

Jósa András Oktatókórház Egészségügyi Szolgáltató Nonprofit Kft., Szemészeti Osztály, Nyíregyháza (osztályvezető: Tsorbatzoglou Alexis főorvos),¹ Debreceni Egyetem OEC, Szemklinika, Debrecen (igazgató: Berta András, egyetemi tanár)²

A visszaverődéses tonométer (IOPen[®]) összehasonlítása Goldmann applanációs és non-kontakt tonométerrel

ÚR LÁSZLÓ,¹ NÉMETH GÁBOR,² TSORBATZOGLOU ALEXIS¹

Célkitűzés: Az IOPen[®] tonométer által mért szemnyomást hasonlítottuk össze a hagyományos Goldmann applanációs tonométer (GAT) által mért szemnyomással és a non-kontakt tonométer (NCT) által mért szemnyomásértékkel. **Módszerek:** 27 páciens 54 szemén végeztünk szemnyomásmérést (21 nő és 6 férfi). Az átlagos életkor $55,8 \pm 11,9$ év volt. A vizsgálatot minden esetben a mérési módszerekben tapasztalt szemész szakorvos végezte a gyártók által ajánlott mérési technikának megfelelően. Minden alkalommal az IOPen[®]-nel mértünk először, ezt követően az NCT és GAT mérést végeztük. A kapott eredmények statisztikai összehasonlítását elvégeztük.

Eredmények: Az IOPen[®] által mért szemnyomásértékek ($12,6 \pm 2,6$ Hgmm) szignifikánsan alacsonyabbnak bizonyultak, mint a GAT ($18,9 \pm 3,6$ Hgmm) és az NCT által mért értékek ($19,5 \pm 3,9$ Hgmm) ($p < 0,001$). A GAT és NCT által mért szemnyomásértékek között nem találtunk szignifikáns különbséget ($p = 0,274$).

Következtetés: Összegezve a mért eredményeket azt állapíthatjuk meg, hogy a GAT és az NCT által mért szemnyomásértékek biztonságosan használhatók továbbra is a klinikai gyakorlatban, de az IOPen[®] által mért értékeket fenn tartással kell fogadnunk, mivel nagy a téves negatív eredmény veszélye.

Kulcsszavak: IOPen, Goldmann applanációs tonométer, szemnyomás, non-kontakt tonométer

Úr L, Németh G, Tsorbatzoglou A: Comparison of the rebound tonometer (IOPen) with the Goldmann applanation and non-contact tonometers

Purpose: Intraocular pressures measured by IOPen tonometer, by Goldmann applanation tonometer (GAT) and by non-contact tonometer (NCT) were compared.

Patients and methods: 54 eyes of 27 patients (21 females and 6 males) were enrolled to the study. The average age was 55.8 ± 11.9 years. The measurements were performed by experienced ophthalmologist in all cases, in accordance with the manufacturers' recommendations of the measurement techniques. Intraocular pressure (IOP) was determined with the IOPen first, followed by the NCT and GAT measurements in all cases. The data were analyzed statistically.

Results: IOP measured by the IOPen (12.6 ± 2.6 Hgmm) proved to be significantly lower, than IOP measured by GAT (18.9 ± 3.6 Hgmm) and NCT (19.5 ± 3.9 Hgmm) ($p < 0.0001$). IOPs measured by GAT and NCT were similar ($p = 0.274$).

Conclusion: Summarizing our results we can conclude that IOP values measured by GAT and NCT can be reliably and safely used in clinical practice, however IOP values measured by the IOPen could be underestimated, with the danger of false negative results.

