mért lipid áramlási idő mutat-e kapcsolatot a topográfias regularitási indexek és corneális magasabb rendű aberrációk pislogás utáni változási mintázatával.

6. Vizsgálatunk során arra a kérdésre kerestük a választ, hogy a szemnyitást követő korai könnyfilm változások - a könnyfilm felszakadásához hasonlóan - kihatással vannak-e a hullámfront analizátorral mért szferocilindrikus törőerő és a magasabb rendű aberrációk értékére, valamint változási mintázataikra.

7. Kutatásunk során arra a kérdésre kerestük a választ, hogy a szferocilindrikus törőerő és a magasabb rendű aberrációk változási mintázata különbözik-e egészséges és kóros könnyfilm állapotú személyek esetén.

MÓDSZEREK

A vizsgálatok a Semmelweis Egyetem Kutatásetikai Bizottsága által engedélyezett kutatási tervek alapján, írásos és szóbeli felvilágosítást követően, önkéntes vállalkozó személyeken, írásos beleegyező nyilatkozat kitöltése után végeztük.

1. Tanulmányukban tizenhárom parlagfűvel szembeni túlérzékenységen alapuló szezonális allergiás kötőhártya gyulladásban szenvedő és 23 kontroll személyt vizsgáltunk két egymást követő évben, a parlagfű virágzási időszakán kívül (novembertől májusig). Tearscope Plus készülék segítségével meghatároztuk a nem invazív könnyfilm felszakadási időt (NIBUT), az alsó könnymeniszkusz magasságát (LTMH) valamint a könnyfilm lipid réteg interferencia mintázatát. Rákérdeztünk az esetlegesen jelen lévő szubjektív szem panaszokra, melyeket a résztvevők gyakoriságuk és a súlyosságuk szerint pontoztak. A nem invazív könnyfilm jellemzők eredményét és panaszok pontértékét összehasonlítottuk a két vizsgált csoportban.

2. Az első kutatásunkban résztvevő allergiás betegek és kontroll személyek esetén a külső szemzugból gyűjtött könnymintából meghatároztuk a C3a komplement aktiváció mértékét. Összehasonlítottuk a két vizsgált csoportban a komplement aktiváció mértékét, valamint vizsgáltuk a komplement aktiváció és a könnyfilm paraméterek közötti kapcsolatot.

3. Az első vizsgálatunkban résztvevő személyek alsó könnymeniszkuszáról fotórészlámpára szerelt Tearscope Plus segítségével, 5 különböző pislogást követően ismételt felvételeket készítettünk, melyeket 3 független vizsgáló értékelt két alkalommal. Az első alkalommal a vizsgálók a képek elemzés során meghatározták a fehér sávként megjelenő könnymeniszkusz magasságát. Pár hónap elteltével, az elemzési feltételeket pontosító megbeszélést követően a vizsgálók ismételten értékelték a felvételeket. Mindkét alkalommal meghatároztuk és összehasonlítottuk a pislogások közötti különbségből, illetve a vizsgálók közötti különbségből számolt változékonyság mértékét. A vizsgálat további részében 14 személy esetén mind Tearscope Plus mind optikai koherencia tomográf (OCT) segítségével meniszkusz magasság mérést végeztünk, és összehasonlítottuk a két módszerrel nyerhető eredményeket.

4. A fenti vizsgálatokon résztvevő huszonhárom, normál kontroll személyről a szemnyitást követő 10 másodpercben, másodpercenként 3 felvételt tartalmazó, négyszer ismételt corneatopográfias sorozatfelvételeket készítettünk. Meghatároztuk a szemfelszíni topográfias regularitási indexek (SRI (surface regularity index), SAI (surface asymmetry index)) és a corneális magasabb rendű aberrációk (HOA RMS, Coma RMS, szférikus RMS) szemnyitást követő változásának mintázatát. A mért adatokra negyedrendű polinomiális trendvonalakat illesztettünk polinomiális regresszió módszerével. Elkülönítettünk szemnyitást követően csökkenő és korai minimumot (1-es típusú), a szemnyitás után növekvő és korai maximumot elérő (2-es típusú) mintázatokat, valamint az egyéb változási mintázatot mutató (0-ás típusú) trendeket. A típusok elkülönítésének alapja a korábbi közleményekben kimutatott – az 1-es típusú trendhez hasonló – pislogást követő változási mintázat felkeresése volt. Meghatároztuk az egyes személyre jellemző tipikus mintázatot, és az egyes mintázatok gyakoriságát a vizsgált csoportban, valamint a jellemzően 1-es típusú mintázatot mutató személyek esetén megállapítottuk a szemnyitástól a minimumérték eléréséig eltelt időt (minimum idő). A topográfias paraméterekhez tartozó minimum időket egymással és korábbi vizsgálat során mért nem invazív könnyfilm paraméterek eredményeivel hasonlítottuk össze.

