

# **Intenzív fizikai megterhelés következtében fellépő akut chorioretinális változások értékelése**

**Ph.D. tézis**

**Dr. Szalai Irén Etelka**

Semmelweis Egyetem

Rácz Károly Klinikai Orvostudományok Doktori Iskola



Témavezető: Dr. Somfai Gábor Márk, med.habil., főorvos  
Hivatalos bírálók: Dr. Hargitai János, Ph.D., főorvos  
Dr. Lesch Balázs, Ph.D., egyetemi adjunktus

Szigorlati bizottság:

Elnök: Dr. Fidy Judit, D.Sc., emeritus professor  
Tagok: Dr. Szentmáry Nóra, D.Sc., klinikai kutatóprofesszor  
Dr. Ferencz Mária Éva, Ph.D., osztályvezető főorvos

Budapest  
2023

## 1. Bevezetés

Modern társadalmainkra napjainkban egyre nagyobb terhet ró a krónikus, nem fertőző betegségek (NCD-k) növekvő száma, melyhez jelentősen hozzájárul az ülő, inaktív életmód. Az NCD-k évente több mint 40 millió ember halálához vezetnek, melyek jelentős számban szív- és érrendszeri betegségek miatt következnek be. Noha a testmozgás egészségre gyakorolt jótékony hatásai jól ismertek, csupán a világ lakosságának 40 százaléka felel meg a WHO (World Health Organization) jelenlegi ajánlásának, mely szerint egy egészséges felnőttnek hetente legalább 150-300 perc mérsékelt aerob testmozgást vagy 75-150 perc intenzív edzést javasolt végeznie az egészsége és jóléte érdekében.

Számos tanulmány bizonyítja, hogy a rendszeres testmozgás mérsékli az elhízást, a magas vérnyomást, a szérum lipoprotein szintet, a szisztémás gyulladást és javítja az endothel diszfunkciót. Már akár 3 hónap aerob testmozgás csökkenti az oxidatív stresszt és az artériás falmerevség progresszióját, ezáltal a szív- és érrendszeri kockázatot. Humán- és állatmodelleken egyaránt kimutatták a testmozgás védő hatását neurodegeneratív kórképekben (Parkinson-kór, Alzheimer-kór, amyotrophiás lateral sclerosis vagy skizofrénia esetében) is.

A szervezet különböző ingerekre adott élettani reakcióit jelentősen befolyásolja az egyén edzettségi szintje. A sporttevékenység során az anyagcsere- és keringési változások az egész szervezetre, így a retina állapotára és ezáltal a látásra is hatással vannak.

Intenzív anyagcsere-aktivitása miatt a retina oxigénfelvétele különösen magas, ami sebezhetővé teszi az oxidatív ártalmakkal szemben. Az öregedési folyamat során képződő reaktív oxidatív szabadgyökök számos látást veszélyeztető degeneratív betegség, például időskori macula degeneráció (AMD), glaucoma vagy diabéteszes retinopathia kialakulásához hozzájárulhatnak. A rendszeres fizikai aktivitás csökkentheti a korai AMD kialakulásának vagy progressziójának kockázatát, mérsékelheti a szürkehályog kialakulásának esélyét vagy glaucomában az idegsejtek apoptózisát. Bár egyre több bizonyíték áll rendelkezésre a rendszeres testmozgás szemre gyakorolt hatásairól, a fizikai aktivitás következtében a látórendszerben jelentkező azonnali válaszokról szóló ismeretek meglehetősen hiányosak; főként idősebb felnőttek esetében nem áll rendelkezésre információ a fizikai aktivitás azonnali chorioretinális következményeiről.

Az optikai koherencia tomográfia (OCT) egy széles körben alkalmazott non-invazív, non-kontakt képalkotó eljárás, mely lehetővé teszi a retina struktúrájának *in vivo* nagy felbontású vizsgálatát. A modern

képelemző módszerek a retina rétegek reflektivitása és optikai denzitása alapján képesek az OCT felvételeket szegmentálni, mely segítségével szolgál az intraretinális rétegek vastagságának meghatározásában, valamint számos patológiás folyamat morfológiai vizsgálatában és nyomon követésében. A napjainkban már széles körben elterjedt „enhanced depth imaging” (EDI) funkció alkalmazásával pedig az érhártya vastagság mérése is pontosabban kivitelezhetővé vált, mivel a mélységérzékenység fokozásával a hagyományos OCT-hez képest tisztábban tudja megjeleníteni az chorioidea keresztmetszeti szerkezetét. A choriretina morfológiai változásai utalhatnak az egyén edzettségi állapotára, teljesítőképességére, mely különösen a sportorvoslás területén nyújtana jelentős segítséget.

