

# A hydrops corneae és modern sebészi kezelése egy eset kapcsán

ELEKES ÁGNES DR., RUPNIK ZSÓFIA DR., VAMOSI PÉTER DR.

Péterfy Kórház-Rendelőintézet, Szemészeti Osztály, Budapest  
(Osztályvezető főorvos: Dr. Vámosi Péter, címzetes egyetemi docens)

**Célkitűzés:** A keratoconus ismert, ritka szövődménye, a hydrops corneae és lehetséges sebészeti terápiáinak bemutatása egy eset kapcsán.

**Esetismertetés:** Fiatal férfibeteg jobb oldali hirtelen látásromlásának hátterében hydrops corneae igazolódott. Bal szemén keratoconusra vagy más ektatikus betegségekre utaló jel nem volt. Az érintett jobb szemén kompressziós varratbehelyezéssel kombinált intracamerális 20%-os SF6 gázfeltöltést végeztünk. A cornea ödémája 1479  $\mu\text{m}$ -ról 991  $\mu\text{m}$ -re csökkent a posztoperatív 7. napra, majd 670  $\mu\text{m}$ -re a posztoperatív 1. hónapra, és 505  $\mu\text{m}$ -re a posztoperatív 6. hónapra, a kétéves kontrollon pedig 530  $\mu\text{m}$  volt. A látóélesség a preoperatív kézmozgáslátásról a 6. hónapra 0,2-re, a 2 éves kontrollra 0,3-ra javult. A cornea tisztává vált, csupán paracentrálisan maradt minimális vonalas heg.

**Következtetés:** Az akut cornealis hydrops kezelésére különböző sebészi beavatkozásokat dolgoztak ki az idők folyamán. Az általunk alkalmazott gázfeltöltés és kompressziós varratbehelyezés az irodalmi adatokkal összhangban hatékony, relatíve gyors javulást eredményező kezelési módszernek bizonyult, ami már a műtét másnapjára csökkentette az intrastromális ödémát, a cornea struktúrájának helyreállása hamar elkezdődött, és ezáltal sikerült megelőzni a cornea kiterjedt hegesedését és neovaszularizációját.

## Corneal hydrops and its modern surgical management. Case report

**Purpose:** To present corneal hydrops and the variety of its surgical approaches with a case report.

**Case report:** A young male patient came to our outpatient care with sudden vision loss of the right eye. Corneal hydrops was confirmed. There were no signs of keratoconus or other ectatic disease in the left eye. An intracameral 20% SF6 gas filling, combined with compression sutures, was performed on the affected eye. Corneal edema decreased from 1479  $\mu\text{m}$  to 991  $\mu\text{m}$  at postoperative day 7, 670  $\mu\text{m}$  at postoperative month 1, 505  $\mu\text{m}$  at postoperative month 6, and 530  $\mu\text{m}$  at the 2-years follow-up. Visual acuity improved from preoperative hand movement to 0.2 at the 6<sup>th</sup> month and 0.3 at the 2-year follow-up. The cornea became clear, and only a minimal linear scar remained visible.

**Conclusion:** Various surgical interventions have been developed over time to treat corneal hydrops. In accordance with the literature, intracameral gas filling and compression sutures proved to be an effective treatment method with quick improvement, which reduced the intrastromal edema on the first postoperative day. Thus, we managed to prevent extensive scarring and neovascularization of the cornea.

### KULCSSZAVAK

cornea, hydrops corneae, keratoconus, intracamerális gázfeltöltés, kompressziós varratok

### KEYWORDS

cornea, corneal hydrops, keratoconus, intracameral gas injection, compressive sutures