5. A fenti vizsgálatokon résztvevő huszonhárom, normál kontroll személy esetén a Tearscope Plus segítségével megjelenített könnyfilm lipid réteg interferencia mintázatának szemnyitást követő változásáról hozzávetőleg 10 másodperc hosszú, háromszor ismételt felvételeket készítettünk. Három független vizsgáló meghatározta az egyes felvételeken a lipid áramlási időt (szemnyitástól a látható lipid mozgás megállásáig eltelt idő). Megvizsgáltuk a corneális aberrációk és topográfias indexek változásának elemzésénél meghatározott minimum idők és a lipid áramlási idők közötti kapcsolatot.

6. 38 önkéntes fiatal résztvevő aberrometriás felvételét elemeztük a következő vizsgálatunkban. Wasca Asclepion Zeiss aberrométerrel másodpercenként hozzávetőleg 6 aberrometriás felvételt rögzítve, a szemnyitást követő 15 másodpercben vizsgáltuk az alacsonyabb rendű szferocilindrikus, valamint a 4 mm-es pupilla átmérőre számolt, a teljes szemre vonatkozó magasabb rendű aberrációinak (HOA RMS, Coma RMS, szférikus RMS) változását. A vizsgált időtartamot öt 3 másodperces időszakra osztottuk. Meghatároztuk minden paraméter esetén az egyes szakaszokra számolt átlagértékeket és az értéktartományok szélességét, majd összehasonlítottuk az egyes időszakokat. A fenti módszerrel értékelhetőek volt a fénytörési aberrációk szemnyitást követő általános változásai, azonban az egyes

személyek egyéni jellemzésére nem volt alkalmas. Az egyéni változások leírására a következő elemzési módot használtuk. A mért idősorokra polinomiális regresszió módszerével illesztett ötöd rendű polinomiális görbék segítségével (érték-trend) meghatároztuk a mért aberrációk változási mintázatát. A nyers értékek érték trendtől való eltérésének idősorára illesztett polinomiális görbékkel (szórás-trend) pedig az átlag érték körüli fluktuáció időbeli változását jellemeztük. Az érték- és szórás-trendeket lefutásuk alapján csoportokba soroltuk, csoportosítás célja a korábbi közleményekben, a corneatopográfiás felvételek elemzésénél kimutatott kezdeti szignifikáns minimumot mutató változási mintázat felkeresése volt. A kezdeti minimumot mutató trendeket reguláris 1-es típus trendeknek, a kezdeti maximumot mutató trendeket reguláris 2-es típusú trendeknek neveztük. Az egyéb lefutást mutató érték- illetve szórás-trendeket irreguláris trendeknek neveztük. A reguláris trendek között az 1-es illetve 2-es típusú trendek megoszlási arányát vizsgáltuk valamennyi mért paraméter esetén.

7. Az előző vizsgálat résztvevőin a könnyfilm státusz jellemzéséhez fluoreszcein festéssel könnyfilm felszakadási időt mértünk, illetve Schirmer I-próbát végeztünk. A vizsgált populációt a könnyfilm felszakadási idő és a Schirmer I-próba eredménye alapján ép és kóros könnyfilm státuszú alcsoportokba soroltuk. Meghatároztuk a két alcsoportban az 1-es és 2-es típusú érték- és szórás-trend mintázatok arányát, valamint az 1-es típusú mintázatok esetén a korai minimum idő eléréséhez szükséges átlag időt.