Ismert, hogy a rendszeres fizikai aktivitás védő hatást fejt ki a korábban is említett látást veszélyeztető állapotokkal szemben, segíti az egészséges öregedés folyamatát. A fizikailag aktív életmód kialakításával az egyén saját maga tehet az elkerülhető látásvesztések okozta cselekvőképtelenség előfordulásának csökkentéséért.

Elméletünk alapján, hasonlóan a kardiológia és a sportorvoslás területén ismeretes „edzett szív” kifejezéshez, megfontolandó a szemészetben az „edzett szem” fogalmának bevezetése. Konceptiónk új perspektívát nyújthat az edzettségi szint értékeléséhez, és hangsúlyozza az aktív életmód fenntartásának kulcsfontosságú szerepét az egészséges látás elősegítésében és az általános életminőség javításában.

## 2. Célkitűzés

Tanulmányainkban spectral-domain optikai koherencia tomográfia (SD-OCT) segítségével vizsgáltuk meg, hogy az intenzív testmozgás hogyan hat a retina és az érhártya szerkezetére különböző életkorú és sportteljesítményű egyéneken. Ennek érdekében az alábbi két tanulmány keretében a következőket vizsgáltuk:

1. Intenzív fizikai megterhelés következtében fellépő akut chorioretinális változások értékelése *fiatal felnőtteknél*.
2. Intenzív fizikai megterhelés következtében fellépő akut chorioretinális változások értékelése *szenior atlétáknál*.

Vizsgálatainkban a következő kérdésekre kerestük a választ:

- (i). Van-e különbség a profi fiatal sportolók és az „átlagos” edzettségű fiatal amatőr sportolók retina szerkezete között?
- (ii). A retina vagy az érhártya mely rétegei változnak meg akut fizikai igénybevétel hatására
  - i. fiatal felnőtteknél, illetve
  - ii. szenior atlétáknál?
- (iii). Korrelál-e a retina és az érhártya vastagságának változása a fizikai terheléssel vagy élettani paraméterekkel
  - i. fiatal felnőtteknél, illetve
  - ii. szenior atlétáknál?

### 3. Módszerek

Vizsgálatainkat a Semmelweis Egyetem Szemészeti Klinikáján végeztük a Testnevelési és Sporttudományi Egyetem Sport- és Egészségtudományi Intézetével együttműködve, a regionális Etikai Bizottság jóváhagyásával (272/2013).

#### 3.1. Intenzív fizikai megterhelés következtében fellépő akut chorioretinális változások értékelése fiatal felnőtteknél

##### 3.1.1. Vizsgálati alanyok és szemészeti vizsgálatok

Tanulmányunkban 25 egészséges, 18 és 35 év közötti edzett (hetente legalább kétszer intenzív testmozgást végző) felnőttet vizsgáltunk, köztük 15 profi versenyzőt a Magyar Evezős Szövetség tagjai közül és 10 amatőr sportolót. Alanyaink részletes szemészeti vizsgálaton vettek részt, mely autorefraktometriát, a legjobb korrigált távoli látóélesség (BCDVA) meghatározását, valamint a szem elülső és hátsó szegmensének biomikroszkópos vizsgálatát foglalta magában. A maculáról volumetrikus OCT felvételeket készítettünk (61 scan, 30° x 25 °, ART: 20, EDI, minimális jelerősség: 30) Spectralis SD-OCT (Heidelberg Engineering, Heidelberg, Germany) segítségével. A vizsgálatok a délelőtti órákban zajlottak. Kizárási kritériumként szerepelt bármely szemészeti vagy kezeletlen szisztémás betegség, 6 hónapon belüli szemészeti sérülés vagy intraocularis műtét, a macula vagy papilla bármilyen patológiás eltérése a biomikroszkópos vizsgálat során, 20/25-nél rosszabb BCDVA,  $\pm$  3D-nél nagyobb refraktív hiba, valamint alkohol vagy koffein tartalmú ital fogyasztása a vizsgálat előtti 24 órában.