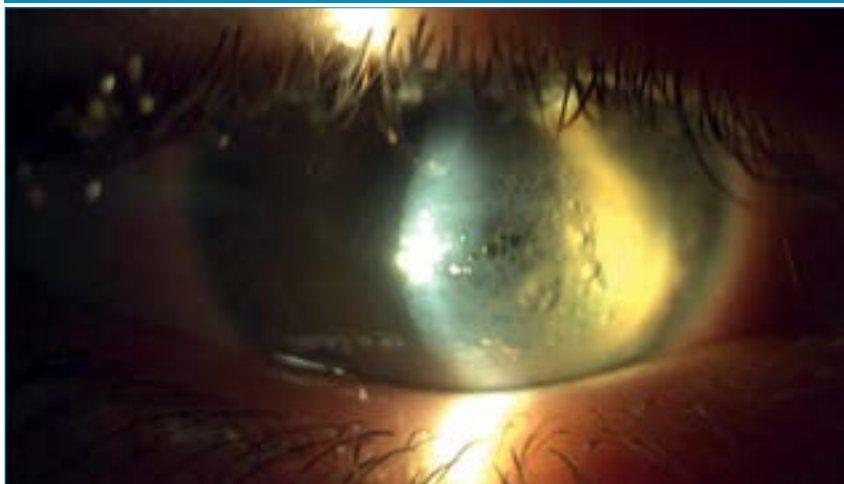
## Bevezetés

A hydrops corneae (HC) vagy akut keratoconus, a keratoconus-betegség ismert, ritka szövődménye. Más ektatikus kórképekben is előfordulhat, a keratoconus mellett leggyakrabban pellucid marginális degenerációban találkozunk vele (19, 33, 36). Fiatal férfiakban gyakoribb (8). Hirtelen kialakulását a Descemet-membránon (DM) létrejövő szakadás okozza, következményes szaruhártya-ödémával. A diagnózis kellő tapasztalat birtokában már egy egyszerű réslámpás vizsgálattal felállítható, a modern diagnosztikai eljárások, úgymint az elülső szegmens optikai-koherenciatomográfia (As-OCT), a konfokális mikroszkópia pedig főként a követésben nyújtanak hasznos segítséget (11). A HC spontán módon vagy konzervatív terápia hatására az esetek többségében 2-4 hónap alatt hegesen meggyógyul, az ödéma lassú felszívódása miatt azonban nagy eséllyel cornealis neovaszakulizáció alakul ki, ami csökkenti a későbbi szaruhártya graft túlélési esélyét (2). Ezt felismerve az ödéma gyors megszüntetésére különféle sebészeti eljárásokat dolgoztak ki (5, 10, 30, 37).

## Esetismertetés

2019 májusában 16 éves fiatal férfi-beteg jelentkezett kórházunk ambulanciáján jobb oldali hirtelen látásromlással, fájdalommal és kifejezett fénykerülési panasszal. A látóélesség az érintett oldalon kézmozgáslátásra csökkent. Réslámpás vizsgálattal a jobb oldalon vastag, ödémás, mikrocisztás corneát találtunk, a DM függőleges irányú szakadását sejtettük, a mélyebb részeket nem lehetett megítélni. Réslámpa mellett hydrops corneae diagnózisát állítottuk fel (1. és 4. ábra). As-OCT-vel a cornea vastagsága  $1479\ \mu\text{m}$  volt. A bal szemem keratoconusra vagy más, ektatikus betegségre utaló jelet nem találtunk. A keratoconjunctivis vernalist kizártuk. Általános anamnézisében édesanyja preeclampsiaja miatt koraszülöttség szerepelt, betegünk a

1. ábra: Hydrops corneae. Előbaltosuló, mikrocisztás, ödémás cornea (CSO-réslámpa)



2. ábra: Posztoperatív első nap, 5 db csomós, pre-Descemetális varrat (CSO-réslámpa)



3. ábra: 2 év követés után minimális paracentrális heg, tiszta cornea, irisen 6 óránál művi iridectomia (Haag-Streit IM 900 réslámpa)



36. hétben született, ezért életének első hónapjában, oxigénterápiában részesült. 10 éves koráig rendszeresen jártak szemészeti kontrollra, ezalatt az idő alatt eltérést nem találtak.

Műtéti kezelés mellett döntöttünk, altatásban kompressziós varratokkal kombinált intracamerális SF6 (kén-hexafluorid) gázfeltöltést végeztünk. Intracamerális injektált acetilkolin-kloriddal beszűkítettük a pupillát és 6 óránál basalis iridectomiát végeztünk. Az elülső csarnokba levegőbuborékot injektáltunk, hogy jobban lássuk a megvastagodott és szemitranszparens cornea hátsó felszínét és a Descemet-repedést, majd a repedésre merőlegesen pre-Descemetálisan vezetve 10/0 nejlonfonállal 4 db csomós varratot helyeztünk be a corneába. A varratok beszúrási és kivezetési pontja az ödémás és tiszta cornea határán volt. A varratokat erősen meghúztuk, hogy bevágódjanak a felpuhult stromaába és a csomókat buktattuk. Az elülső csarnokban lévő levegőt 20%-os SF6 gázra cseréltük (2. és 5. ábra). A corneaödéma a posztoperatív első naptól csökkenni kezdett. A korrigált visus a posztoperatív 1. hónap végére 0,1-re javult, a 6. hónapban 0,2, a 2 éves kontrollkor 0,3 volt (3. ábra). Az As-OCT-vel mért corneavastagság az 1 hetes kontrollkor a preoperatív 1479  $\mu\text{m}$ -ről 991  $\mu\text{m}$ -re csökkent, 1 hónappal 670  $\mu\text{m}$  (6. ábra), 6 hónappal 505  $\mu\text{m}$ , 2 évvel posztoperatív pedig 530  $\mu\text{m}$  volt (7. ábra). A posztoperatív 6. hónapban eltávolítottuk a corneavarratokat. A szaruhártya struktúrája csaknem teljesen helyreállt, csupán egy finom vonalas heg volt látható az alsó paracentrális régióban, érújdonképződés nélkül. A beteget rendszeresen kontrolláljuk.