EREDMÉNYEK

1. A kutatásunkban vizsgált allergiás és kontroll csoport között NIBUT és LTMH eredmények alapján nem találtunk szignifikáns eltérést, és az egyes csoportokra jellemző átlagos NIBUT és LTMH értékek megfeleltek az irodalomban szereplő, hasonló módszerrel mért, száraz szem betegségben nem szenvedő kontrollok eredményeinek. Mindkét vizsgált csoportban legnagyobb gyakorisággal a normál vastagságú lipid rétegre jellemző, hullám mintázatú lipid interferencia kép fordult elő, és a különböző lipid mintázatok megoszlása szignifikánsan nem tért el a két csoportban. Az egyes könnyfilm jellemzők nem mutattak egymással szignifikáns kapcsolatot. A szempanaszok átlagos pontértékét magasabbnak találtuk az allergiás csoportban, a különbség azonban nem volt statisztikailag szignifikáns.

2. A vizsgáltunkban résztvevő 23 nem allergiás kontroll személy közül 4 esetében nem sikerült a komplement aktiváció mértékének meghatározásához megfelelő mennyiségű könnymintát gyűjteni. A szezonális allergiás kötőhártya gyulladásban szenvedő résztvevőknél a komplement aktiváció mértéke meghaladta a nem allergiás kontroll csoportban mért értéket, azonban a különbség nem bizonyult statisztikailag szignifikánsnak. A C3a komplement aktiváció szignifikáns, de gyenge inverz korrelációt mutatott a szemikvantitatív módon meghatározott könnyfilm lipid réteg vastagsággal.

3. A Tearscope Pluszal végzett meniszkusz magasság mérési vizsgálatunk során a három független elemző eredményei között mind a megbeszélés előtt, mind a megbeszélést követően szignifikáns különbséget találtunk. A vizsgálók eredményei továbbá erős szignifikáns korrelációt mutattak egymással. A mérési feltételeket pontosító megbeszélést követően a vizsgálók közötti különbségből származó variabilitás mértéke szignifikánsan lecsökkent a megbeszélés előtt tapasztalathoz képest, és egyúttal szignifikáns mértékben a pislogásokból adódó változékonyság mértéke alá süllyedt.

Az OCT és a Tearscope Plus módszerek összehasonlításakor az OCT készülékkel ugyanazon személyek esetén magasabb LTMH volt mérhető, továbbá a két módszer eredményei szignifikáns korrelációt mutattak egymással. A vizsgáló eljárások közötti torzítás mértéke valamint a két módszerrel mért értékek aránya nőtt a meniszkusz magasság növekedésével.

4. Corneatopográfias vizsgálatunkban a 23 részvevő közül egy esetben a sorozatfelvételek során jelentkező heves pislogás miatt, több próbálkozás után sem sikerült értékelhető felvételt készítenünk. Eredményeink alapján a vizsgálati csoportban mindkét topográfias regularitási index és a HOA és szférikus RMS esetén a legnagyobb gyakorisággal az 1-es típusú, kezdeti csökkenést és korai minimumot mutató mintázat fordult elő. A SRI index esetén a 1-es típusú mintázat gyakoriság kiemelkedően nagy, 82% volt. A Coma RMS aberráció esetén az 1-es és 2-es típusú mintázatok egyenlő arányban jelentkeztek. Az 1-es típusú mintázatok minimum ideje vizsgált regularitási indexek és aberrációk esetén átlagosan 3-4 másodperc között volt, azonban az egyes paraméterek nem mutattak szignifikáns korrelációt egymással. A minimumidők értékei nem mutattak szignifikáns összefüggést a vizsgált személyek NIBUT, LTMH értékeivel és könnyfilm lipid rétegének interferencia mintázatával sem.