##### 3.1.2. Fizikai terhelés

A nyugalmi méréseket követően evezőpad ergométeren a teljesítményt fokozatosan növelve „vita maxima” terhelésen mentek keresztül a résztvevők. Ehhez 500 méterenként 10 másodperccel csökkentettük a szintidőt teljes kifáradásig, illetve az életkornak megfelelő maximális fiziológiás pulzus eléréséig: (220 – életévek) /perc. A maximálisan elért teljesítményt értékeltük, a számításokhoz a teljesítmény-testtömeg arányt (power-to-weight ratio, PWR, W/kg) használtuk és monitoroztuk a pulzus és vérnyomás értékeket.

### *3.1.3. OCT vizsgálatok és vastagsági adatok elemzése*

A terhelést követő 1, 5, 15, 30 és 60 percben kontroll OCT felvételeket készítettünk, a nyugalmi felvételeket referenciának tekintve, ezáltal végig identikus helyeken készítve a leképezéseket.

A nyers OCT adatokat azok exportálása után a munkacsoportunk által fejlesztett OCTRIMA 3D félautomata szegmentáló szoftverrel elemeztük. A MATLAB platformon (The MathWorks Inc., Natick, MA, USA) működő program a rétegek reflektivitása alapján a macula volumetrikus leképezéséből meg tudja adni a teljes macula és 7 retina réteg, valamint a chorioidea vastagsági adatait és lehetővé teszi a réteghatárok manuális korrekcióját is szükség esetén. A szegmentált rétegek a következők voltak (követve a 2014-ben elfogadott International Nomenclature for Optical Coherence Tomography Panel terminológiáját): idegrostréteg (RNFL), ganglionsejt és belső plexiform réteg komplexe (GCL+IPL), belső nukleáris réteg (INL), külső plexiform réteg (OPL), a Henle rostokat, a külső nuclearis réteget, a membrana limitans externát és a fotoreceptorok myoid zónáját tartalmazó komplex réteg (ONL+IS), az ellipsoid zónát és a fotoreceptorok külső szegmensét tartalmazó komplex réteg (ELZ+OS), az interdigitációs zónát, a retinális pigment epitheliumot és Bruch membránt tartalmazó komplex réteg (IDZ+RPE), valamint a chorioidea (CRC), amely a choriocapillarist, Sattler réteget és Haller réteget foglalja magában egészen a chorioidea-sclera határig. Anatómiai és élettani megfontolásból kompozit rétegeket is elemeztünk: ganglionsejt komplex (GCC, RNFL+GCL+IPL), a fotoreceptor réteg sejtjes elemeit tartalmazó komplex (PRL, ONL+IS+ELZ+OS) valamint a külső retina elemeinek komplexe (OR, OPL+ONL+IS+ELZ+OS+IDZ+RPE). A vastagsági adatokat kilenc ETDRS régióban rögzítettük (azaz a centrumban, a felső, nazális, inferior, temporális régiókban a belső és a külső gyűrűk területén), majd 4 régióban, a centrális 1mm, a belső gyűrű (3mm), külső gyűrű (6mm) és a teljes macula területén értékeltük.

### *3.1.4. Statisztikai elemzés*

Shapiro-Wilks teszttel megvizsgáltuk az adatok normális eloszlását. Mivel adataink normális eloszlásúak voltak, parametrikus tesztekkel használtunk. Egytényezős ANOVA teszttel elemeztük a rétegvastagság változásokat minden időpontban, a kiindulási állapothoz viszonyított különbségek kimutatására Dunnett post hoc tesztet végeztünk. Meghatároztuk a Pearson korrelációs együtthatót az együtt változó rétegek kimutatására, valamint a teljesítmény és vastagsági adatok korrelációjának

elemzéséhez. A profi és amatőr sportolók vastagsági adatainak összehasonlítását Student-féle t-próbával végeztük. A szignifikancia értékét az összehasonlítások nagy száma miatt 0,001-ben állapítottuk meg, azonban az esetleges trendek bemutatásához ismertetjük a „szignifikancia határán” lévő, vagyis 0,001 és 0,05 közötti  $p$  értékeket is.