Key words: IOPen, Goldmann applanation tonometer, non-contact tonometer

A glaucomában az emelkedett szemnyomás az egyik fontos kockázati tényező. A szűrésében, gondozásában és a szemnyomáscsökkentő kezelés értékelésében elengedhetetlen a betegek számára jól tolerálható, pontos és jól reprodukálható szemnyomásmérő eszköz.^{7,11}

A szemnyomást mérő eszközök mérési metodikájukban, technikai kivitelezésükben változásokon mentek át, de kijelenthetjük, hogy a legtöbb berendezés alapelve az Imber–Fick-törvény (1885, 1888), mely szerint ideálisan vékony és rugalmas falú folyadékkal töltött gömb belső nyomása fordítottan arányos a felszínén létrehozott applanáció felületének nagyságával, és egyenesen arányos az azt létrehozó erővel.¹⁸ A szemnyomásmérés őskének tekinthető a palpáció (Mackensie, 1885), a későbbiekben

megalkották az applanációs (Maklakoff, 1885), impreszszós (Schiötz, 1905), majd a réslámpára szerelhető applanációs tonométert (Goldmann, 1954).¹⁸ A szemnyomásmérés történetében a következő lényeges állomások Grozman non-kontakt tonométere (1971). A non-kontakt módon való nyomásmérésről hazánkban először Brooser és mtsai publikáltak.¹ A későbbiek során számos külföldi és magyar tanulmány szerzői arra a következtetésre jutottak, hogy a non-kontakt módszer kényelmes és biztonságos, de mérési pontossága és reprodukálhatósága elmarad a Goldmann-féle applanációs tonometriától.^{3,5,6,8,10,12,13,14,16,17}

A fejlesztések során megjelentek a nem invazív szemnyomásmérő eljárások között a visszaverődéses tonomé-

terek. A második generációs visszaverődéses készülék az egyszer használatos mérőszonda visszaverődési sebességének változását méri, így a szaruhártya vastagságától függetlenül méri a szemnyomást.¹⁰

Tanulmányunk célja, hogy ezen új fejlesztésű második generációs visszacsapódásos tonométer, az IOPen[®] által mért adatokat összehasonlítsa a non-kontakt és még jelenleg is „arany standardnak” számító Goldmann applanációs tonométer által mért értékekkel.

Betegek és módszerek

Műszerek és módszerek

A vizsgálatot minden esetben a mérési eljárásokban tapasztalt szemész szakorvos végezte, először a jobb, utána a bal szemén végezve a méréseket. A vizsgálatok etikai bizottsági engedéllyel történtek.

A szemnyomásméréseket először IOPen[®]-nel (Medicel AG, Swiss Technology for Surgery, Luchten, Svájc) egy új fejlesztésű, második generációs visszacsapódásos tonométerrel végeztük. A méréseket minden alkalommal a réslámpához rögzített formában végeztük az esetleges pontatlan mérések kivédése céljából. A készülékkel 6 mérést végeztünk egymást követően. A mérések előtt rögzítettük a pulzusszámot, a készülék ehhez igazítva időzítette a méréseket. Az ideális távolságot és helyzetet a corneára vetített szinkódolt reflex segítségével ellenőrizhetjük a mérések során (piros színű fény vetül a corneára ha túl közel vagy távol vagyunk tőle, zöld fényt látunk, ha jó a mérési távolság). A mérés során nincs szükség felszíni érzéstelenítésre és fertőtlenítésre, mivel egyszer használatos, standardizált, steril mérőszondákkal végeztük a méréseket. A gyártó adatai szerint nem szükséges pachymetriát végezni, majd korrigálni a mért eredményeket, mivel a szonda visszacsapódása során az IOPen[®] annak sebességének csökkenését méri, és ezzel a szaruhártya-ellenállási faktort figyelembe véve nem torzulnak a mérési eredmények.

Ezt követően non-kontakt módszer elven működő air push tonométerrel (NIDEK NT-2000 MIII, Nidek Co. LTD, Gamagori, Aichi, Japán) mértük meg a szemnyomásokat. A tonométer automata üzemmódját használva előbb a jobb, majd a bal szemről végeztünk 5-5 mérést. A mérés technikai feltételeinek teljesülésekor a gép automatikusan elvégzi a szemnyomásmérést, majd értékeli az eredményeket, és az 5 mérésből átlagot számít.

Újabb néhány perc elteltével érzéstelenítő szemcseppentés (oxybuprocainium chloratum) után Goldmann applanációs tonométer segítségével is megmértük a szemnyomást.