5. A könnyfilm lipid rétegének pislogást követő változását vizsgáló tanulmányunkban az átlagos lipid áramlási időt $5,09 \pm 1,90$ másodpercnek találtuk. Az áramlási idő szignifikáns korrelációt mutatott az 1-es típusú változási mintázattal mutató SRI index minimum idejével, azonban nem mutatott összefüggést az SAI topográfias index és a corneális magasabb rendű aberrációk hasonló értékeivel. A NIBUT, az LTMH értékei és a könnyfilm lipid mintázat szintén nem mutattak érdemi kapcsolatot a mért lipid áramlási idővel.

6. A hullámfront-analizátorral végzett vizsgálatunk során a szferocilindrikus törőerő, valamint a magasabb rendű aberrációk időbeli változásainak elemzésekor a három másodperces időszakokban számolt átlagértékek – a szférikus törőerőnél tapasztalt klinikailag nem jelentős, de matematikailag szignifikáns eltéréseken kívül – nem mutattak eltérést a szemnyitást követő 15 másodpercben. Ezzel szemben az egyes mérések átlag érték körüli szórása, a mért értéktartomány szélessége jelentős változást mutatott a vizsgált időszakban. A HOA RMS és a Coma RMS esetén a mért érték tartomány az első 3 másodperces időszakhoz képest szignifikánsan lecsökkent a 3-9. másodpercig tartó időszakban. A cilindrikus törőerő esetén valamennyi későbbi időszakban kisebb volt az átlag érték körüli szórás, mint az első 3 másodperces mérési időszakban.

Az egyes egyénekre vonatkozó változási mintázatok esetén mind a reguláris érték-, mind a reguláris szórás-trendek között ötven vagy ennél nagyobb százalékban 1-es típusú, az előzetes elemzéseknél is tapasztalt korai minimumot mutató mintázat fordult elő. Azonban csak a

cilindrikus refrakció átlag trendjei és a HOA RMS szórás trendjei esetén volt az 1-es típusú mintázat gyakorisága szignifikánsan nagyobb volt 50%-nál.

7. A hullámfront-analizátorral vizsgált populációt a könny státuszuk alapján két alcsoportra osztva a HOA és Coma RMS esetén a normál könnystátuszú csoportban túlnyomó többségben az 1-es típusú szórás-trend, míg az abnormális könnystátuszú csoportban túlnyomórészt a 2-es típusú szórás-trend volt jellemző. A normál könnyfilm státuszú csoportban a szórás-trendek esetén a minimum eléréséhez szükséges idő átlagosan 3-5 másodperc volt.

KÖVETKEZTETÉSEK, ÚJ EREDMÉNYEK

1. Elsőként vizsgáltuk a szezonális allergiás kötőhártya gyulladásban szenvedő betegek könny státuszát pollen szezonon kívüli időszakba. Vizsgálataink során kontrollcsoporthoz viszonyítva sem fokozott szemfelszíni gyulladással járó aktivitást, sem kóros könnyfilmet vagy abnormális könnyfilm funkciókat nem találtunk. Eredményeink arra utalnak, hogy az irodalomból ismert allergiás szemfelszíni gyulladás és az általa indukált könnyfilm eltérés a szezonon kívüli időszakban nem tapasztalható.

2. Kutatásunkban elsőként vizsgáltuk Tearscope Plus készülék segítségével végzett meniszkusz magasság mérési eljárás megbízhatóságát, digitális képrögzítés és szubjektív képelemzési technika alkalmazása mellett. Eredményeink alapján az eljárás - a megfelelő méréstechnikai szabályok betartása mellett - alkalmas a könnymeniszkusz magasságának nem invazív mérésére. A vizsgáló módszer pontossága – az OCT mérési eljáráshoz viszonyítva – magasabb könnymeniszkuszok mérése esetén romlik.

3. Elsőként vizsgáltuk az egyazon topográfias felvétel alapján számolt topográfias regularitási indexek és corneális magasabb rendű aberrációk szemnyitást követő változásainak kapcsolatát. A corneális aberrációkra és topográfias indexekre irodalmi adatokból ismert jellemző, feltehetően a könnyfilm felépülési folyamatához kapcsolódó, szemnyitás utáni korai csökkenési mintázatot csupán az SRI indexek esetén tapasztaltuk jelentős gyakorisággal a vizsgált populációban. Eredményeink alapján az SRI topográfias index tűnik alkalmasnak a könnyfilm dinamika indirekt, topográfias vizsgálatára.