## Megbeszélés

A HC vagy akut keratoconus a keratoconus-betegség ritka szövődésének. Más, nem gyulladásos, ektatikus kórképekben is előfordul, úgymint a pellucid marginális degeneráció, keratoglobus, Ter-

rien-féle marginális degeneráció, illetve leírták LASIK-asszociált és radiális keratotomia-asszociált keratectasiában, mély elülső lamelláris keratoplasztika, és perforáló keratoplasztika után is (19, 33, 36).

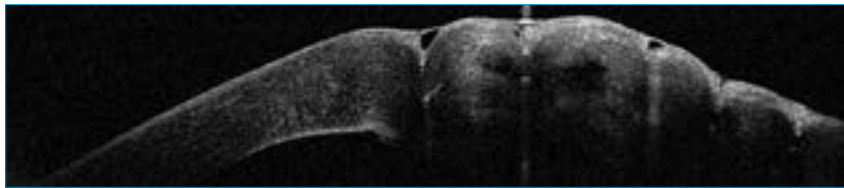
A HC-ről első alkalommal Terrien tett említést 1906-ban (29). A be-

tegek átlagéletkora 25 év körüli a vizsgálatok többségében (17), férfiaknál háromszor gyakrabban fordul elő. Az Egyesült Királyságban egy 2009–2010 között végzett prospektív vizsgálat szerint incidenciája 0,2%–2,8% közé tehető (8). A keratoconus hydropsszá alakulásá-

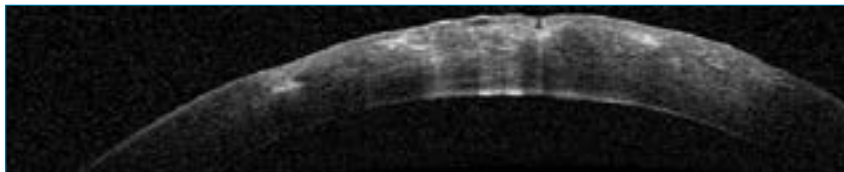
4. ábra: Hydrops corneae, 1479  $\mu\text{m}$ . Ödémás stroma és endothel, DM-szakadás nem látható (Heidelberg Spectralis As-OCT)



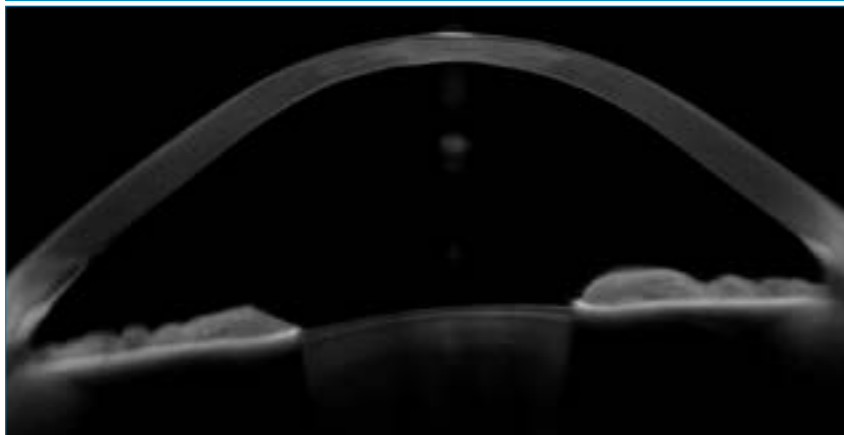
5. ábra: Posztoperatív 1 nap. Varratok a corneában. (Heidelberg Spectralis As-OCT)



6. ábra: Posztoperatív 1 hónap, 670  $\mu\text{m}$ . Normálhelyzetben lévő DM-endothel, stromaödéma megszűnt. A varratok egyenetlenné teszik a cornea felszínét (Heidelberg Spectralis As-OCT)



7. ábra: 2 éves követés után, 530  $\mu\text{m}$  (Heidelberg Spectralis Anterior)



ban több rizikófaktort azonosítottak: vernális keratoconjunctivitis, asztma, atopiás dermatitis, tanulási nehézségek, fekete bőrszín, 48 D fölötti minimum keratometriás értékek (7, 18, 35, 40). További rizikófaktor lehet a kemény gázpermeábilis kontaktlencse viselése (6), illetve a korábbi szemészeti trauma is (34).