Betegek

A szemnyomásmérést 27 páciens (21 nő és 6 férfi) 54 szemén végeztük el. Az összefüggések elemzése során a résztvevők mindkét szeméről nyert adatokat figyelembe vettük, hasonlóan számos más publikációhoz.^{1,6,8,9,12,13,14,15,17} Közülük 8 nyílt zugú glaucomás, 19 egészséges volt. Átlagéletkoruk $55,8 \pm 11,9$ év.

A szemnyomásmérést 27 páciens (21 nő és 6 férfi) 54 szemén végeztük el. Átlagéletkoruk $55,8 \pm 11,9$ év volt. Az összefüggések elemzése során a résztvevők mindkét szeméről nyert adatokat figyelembe vettük, hasonlóan számos más publikációhoz.^{1,6,8,9,12,13,14,15,17} A betegek közül 8 nyílt zugú glaucomás, 19 egészséges volt. A glaucomás betegeknél minimális látótér defektus volt, a C/D egyik betegnél sem volt nagyobb 0,4-nél. Minden páciens jól fixált, a korrigált visus nem volt rosszabb 0,9-nél. Kizáró ok volt az anamnézisben szereplő szemmegnyitó műtét, a kifejezett száraz szem, 0,5 D-t meghaladó astigmia, 3 D-t meghaladó myopia illetve hypermetropia, kooperációs nehézség, illetve ha a páciens nem egyezett bele a vizsgálatba.

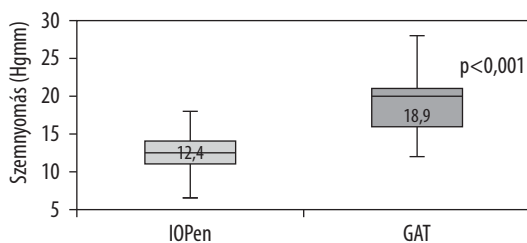
Statisztika

A nyert adatokat az átlaggal és a standard deviációval (SD), mediánal, az interkvartilis tartománnyal és a maximális, illetve minimális értékekkel jellemeztük. A változókat Wilcoxon-próbával (MedCalc for Windows 11.3.1.0) hasonlítottuk össze (minden esetben a szignifikanciaszint $p < 0,05$).

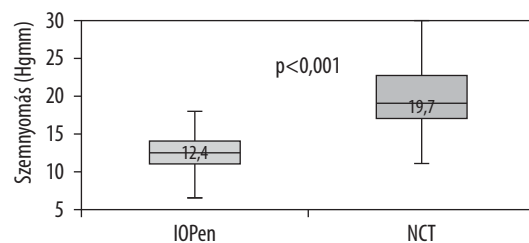
Eredmények

A 27 páciens 54 szemén végeztünk szemnyomásmérést három különböző módszerrel. Az IOPen[®] által mért szemnyomásérték átlagosan $12,6 \pm 2,6$ Hgmm (medián: 12,4 Hgmm) volt. A GAT által mért adatok átlaga $18,9 \pm 3,6$ Hgmm (medián: 18,9 Hgmm), az NCT által mért érték $19,5 \pm 3,9$ Hgmm (medián: 19,7 Hgmm) volt. A statisztikai számítások után összehasonlítottuk az IOPen[®] által mért értéket a GAT és az NCT adataival (1., 2. ábra). Minden esetben az IOPen[®] által mért értékek szignifikánsan kisebbek voltak a többi módszer által mért szemnyomásértékeknél (minden alkalommal $p < 0,001$).

A GAT és NCT által mért szemnyomásértékek között nem találtunk szignifikáns különbséget ($p = 0,274$) (3. ábra).