### **3.2. Intenzív fizikai megterhelés következtében fellépő akut chorioretinális változások értékelése szenior atlétáknál**

#### *3.2.1. Vizsgálati alanyok és szemészeti vizsgálatok*

Tanulmányunkba 17 egészséges, 50 év feletti edzett (legalább 10 éve, hetente legalább kétszer intenzív testmozgást végző) felnőttet vontunk be, akik a Magyar Szenior Atlétikai Válogatott sportolói voltak. Kizárási kritériumok és a szemészeti vizsgálatok megegyeztek a 3.1.1. pontban leírtakkal.

#### *3.2.2. Fizikai terhelés*

A nyugalmi méréseket követően kerékpár ergométeren az ellenállás fokozatos növelésével (0 W-ról indulva 2 percenként 25 W-tal, állandó 60/perc pedálfordulat mellett) „vita maxima” terhelésnek tettük ki az életkornak megfelelő maximális fiziológias pulzus eléréséig: (180 – életévek)/perc. A maximálisan elért teljesítményt teljesítmény-tesztömeg aránnyal (PWR, W/kg) fejeztük ki. A terhelés előtt, alatt és a regenerációs időszakban monitoroztuk a pulzus és vérnyomás értékeket.

#### *3.2.3. OCT vizsgálatok és vastagsági adatok elemzése*

Az alkalmazott módszertan megegyezik a 3.1.3. pontban leírtakkal

#### *3.2.4. Statisztikai elemzés*

A statisztikai módszertan megegyezik a 3.1.4. pontban leírtakkal, eltekintve az alcsoportok közti összehasonlítástól.

## 4. Eredmények

### 4.1. Intenzív fizikai megterhelés következtében fellépő akut chorioretinális változások értékelése fiatal felnőtteknél

#### 4.1.1. Demográfiai és nyugalmi rétegvastagság adatok és összefüggéseik

Négy amatőr sportoló OCT felvételei nem voltak alkalmasak a szegmentálásra, így 21 fiatal felnőtt (15 férfi, 6 nő) 1-1 szemét vontuk be vizsgálatunkba, átlagéletkoruk  $22,5 \pm 4,1$  év volt, a profi sportolók fiatalabbak voltak ( $20,9 \pm 2,5$  és  $26,5 \pm 4,8$  év,  $p = 0,002$ , „szignifikancia határán”). A testmagasságuk átlaga  $1,8 \pm 0,1$  m volt, az amatőrök alacsonyabbak voltak ( $1,7 \pm 0,0$  vs.  $1,8 \pm 0,1$  m,  $p = 0,001$ ). A profi sportolók nagyobb teljesítményt értek el, mint az amatőrök ( $5,5 \pm 0,6$  vs.  $3,4 \pm 0,8$  W/kg,  $p = 0,000$ ), a teljesítmények átlaga  $5,0 \pm 1,2$  W/kg volt.

A profi sportolók kiinduló chorioidea vastagsága szignifikánsan nagyobb volt minden régióban ( $272,3 \pm 43,4$   $\mu\text{m}$ ,  $p = 0,001$ ;  $293,6 \pm 45,0$   $p = 0,000$ ;  $284,8 \pm 43,8$ ,  $p = 0,001$  és  $267,8 \pm 43,6$ ,  $p = 0,001$ , rendre a teljes macula, centrum, belső és külső gyűrű területén) az amatőrökhöz viszonyítva. A retina rétegek közül az RNFL és PRL rétegek a centrumban vastagabbak voltak a profi sportolók esetében ( $13,1 \pm 0,9$ ,  $p = 0,001$  és  $137,3 \pm 6,9$ ,  $p = 0,000$ ).

A nyugalmi réteg vastagsági adatokat nem befolyásolta a BCDVA, sem a résztvevők neme. Pozitív összefüggés volt megfigyelhető a testtömeg és a nyugalmi INL vastagság közt a külső gyűrű és a teljes macula területén ( $r = 0,658$ ,  $p = 0,001$  és  $r = 0,665$ ,  $p = 0,001$ ). Pozitív korrelációt találtunk a magasság és a kiindulási ONL+IS vastagsága között a centrumban ( $r = 0,654$ ,  $p = 0,001$ ). Negatív korrelációt mutattunk ki a DBP és a kiindulási ELZ+OS vastagság között mind a belső gyűrűben, mind a teljes makulában ( $r = -0,664$ ,  $p = 0,001$  és  $r = 0,652$ ,  $p = 0,001$ ).