## Patogenezis

A keratoconus progressziója során a periférián szorosan tapadó DM körkörös feszülése fokozódik (12, 37), ami a membrán és az endothelium centrális szakadásához, széleinek felpöndörödéséhez vezet. Az így létrejött nyíláson át csarnokvíz szivárog a stromába és HC-t okoz (23).

## Klinikai megjelenés

A HC jellemzően hirtelen látásromlással, markáns könnyezéssel, fájdalommal és szúrásérzéssel jelentkezik. Az elváltozás szabad szemmel is látható (13). Réslámpás vizsgálattal hyperaemiás conjunctivát látunk, jelentős epithelialis és stromális mikrocisztás ödémával. Az ödéma kiterjedése alapján 3 mm alatti, 3-5 mm, illetve 5 mm fölötti fokozatokat különítünk el. Ennek az a jelentősége, hogy a kiterjedés mérete fordított arányban áll a gyógyulási idővel és látóélességgel (7). Az elülső csarnok, az iris, és a mélyebb részek a masszív ödéma miatt általában nehezen megítélhetők.

## Kivizsgálás, kórlefolyás követése

A HC diagnózisának felállítása általában klinikai feladat. A réslámpás vizsgálattal felállított diagnózis megerősítésében elsősorban az As-OCT-vizsgálat nyújt segítséget (5). As-OCT-vel pontosan ábrázolható az elváltozás horizontális és vertikális kiterjedése, ellenőrizhetjük a behelyezett kompressziós varratok mélységét, követhetjük a HC vastagságának változását. Az As-OCT-s regisztrátumon jól látható a HC korai fázisára jellemző ödéma,

ami multiplex epithelialis mikrociszták és széles intrastromális lakunák képében jelenik meg. Az ödéma felszívódásával a mikrocisztákat és lakunákat subepithelialis hegek váltják fel, gyengén reflektív, finom, kereszteződő lineáris homályok formájában. Ezek a homályok később megvastagszanak, sűrű subepithelialis hálózatot alkotva. Bizonyítást nyert, hogy az As-OCT-vizsgálat a szövettani vizsgálat eredményei összecsengenek (21). Más szerzők sikeresen használták a HC diagnosztikájában és a kórlefolyás követésében a konfokális mikroszkópot, valamint az ultrahang-biomikroszkópot (15, 24, 27), ezek az eljárások azonban nem terjedtek el olyan széles körben, mint a fent említett As-OCT-s vizsgálat.

Differenciáldiagnosztikai szempontból az áthatoló sérüléstől, a keratoconjunctivitis vernalistól, a súlyos herpes zoster ophthalmicustól, a CMV-keratitistól, a szürkehályogműtét utáni remanescens magdabartól, illetve a Fuchs endothelialis disztrófia végstadiumától kell elkülöníteni a HC-t (4, 16, 42).

## Konzervatív terápia

A HC konzervatív terápiája ma már nem tekinthető korszerűnek. A kezelés 2-4 hónapig tart (19), a beteg számára kellemetlen lehet és gyakran lép fel komplikáció. Pseudociszták képződnek, a kiszakadt bullák területe pedig fertőzés melegágya lehet. A tartósan fennálló ödéma emellett nagyban növeli a nem kívánt cornea-vaszkularizáció kialakulásának valószínűségét és lecsökkenti a későbbi esetleges szaruhártya-átültetés után a donor túlélésének esélyét. A konzervatív eljárások között tartjuk számon a nyomókötetést, a terápiás kontaktlencse-illesztést (14), a hipertóniás sóoldat csepegtetését és a kortikoszteroid cseppek használatát. A kortikoszteroidok pozitív hatásai között említendő, hogy csökkentik a gyulladást és elősegítik a cornea endotheliumának működését, valamint késleltetik a neovaszkula-

rizáció kialakulását. Hosszú távú használat esetén ugyanakkor másodlagos glaukóma, katarakta, és infektív keratitis léphet fel (14).

## Sebészi kezelés

A HC-vel kapcsolatban az irodalom számos különböző sebészi eljárást említ. Az intracamerális gázfeltöltést, a kompressziós varratok behelyezését, és az előbbi kettő kombinációját, valamint a mini-Desemet-membrán endothelialis keratoplasztikát (mini-DMEK) az akut fázisban végezzük, még a perforáló keratoplasztikát (PKP) és a mély elülső lamelláris keratoplasztikát (DALK) a konzervatív kezelést követően, vagy az akut sebészi ellátás után a látóélesség további rehabilitációja céljából választhatjuk.