4. Elsőként mutattuk ki az SRI index változása és a direkt módszerrel mért lipid áramlási idő közötti kapcsolatot, amely megerősíti az SRI index alkalmasságát a könnyfilm dinamika jellemzésére.

5. Vizsgálatunk során elsőként mutattuk ki, hogy a teljes szem magasabb aberrációnak átlagérték körüli fluktuációja változik a szemnyitást követő időszakban, amely feltehetően a könnyfilm szemnyitást követő dinamikus változásának a hatása. A fluktuáció mértéke csökken a szemnyitást követő 3-5 másodpercben, ezért az egyszeri hullámfront méréseket ebben az időszakban célszerű elkészíteni.

SAJÁT PUBLIKÁCIÓK JEGYZÉKE

Az értekezés témájában megjelent saját közlemények

- Kosina-Hagyó K**, Veres A, Fodor E, Mezei Gy, Csákány B, Németh J. (2011) Tear film function in patients with seasonal allergic conjunctivitis outside the pollen season. Int Arch Allergy Immunol, DOI: 10.1159/000324657 **IF₂₀₀₉: 2,542**
- Kosina-Hagyó K**, Veres A, Fodor E, Csákány B, Németh J. (2011) Az alsó könnymeniszkusz-magasság mérésének pontossága. Szemészet, 148: 3-9.
- Kosina-Hagyó K**, Veres A, Fodor E, Lang Zs, Csákány B, Németh J. (2010) Kinetic analysis of topographical parameters and interference pattern of tear lipid layer in normal subjects. Ophthalmic Physiol Opt, 30: 790-799. **IF₂₀₀₉: 1,148**
- Hagyó K**, Csákány B, Lang Zs, Németh J. (2009) Variability of higher-order wavefront aberrations after blinks. J Refract. Surg, 25: 59-68. **IF₂₀₀₉: 2,320**

Egyéb közlemények

- Németh J, Fodor E, Lang Zs, **Kosina-Hagyó K**, Berta A, Komár T, Nemeč P, Higazy M, Petricek I, Prost M, Semak G, Grupcheva C, Evren O, Schollmayer P, Samaha A, Hlavackova K. (2011) Lid parallel conjunctival folds (LIPCOF) in the diagnosis of dry eye – a multicenter study. (elbírálás alatt)
- Tapasztó B, Veres A, **Kosina-Hagyó K**, Somfai GM, Németh J. (2011) OCT imaging of lid-parallel conjunctival folds in soft contact lens wearers. Optom Vis Sci, (elbírálás alatt)
- Veres A, Tapasztó B, **Kosina-Hagyó K**, Somfai GM, Németh J. (2011) Imaging lid-parallel conjunctival folds with OCT and comparing its grading with the slit lamp classification in dry eye patients and normal subjects. Invest Ophthalmol Vis Sci, (közlésre elfogadva) **IF₂₀₀₉:3,431**
- Fodor E, **Hagyó K**, Resch M, Somodi D, Németh J. (2010) Comparison of Tearscope-plus versus slit lamp measurements of inferior tear meniscus height in normal individuals. Eur J Ophthalmol, 20:819-824. **IF₂₀₀₉:0,887**
- Papp A, Pregon T, Szabó A, Schneider M, Seres A, Vargha P, **Hagyó K**, Németh J. (2007) Intravitreális triamcinolon-acetonid a diffúz diabeteses macula-oedema kezelésében Szemészet, 144: 21-26.
- Nagy ZZs, **Hagyó K**, Csákány B, Németh J. (2006) Az aberrometria gyakorlati hasznosíthatóságának kérdései. Szemészet, 143: 153-156.

- Hagyó K**, Erdélyi B, Csákány B, Németh J. (2005) A pislogások gyakoriságának vizsgálata egészséges fiatalokon három munkahelyzetben. Szemészet, 142: 103-107.
- Németh J, **Hagyó K**, Csákány B, Erdélyi B. (2004) A szem fénytörésének változása két pislogás között. Szemészet, 141: 297-303.