#### 4.1.2. Fizikai terhelés hatása a rétegvastagságokra

A teljes retina elvékonyodását figyeltük meg 1 perccel a terhelés után ( $-7,3 \pm 0,6$   $\mu\text{m}$ ,  $p < 0,001$ ), amit refrakter megvastagodás követett az 5. és 15. percnél ( $+3,6 \pm 0,6$   $\mu\text{m}$  és  $+4,0 \pm 0,6$   $\mu\text{m}$ , mindkét esetben  $p < 0,001$ ), majd a regeneráció 30. percére visszatért a nyugalmi értékre. A változások a teljes macula területén, valamint a belső és külső gyűrűben is szignifikánsak voltak, kivéve a centrumot.

Ez a trend a retina legtöbb rétegében jelen volt, szignifikáns változást mutatott a GCL+IPL komplex 1, 5 és 15 perc elteltével ( $-1,3 \pm 0,1$   $\mu\text{m}$ ,



+0,6 ± 0,1 μm és +0,7 ± 0,1 μm, mindnél  $p < 0,001$ ), az INL 1 és 5 percnél (-0,8 ± 0,1 μm, illetve +0,8 ± 0,1 μm,  $p < 0,001$  mindkettőnél), az ONL+IS 1, 5, 15 és 60 percnél (-1,4 ± 0,4 μm,  $p = 0,003$ ; +2,3 ± 0,4 μm,  $p < 0,001$ ; +1,1 ± 0,1 μm,  $p = 0,031$ ; és -1,1 ± 0,4 μm,  $p = 0,044$ ) és IDZ+RPE komplex 1 és 15 percnél (-3,3 ± 0,4 μm és +1,8 ± 0,4 μm,  $p < 0,001$  mindkét esetben). A kompozit rétegek közül a GCC vastagság szignifikáns csökkenést mutatott a teljes macula és a külső gyűrűk területén 1 percnél, míg a belső gyűrűben 1 percnél, valamint a teljes macula, külső és belső gyűrűk területén 15 percnél határérték szignifikancia volt látható. A PRL és az OR esetében szignifikáns változásokat láttunk a teljes retina vastagságban és mindhárom macula régióban 1, 5 és 15 percnél. Az érhártya vastagságában szignifikáns változást nem figyeltünk meg, változásai nem mutattak összefüggést az intraretinális rétegek vastagságváltozásaival.

A többszörös lineáris regresszió elemzése nem mutatott ki szignifikáns együtthatással bíró változókat. A nem, magasság, súly, BMI, SBP és edzettségi szint kontroll alatt tartásával az amatőr és profi sportolók összehasonlítása nem mutatott statisztikailag szignifikáns különbséget. Ugyanakkor a PWR és az rétegvastagság-változások között szignifikáns összefüggés csupán az INL-ben volt megfigyelhető az 5. percben a centrumban ( $r = 0,668$ ,  $p = 0,0001$ ). Szignifikáns különbség volt látható a PWR-ben a sportolók és az amatőrök között (5,5 ± 0,6 vs. 3,4 ± 0,8 Watt/kg,  $p < 0,001$ ).

## **4.2. Intenzív fizikai megterhelés következtében fellépő akut chorioretinális változások értékelése szenior atlétáknál**

### *4.1.1. Demográfiai adatok és összefüggéseik a nyugalmi rétegvastagság adatokkal*

Tizenhét szenior sportoló (11 férfi és 6 nő) 1-1 szemét vontuk be a vizsgálatba. A résztvevők hetente 6,1 ± 2,8 óra intenzív testmozgást végeztek az elmúlt 48,2 ± 18,3 évben.

A demográfiai jellemzők (magasság, a súly, a BMI és a nem) és a kiindulási rétegvastagság között nem találtunk szignifikáns korrelációt.