A PKP indikációs gyakoriságát tekintve Nyugat-Európában és Ausztráliában a keratoconus áll első helyen (25). Több nagyobb tanulmány is összehasonlította a PKP sikerességét a korábban HC-vel kezelt, illetve a korábban HC-vel nem kezelt keratoconusos szemek esetében (1, 9, 26, 38). A korábban HC-vel kezelt szemeknél magasabb volt az endothelialis kilökődési reakciók száma, valószínűleg a neovaszkularizáció, illetve a vernalis keratoconjunctivitis gyakorisága miatt. A hosszú távú graft-túlélési időt tekintve azonban nem volt szignifikáns különbség a két csoport között (1, 9, 26).

A PKP alternatívjaként módosított DALK is végezhető a post-HC-ben. Ez a műtéti beavatkozás technikailag nagyobb kihívást jelent, mint a PKP. Nem könnyű a változó mélységű és sűrűségű hegyszövetben közel a DM-ig preparálni, és emiatt gyakori a mikroperforáció (20).

Korábban a jelen közlemény szerzői is végeztek PKP-t a HC akut fázisában. A műtét technikailag nem volt könnyű, mert a recipiens széle ilyenkor óhatatlanul egyenlőtlen vastagságú és keménységű volt, a közép- és hosszú távú eredmények pedig mind optikailag, mind a graft ereződése szempontjából nem vol-

tak kielégítőek. Fontos ezért még egyszer hangsúlyozni, hogy mind a PKP-t, mind a DALK-ot jó eredménnyel csak ödémamentes, a HC akut fázisán túljutott corneán érdemes végezni. Modern megközelítésben a továbbiakban ismertett sebészi eljárások valamelyikét kell választani abból a célból, hogy megszüntessük a cornealis ödémát.

### Intracamerális gázfeltöltés

Az elülső csarnokba juttatott levegőnek vagy gáznak két előnye van: segíti a DM kisimulását és nyomást gyakorol a DM-re és a duzzadó stromára (10, 28). A tiszta levegő hátránya, hogy gyorsan (3 nap alatt) felszívódik. Nem expandáló levegő-gáz keverék használatával nagyjából 10 napos tamponádot tudunk biztosítani. A kén-hexafluorid (SF<sub>6</sub>) és a perfluoropropán (C<sub>3</sub>F<sub>8</sub>) gáz alkalmazása általánosan elterjedt (22, 31, 32). *Basu és munkatársai* összehasonlító vizsgálatot végeztek HC-betegeken (10). Az első betegcsoportot 14%-os C<sub>3</sub>F<sub>8</sub>-cal kezelték, míg a másik karon konzervatív kezelést írtak elő. A sebészileg kezelt esetekben a corneaödéma statisztikailag szignifikáns, gyorsabb felszívódását tapasztalták. Kórszövettani vizsgálatok igazolják, hogy a gyógyult HC esetén a DM stromához való tapadása jobb az intracamerális gáz használata után, mint kezelés nélkül (10). Az intracamerális gázfeltöltés előtt művi gyöki iridectomia elvégzését javasolják, akut zug elzáródás kivédése érdekében (*Urrets-Zavala-szindróma*) (3). Fontos továbbá, hogy a gázt az elülső csarnokba egyetlen buborékban juttassuk be – az apró buborékok nem gyakorolnak elégséges

nyomást az DM-endothelre, illetve a stromába szivároghatnak (10).

### Kompressziós varratok és intracamerális gázfeltöltés

E kombinált módszert *Rajamaran és munkatársai* írták le (30). A kompressziós varratok alapvető célja, hogy közelítse az elszakadt DM-széleket, és elősegítse a DM-stromához való illeszkedését. Egy nagy esetszámmú (43 szem) retrospektív tanulmány szerint az ödéma átlagosan  $14,8 \pm 3,5$  nap alatt szívódott fel, az átlagos cornea vastagsága a preoperatív  $1437 \mu\text{m}$ -ről posztoperatív  $543 \mu\text{m}$ -re csökkent (39).

A varratok a szaruhártya teljes vastagságában vagy pre-DM is elhelyezhetők, számuk lehet egy vagy több az ödéma kiterjedésének függvényében (37, 41). Kiseb HC esetén párhuzamosan beöltött varratok, a szinte teljes corneafelszínt érintő hydrops esetén négyzetrácsalakú, minden kvadránst érintő mintázat kialakítása javasolt. A kompressziós varratok megelőzik a levegő stromába való szivárgását, az intracamerális gáz pedig megakadályozza az elülső csarnok sekélyé válását a posztoperatív időszakban.

Kompressziós varratok önálló, sikeres használatát is leírták egyes esetekben. Teljes vastagságú varratok esetén viszkoelasztikus anyagot juttatnak az elülső csarnokba a lencse védelmére, pre-DM-varratok esetén pedig levegőbuborékot injektálnak a varratbehelyezés jobb vizualizálása, és a DM-szakadás jobb láthatósága érdekében (37, 41).