### *4.2.2. Fizikai terhelés hatása a rétegvastagságokra*

A teljes retina szignifikáns elvékonyodását figyeltük meg 1 perccel az edzés után a teljes macula, valamint a belső és külső gyűrű területén (-1,6

$\pm 1,1 \mu\text{m}$ ,  $p < 0,001$ ;  $-1,7 \pm 1,2 \mu\text{m}$ ,  $p = 0,001$ ;  $-1,5 \pm 1,2 \mu\text{m}$ ,  $p < 0,001$ ). Ezt egy gyors megvastagodás váltotta fel 5 percnél (rendre  $1,5 \pm 1,0 \mu\text{m}$ ,  $p < 0,05$ ;  $+1,1 \pm 1,1 \mu\text{m}$ ,  $p < 0,05$ ;  $+1,0 \pm 1,1 \mu\text{m}$ ,  $p < 0,05$ , szignifikancia határán). A regeneráció 30. percnél pedig visszatért a kiindulási érték közelébe.

Ez a tendencia minden retinarétegben megjelent, de csak a GCL+IPL komplex külső gyűrűjében mutattak 1 percnél szignifikáns és 5 percnél a szignifikancia határán lévő változást ( $-0,4 \pm 0,4 \mu\text{m}$ ,  $p < 0,001$  és  $+0,2 \pm 0,1 \mu\text{m}$ ,  $p < 0,05$ ). A kompozit rétegek változásai is a szignifikancia határán voltak.

Szignifikáns változás az érhártya vastagságában sem volt kimutatható. Az edzés utáni 1. és 5. percnél azonban vékonyodó tendenciát láttunk, amit a 15. percre megvastagodás, majd ismét vékonyodás követett, mely még 60 percnél is észlelhető volt. Az érhártya vastagságának abszolút változásai nem mutattak összefüggést az intraretinális rétegek vastagságváltozásaival.

A PWR és az 1. és 5. percben mért rétegvastagság változások közt nem találtunk szignifikáns összefüggést.

## 5. Következtetések

Vizsgálataink során kimutattuk a retina és chorioidea nagy intenzitású fizikai erőfelfejtés hatására kialakuló azonnali változásait SD OCT-vel a teljes macula területében és az ETDRS szerinti régiókban fiatal, valamint idősebb sportolóknál.

Megállapítottuk, hogy a 18-35 éves korcsoportban a profi sportolók retinája és chorioideája vastagabb az amatőr sportolókénál, ez a különbség azonban a statisztikai szignifikancia szintjét csupán a chorioidea esetében érte el minden ETDRS régióban, valamint az RNFL és a PRL esetén a centrális 1 mm területén.

Kimutattuk, hogy a fiatal egyének retinájában *vita maxima* terhelés hatására végbemenő akut változások egy jól látható mintázatot követnek: a regeneráció 1. percében a retinavastagság hirtelen csökkenését a terhelést követő 5. percre egy gyors refrakter vastagodás váltja fel, ami viszonylag rövid időn belül, 30 perc alatt teljesen visszater a kiindulási értékre. Eredményeink arra utalnak, hogy ezek a változások legmarkánsabban a retina granuláris rétegeiben mutatkoznak meg. Feltételezzük, hogy a belső retina akut stressz okozta vascularis elváltozásai és a külső retina IOP változása miatt bekövetkezett mechanikai reakciói állhatnak az eredmények hátterében.

Az 50 év feletti sportolók az életkoruknak megfelelő *vita maxima* terhelést követően hasonló, de kevésbé markáns akut retinális reakciót mutattak, mint a fiatal felnőttek. Az 1 perc után megfigyelhető vékonyodást szinte azonnali vastagodás követte 5 percen belül, majd fokozatosan közelítette meg a kiindulási értéket, ez a restitúció azonban hosszabb időt vett igénybe, mint a fiatalok esetében.

Vizsgálataink alapján megállapítható, hogy a chorioideában ezzel a módszerrel nem lehetett szignifikáns változást kimutatni, ahogy a retina és a chorioidea vastagságának intenzív testmozgás hatására bekövetkező változása között sem mutatkozott összefüggés egyik korosztályban sem. Mindezekből arra következtethetünk, hogy az érhártya nem játszik jelentős szerepet az edzés hatására kialakuló azonnali fiziológiai reakciókban, legalábbis a vastagsági változások tekintetében.

Kimutattuk továbbá, hogy a megfigyelt retinális válaszreakciókat nem befolyásolta az egyén edzettségi szintje (profi vagy amatőr), valamint nem mutattak egyértelmű összefüggést a teljesítménnyel, sem a fiatal, sem az idősebb sportolók esetében.

Eredményeink együttesen hozzájárulhatnak annak megértéséhez, hogy a testmozgás hogyan befolyásolja a retina kóréletlanát számos ideghártya

betegség esetén, ami egyre nagyobb jelentőséggel bír, tekintettel társadalmunk öregedő demográfiai jellemzőire. A rendszeres testmozgás akut hatásai is hozzájárulhatnak a szem egészségének hosszú távú megőrzéséhez, ezzel elősegítve a betegségekkel szemben ellenálló, „edzett szem” kialakulását a kardiológiában ismert „edzett szív analógiájára”. Reményeink szerint eredményeink segíthetik az aktív életmódot népszerűsítő irányelvek kidolgozását a szem egészségének megőrzése érdekében. Ezen túlmenően elősegíthetik a személyre szabott prevenciók stratégiák megvalósítását, ami a szem egészségének megőrzését célzó egyénre szabott figyelem biztosításával csökkentheti a nem fertőző szembetegségek egyéni és társadalmi terheit.

## 6. Saját publikációk jegyzéke

### A tézishoz kapcsolódó közlemények:

1. **Szalai I**, Palya F, Csorba A, Toth M, Somfai GM. The Effect of Physical Exercise on the Retina and Choroid. *Klin Monbl Augenheilkd.* 2020;237(4):446-9. **IF: 0,700**
2. **Szalai I**, Csorba A, Palya F, Jing T, Horvath E, Bosnyak E, Gyore I, Nagy ZZ, DeBuc DC, Toth M, Somfai GM. The assessment of acute chorioretinal changes due to intensive physical exercise in young adults. *PLoS One.* 2022;17(5):e0268770. **IF: 3,7**
3. **Szalai I**, Csorba A, Jing T, Horvath E, Bosnyak E, Gyore I, Zsolt Nagy Z, DeBuc DC, Toth M, Somfai GM. The Assessment of Acute Chorioretinal Changes Due to Intensive Physical Exercise in Senior Elite Athletes. *J Aging Phys Act.* 2023;31(3):497-505. **IF: 1,5**

### A tézishoz nem kapcsolódó közlemények:

1. Németh J, Nyitrai B, Karacs K, Szabó D, Ecsedy M. **Szalai I**, Tóth G, Sándor GL, Magyar M, Benyó F, Papp A. OCT-leletek telemedicinális értékelésének pontossága cukorbetegekben. *Szemészet.* 2022;159(2):64-68.
2. Csorba A, Kranitz K, Dorman P, Popper-Sachetti A, Kiss H, **Szalai I**, Nagy ZZ. Factors influencing haze formation and corneal flattening, and the impact of haze on visual acuity after conventional collagen cross-linking: a 12-month retrospective study. *BMC Ophthalmol.* 2021;21(1):306. **IF: 2,086**
3. Antus Z, Lukats O, **Szalai I**, Nagy ZZ, Szentmary N. Veeszületett szemhéjcsüngés műtéti megoldása a szemhéjemelő izom kötőhártya felőli redőzésével. *Orv Hetil.* 2021;162(18):705-11. **IF: 0,707**
4. Enzsoly A, Hajdu RI, Turoczi Z, **Szalai I**, Tatrai E, Palya F, Nagy ZZ, Matyas C, Olah A, Radovits T, Szabo K, Dekany B, Szabo A, Kusnyerik A, Soltesz P, Veres DS, Somogyi A, Somfai GM, Lukats A. The Predictive Role of Thyroid Hormone Levels for Early Diabetic Retinal Changes in Experimental Rat and Human Diabetes. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2021;62(6):20. **IF: 4,925**