Mini-Descemet Membrán Endothelialis Keratoplasztika (mini-DMEK). *Bachmann és munkatársai* DMEK-et alkalmaztak a szakadt

DM pótlására (5). A technika intraoperatív OCT-vel felszerelt mikroszkópot igényel, mivel csak ennek segítségével érhető el, hogy a lamelláris graft a megfelelő helyre és endothelialis felszínével lefelé tapadjon fel az ödémás, átlátszatlan recipiensre (5). A módszer rutin klinikai gyakorlatban való alkalmazhatóságát majd a jövő dönti el (5).

### Következtetés

Jelen pillanatban az akut HC kezelését illetően nincs egyértelmű szakmai konszenzus. Azt azonban a szakma legtöbb képviselője elfogadja, hogy a kórképpel összefüggő vízenyő felszívódását leggyorsabban intracamerális gázfeltöltéssel, kompressziós varratok behelyezéseivel, vagy az előbbi két beavatkozás kombinációjával érhetjük el. Amennyiben ezen eljárásokkal nem sikerül kielégítően helyreállítani a látásfunkciót, második lépcsőben PKP vagy módosított DALK végezhető. Esetünkben a fiatal férfibeteg akut HC-je jól reagált az intracamerális gázfeltöltésre és a kompressziós varratok behelyezésére, ezért saját tapasztalatunkra alapozva is javasoljuk a fenti eljárást, mint választandó első műtéti beavatkozást e ritka kórkép sebészi kezelésére.

### Nyilatkozat

*A szerzők kijelentik, hogy a speciális esetet ismertető közleményük megírásával kapcsolatban nem áll fenn velük szemben pénzügyi vagy egyéb lényeges összeütközés, összeférhetlenségi ok, amely befolyásolhatja a közleményben bemutatott eredményeket, az abból levont következtetéseket vagy azok értelmezését.*

## IRODALOM

1. Akova YA, Dabil H, Kavalcioglu O, Duman S. Clinical features and keratoplasty results in keratoconus complicated by acute hydrops. *Ocular immunology and inflammation* 2000; 8(2): 101–9.
2. Al Suhaibani AH, Al-Rajhi AA, Al-Motowa S, Wagoner MD. Inverse relationship between age and severity and sequelae of acute corneal hydrops

associated with keratoconus. *The British journal of ophthalmology* 2007; 91(7): 984–5. <http://doi.org/10.1136/bjo.2005.085878>

3. Aralikatti AK, Tomlins PJ, Shah S. Urrets-Zavalia syndrome following intracamerál C<sub>3</sub>F<sub>8</sub> injection for acute corneal hydrops. *Clinical & experimental ophthalmology* 2008; 36(2): 198–9.

- <http://doi.org/10.1111/j.1442-9071.2008.01687.x>
4. Arenas E, Mieth A, Munoz D. Combined intrastromal injection of ganciclovir and depot betamethasone for the management of nummular keratitis: Case series. *Arch Soc Esp Ophthalmol (Engl Ed)* 2019; 94 (7): 347–51. <http://doi.org/10.1016/j.oftal.2019.01.009>
  5. Bachmann B, Handel A, Siebelmann S, Matthaei M, Cursiefen C. Mini-Des-cemet Membrane Endothelial Keratoplasty for the Early Treatment of Acute Corneal Hydrops in Keratoconus. *Cornea* 2019 Aug; 38(8): 1043–1048. <http://doi.org/10.1097/ICO.0000000000002001>
  6. Barr JT, Zadnik K, Wilson BS, Edrington TB, Everett DF, Fink BA, et al. Factors associated with corneal scarring in the Collaborative Longitudinal Evaluation of Keratoconus (CLEK) Study. *Cornea* 2000; 19(4): 501–7. <http://doi.org/10.1097/00003226-200007000-00020>
  7. Barsam A, Brennan N, Petrushkin H, Xing W, Quartilho A, Bunce C, et al. Case-control study of risk factors for acute corneal hydrops in keratoconus. *The British journal of ophthalmology* 2017; 101(4): 499–502. <http://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2015-308251>
  8. Barsam A, Petrushkin H, Brennan N, Bunce C, Xing W, Foot B, et al. Acute corneal hydrops in keratoconus: a national prospective study of incidence and management. *Eye* 2015; 29(4): 469–74. <http://doi.org/10.1038/eye.2014.333>
  9. Basu S, Reddy JC, Vaddavalli PK, Vemuganti GK, Sangwan VS. Long-term outcomes of penetrating keratoplasty for keratoconus with resolved corneal hydrops. *Cornea* 2012; 31(6): 615–20. <http://doi.org/10.1097/ICO.0b013e31823d03e3>
  10. Basu S, Vaddavalli PK, Ramappa M, Shah S, Murthy SI, Sangwan VS. Intracamer al perfluoropropane gas in the treatment of acute corneal hydrops. *Ophthalmology* 2011; 118(5): 934–9. <http://doi.org/10.1016/j.ophtha.2010.09.030>
  11. Basu S, Vaddavalli PK, Vemuganti GK, Ali MH, Murthy SI. Anterior segment optical coherence tomography features of acute corneal hydrops. *Cornea* 2012; 31(5): 479–85. <http://doi.org/10.1097/ICO.0b013e318223988e>
  12. Bron AJ. Keratoconus. *Cornea* 1988; 7(3): 163–9.
  13. Cameron JA, Al-Rajhi AA, Badr IA. Corneal ectasia in vernal keratoconjunctivitis. *Ophthalmology* 1989; 96(11): 1615–23. [http://doi.org/10.1016/s0161-6420\(89\)32677-7](http://doi.org/10.1016/s0161-6420(89)32677-7)
  14. Carter JB, Jones DB, Wilhelmus KR. Acute hydrops in pellucid marginal corneal degeneration. *American journal of ophthalmology* 1989; 107(2): 167–70. [http://doi.org/10.1016/0002-9394\(89\)90217-1](http://doi.org/10.1016/0002-9394(89)90217-1)
  15. Cruzat A, Qazi Y, Hamrah P. In Vivo Confocal Microscopy of Corneal Nerves in Health and Disease. *The ocular surface* 2017; 15(1): 15–47. <http://doi.org/10.1016/j.jtos.2016.09.004>
  16. Faith SC, Durrani AF, Jhanji V. Cytomegalovirus keratitis. *Current opinion in ophthalmology* 2018; 29(4): 373–7. <http://doi.org/10.1097/ICU.0000000000000481>
  17. Fan Gaskin JC, Patel DV, McGhee CN. Acute corneal hydrops in keratoconus – new perspectives. *American journal of ophthalmology* 2014; 157(5): 921–8. <http://doi.org/10.1016/j.ajo.2014.01.017>
  18. Galin MA, Berger R. Atopy and keratoconus. *American journal of ophthalmology* 1958; 45(6): 904–6. [http://doi.org/10.1016/0002-9394\(58\)90403-3](http://doi.org/10.1016/0002-9394(58)90403-3)
  19. Grewal S, Laibson PR, Cohen EJ, Rapuano CJ. Acute hydrops in the corneal ectasias: associated factors and outcomes. *Transactions of the American Ophthalmological Society* 1999; 97: 187–98; discussion 98–203.
  20. Jacob S, Narasimhan S, Agarwal A, Sambath J, Umamaheshwari G, Saijmol AI. Primary Modified Pseudectatic Deep Anterior Lamellar Keratoplasty in Acute Corneal Hydrops. *Cornea* 2018; 37(10): 1328–33. <http://doi.org/10.1097/ICO.0000000000001693>
  21. Kallel S, Tahiri Joutei Hassani R, Liang H, Baudouin C, Labbe A. “En face” anterior segment optical coherence tomography findings in acute corneal hydrops. *Journal francais d'ophtalmologie* 2014; 37(8): 605–12. <http://doi.org/10.1016/j.jfo.2014.04.008>
  22. Kaushal S, Sharma N, Vajpayee RB. Treatment of acute corneal hydrops with intracamer al C3F8 in a patient of pellucid marginal degeneration with keratoglobus. *Clinical & experimental ophthalmology* 2007; 35(8): 697–9. <http://doi.org/10.1111/j.1442-9071.2007.01579.x>
  23. Laing RA, Sandstrom MM, Berrospi AR, Leibowitz HM. The human corneal endothelium in keratoconus: A specular microscopic study. *Archives of ophthalmology* 1979; 97(10): 1867–9. <http://doi.org/10.1001/archophth.1979.01020020315005>