5. Kovacs B, Lang B, Takacsi-Nagy A, Horvath G, Czako C, Csorba A, Kiss H, **Szalai I**, Nagy ZZ, Kovacs I. [Meibomian gland dysfunction and dry eye: Diagnosis and treatment]. *Orv Hetil.* 2021;162(2):43-51. **IF: 0,707**
6. Sandor GL, Toth G, Szabo D, **Szalai I**, Lukacs R, Pek A, Toth GZ, Papp A, Nagy ZZ, Limburg H, Nemeth J. Cataract blindness in Hungary. *Int J Ophthalmol.* 2020;13(3):438-44. **IF: 1,779**
7. **Szalai I**, Maneschg OA, Nagy ZZ. Monocanalicularis szilikonsztent implantációja könnycsatorna-elzáródással született gyermekekben. *Orv Hetil.* 2020;161(48):2037-42. **IF: 0,540**
8. **Szalai I.** Könnyelvezetési zavarok és kezelésük. *Szemészet.* 2019;156(4), 242–256. (továbbképző közlemény)
9. **Szalai I.** A könnyutak sebészete. *Mária Utcai Füzetek.* 2019;5(3):13-20.
10. **Szalai I.** Könnyűtműtétek és műszerei. In: Nagy ZZ, editor. *Szemészeti diagnosztikai és műtéttani ismeretek: Szakasszisztensek, műtősnők, műtősségédek számára.* Budapest: Semmelweis Egyetem Egészségtudományi Kar; 2019. p. 270-280.
11. Nemeth J, Szabo D, Toth G, Sandor G, Lukacs R, Pek A, **Szalai I**, Papp A, Resnikoff S, Limburg H. Feasibility of the rapid assessment of avoidable blindness with diabetic retinopathy module (RAAB+DR) in industrialised countries: challenges and lessons learned in Hungary. *Ophthalmic Epidemiol.* 2018;25(4):273-9. **IF: 2,868**
12. Szabo D, Sandor GL, Toth G, Pek A, Lukacs R, **Szalai I**, Toth GZ, Papp A, Nagy ZZ, Limburg H, Nemeth J. Visual impairment and blindness in Hungary. *Acta Ophthalmol.* 2018;96(2):168-73. **IF: 3,153**
13. Tóth G, Szabó D, Sándor GL, Pék A, **Szalai I**, Papp A, Nagy ZZ, Limburg H, Németh, J. A cukorbetegség és a diabéteszes retinopathia

házánkban a RAAB+ DRM-vizsgálat eredményei szerint. Szemészet. 2018;155(2), 82–89.

14. Szabó D, Tóth G, Sándor GL, Pék A, Lukács R, **Szalai I**, Tóth GZ, Papp A, Nagy ZZ, Limburg H, Németh J. A vakság okai Magyarországon. A RAAB-metodika első hazai megvalósítása. Szemészet. 2017;154(3), 119–125.
15. **Szalai I**. A könnytermelő és -elvezető rendszer betegségei. In: Nagy ZZ, editor. Gyermekszemészet. Budapest: Medicina Könyvkiadó Zrt; 2017. p. 111-114.
16. Toth G, Szabo D, Sandor GL, **Szalai I**, Lukacs R, Pek A, Toth GZ, Papp A, Nagy ZZ, Limburg H, Nemeth J. Diabetes and diabetic retinopathy in people aged 50 years and older in Hungary. Br J Ophthalmol. 2017;101(7):965-9. **IF 3,384**
17. Toth G, Szabo D, Sandor GL, Pek A, **Szalai I**, Lukacs R, Toth GZ, Papp A, Nagy ZZ, Limburg H, Nemeth J. Cukorbetegség és retinopathia diabetica regionális egyenlőtlenségei Magyarországon az 50 éves és idősebb korú lakosság körében Orv Hetil. 2017;158(10):362-7. **IF: 0,322**
18. Maneschg OA, Volek E, Nemeth J, Somfai GM, Gehl Z, **Szalai I**, Resch MD. Spectral domain optical coherence tomography in patients after successful management of postoperative endophthalmitis following cataract surgery by pars plana vitrectomy. BMC Ophthalmol. 2014;14:76. **IF: 1,020**
19. Papp A, Lendvai Z, **Szalai I**, Resch M. Hagyományos bedomborító műtétek eredményei rhegmatogén ideghártya-leválások esetén. Szemészet. 2012;149(3), 152–154.
20. Szabo A, Hartmann P, Varga R, Janvari K, Lendvai Z, **Szalai I**, Gomez I, Varga G, Greksa F, Nemeth I, Razga Z, Keresztes M, Garab D, Boros M. Periosteal microcirculatory action of chronic estrogen supplementation in osteoporotic rats challenged with tourniquet ischemia. Life Sci. 2011;88(3-4):156-62. **IF: 2,527**

**Σ IF: 29,918**