  24. Lockington D, Fan Gaskin JC, McGhee CN, Patel DV. A prospective study of acute corneal hydrops by in vivo confocal microscopy in a New Zealand population with keratoconus. *The British journal of ophthalmology* 2014; 98(9): 1296–302. <http://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2013-304145>
  25. Matthaei M, Sandhaeger H, Hermel M, Adler W, Jun AS, Cursiefen C, et al. Changing Indications in Penetrating Keratoplasty: A Systematic Review of 34 Years of Global Reporting. *Transplantation* 2017; 101(6): 1387–99. <http://doi.org/10.1097/TP.0000000000001281>
  26. Meyer JJ, Gokul A, Crawford AZ, McGhee CNJ. Penetrating Keratoplasty for Keratoconus With and Without Resolved Corneal Hydrops: Long-term Results. *American journal of ophthalmology* 2016; 169: 282–9. <http://doi.org/10.1016/j.ajo.2016.07.001>
  27. Nakagawa T, Maeda N, Okazaki N, Hori Y, Nishida K, Tano Y. Ultrasound biomicroscopic examination of acute hydrops in patients with keratoconus. *American journal of ophthalmology* 2006; 141(6): 1134–6. <http://doi.org/10.1016/j.ajo.2005.12.043>
  28. Panda A, Aggarwal A, Madhavi P, Wagh VB, Dada T, Kumar A, et al. Management of acute corneal hydrops secondary to keratoconus with intracamer al injection of sulfur hexafluoride (SF6). *Cornea* 2007; 26(9): 1067–9. <http://doi.org/10.1097/ICO.0b013e31805444ba>
  29. Pierse D, Eustace P. Acute keratoconus in mongols. *The British journal of ophthalmology* 1971; 55(1): 50–4. <http://doi.org/10.1136/bjo.55.1.50>
  30. Rajaraman R, Singh S, Raghavan A, Karkhanis A. Efficacy and safety of intracamer al perfluoropropane (C3F8) tamponade and compression sutures for the management of acute corneal hydrops. *Cornea* 2009; 28(3): 317–20. <http://doi.org/10.1097/ICO.0b013e31818ada0b>
  31. Sayadi JJ, Lam H, Lin CC, Myung D. Management of acute corneal hydrops with intracamer al gas injection. *American journal of ophthalmology case reports* 2020; 20: 100994. <http://doi.org/10.1016/j.ajoc.2020.100994>
  32. Shah SG, Sridhar MS, Sangwan VS. Acute corneal hydrops treated by intracamer al injection of perfluoropropane (C3F8) gas. *American journal of ophthalmology* 2005; 139(2): 368–70. <http://doi.org/10.1016/j.ajo.2004.07.059>
  33. Sharma N, Maharana PK, Jhanji V, Vajpayee RB. Management of acute corneal hydrops in ectatic corneal disorders. *Current opinion in ophthalmology* 2012; 23(4): 317–23. <http://doi.org/10.1097/ICU.0b013e31828354a2a8>
  34. Sharma R, Titiyal JS, Prakash G, Sharma N, Tandon R, Vajpayee RB. Clinical profile and risk factors for keratoplasty and development of hydrops in north Indian patients with keratoconus. *Cornea* 2009; 28(4): 367–70. <http://doi.org/10.1097/ICO.0b013e31818cd077>
  35. Spencer WH, Fisher JJ. The association of keratoconus with atopic dermatitis. *American journal of ophthalmology* 1959; 47(3): 332–44. [http://doi.org/10.1016/s0002-9394\(14\)76533-x](http://doi.org/10.1016/s0002-9394(14)76533-x)
  36. Sridhar MS, Mahesh S, Bansal AK, Nutheti R, Rao GN. Pellucid marginal corneal degeneration. *Ophthalmology* 2004; 111(6): 1102–7. <http://doi.org/10.1016/j.ophtha.2003.09.035>
  37. Subudhi P, Khan Z, Subudhi BNR, Sitaram S. To show the efficacy of compressive sutures alone in the management of acute hydrops in a keratoconus patient. *BMJ case reports* 2017; 2017. <http://doi.org/10.1136/bcr-2016-218843>
  38. Tuft SJ, Gregory WM, Buckley RJ. Acute corneal hydrops in keratoconus. *Ophthalmology* 1994; 101(10): 1738–44. [http://doi.org/10.1016/s0161-6420\(94\)31110-9](http://doi.org/10.1016/s0161-6420(94)31110-9)
  39. Vohra V, Shetty R, James E, Kundu G, D'Souza S. Evaluating the safety and efficacy of compression sutures with intracamer al perfluoropropane (C3F8) in the management of acute corneal hydrops. *International ophthalmology* 2021; 41(6): 2027–31. <http://doi.org/10.1007/s10792-021-01758-5>
  40. Weed KH, MacEwen CJ, Giles T, Low J, McGhee CN. The Dundee University Scottish Keratoconus study: demographics, corneal signs, associated diseases, and eye rubbing. *Eye* 2008; 22(4): 534–41. <http://doi.org/10.1038/sj.eye.6702692>
  41. Yahia Cherif H, Guedry J, Afriat M, Delcampe A, Attal P, Gross H, et al. Efficacy and safety of pre-Des-cemet's membrane sutures for the management of acute corneal hydrops in keratoconus. *The British journal of ophthalmology* 2015; 99(6): 773–7. <http://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2014-306287>
  42. Zhuang M, Fan W, Xie P, Yuan ST, Liu QH, Zhao C. Evaluation of the safety and quality of day-case cataract surgery based on 4151 cases. *International journal of ophthalmology* 2019; 12(2): 291–5. <http://doi.org/10.18240/ijo.2019.02.17>