1. ábra. IOPen és Goldmann applanációs tonométer (GAT) által mért szemnyomásértékek (a dobozban lévő vonallal jelöltük a mediánt, a doboz az alsó és felső interkvartilis tartományt jelöli, míg a whiskers a minimális és maximális értékeket mutatja)



2. ábra. IOPen és a non-kontakt tonométer (NCT) által mért szemnyomásértékek (a dobozban lévő vonallal jelöltük a mediánt, a doboz az alsó és felső interkvartilis tartományt jelöli, míg a whiskers a minimális és maximális értékeket mutatja)

Megbeszélés

A szemnyomás mérésére világszerte széles körben elterjedt módszer évtizedek óta az „arany standardnak” számító, réslámpára szerelhető Goldmann applanációs szemnyomásmérő eszköz. Ezen módszer előnyei közé sorolhatjuk a nagy mérési pontosságot (egyszeri mérés esetén a várható hiba: kb. 0,5 Hgmm), a jó reprodukálhatóságot, a viszonylag alacsony költségigényt és könnyű kalibrációt. Emellett közismertek a hátrányai is, többek között a fluorescein-toxicitás és -allergia, a felszíni érzéstelenítés szükségessége, a kontamináció és a felszíni sérülések veszélye.^{4,15}

Ezen hátrányok miatt állandóan fennáll az igény újabb és újabb szemnyomásmérő módszerek kifejlesztésére. A non-kontakt módon működő műszerek megjelenésével a problémák egy része megoldódott. Ezen műszerekkel gyorsan és könnyen elvégezhető a mérés, nem invazív, nem kell érzésteleníteni. Ugyanakkor viszonylag magas az áruk, és számos szerző hívta fel a pontatlanságukra a figyelmet, főleg az alacsony és magas nyomástartományokban.^{3,5,6,16,8,9,11,12,13,17}

Az IOPen[®] egy második generációs, visszacsapódásos tonométer, amely szintén a felsorolt problémák megoldására fejlesztettek ki. A mérésnél nem szükséges a felszíni érzéstelenítés, a páciens pulzusszámának megadásával a készülék a szívfrekvenciához igazítja a hat mérést. A gyártó leírása szerint nem befolyásolja a méréseket a cornea vastagsága, ezért nincs szükség pachymetriára és az értékek korrekciójára. Ugyanakkor a készülék ára magas, a pontos mérési távolság beállítása nehézkes, kontakt módszer, melynél a betegek kissé kellemetlennek érezték a szonda érintését.

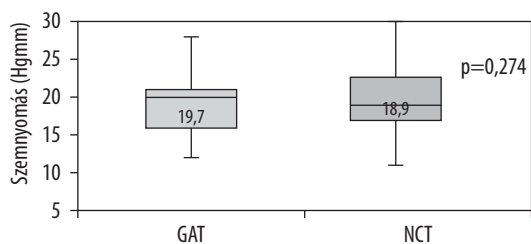
A mérési módszerek között alapvető különbséget láthatunk. A non-kontakt tonométer levegő puff segítségével lapítja be a corneát és az ehhez szükséges idő alapján számítja ki a szemnyomást. A GAT-tal való mérés során a cornea belapításához szükséges erő alapján határozzuk meg a tenziót, míg az IOPen[®] a szonda visszacsapódási sebességének a változásából számítja ki a szem belnyomását. Tanulmányunkban megvizsgáltuk, hogy a három különböző mérési eljárás a klinikai gyakorlat számára megfelelően korrelál-e. A méréseink so-

rán először összehasonlítottuk a non-kontakt (NCT), illetve Goldmann aplanációs tonométer (GAT) által mért értékeket az IOPen[®] által mért adatokkal (1., 2. ábra). Azt találtuk, hogy átlagosan 6-7 Hgmm-rel alacsonyabb szemnyomás értékeket kaptunk az IOPen[®]-nel való mérés során, mint a másik két módszer esetén. A GAT és a NCT által mért értékek között nem volt szignifikáns különbség (3. ábra). Eredményeink azt igazolják, hogy az arany standardnak tekintett GAT által meghatározott szemnyomás értékkel jól korrelál a NCT által mért tenzió, de az IOPen[®] statisztikailag szignifikáns mértékben alulbecsüli a szemnyomást.

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy a Goldmann applanációs és a non-kontakt tonométerek által meghatározott szemnyomásértékek egymással összevethetők, de az IOPen[®]-nel mért tenzióértékeket fenntartással kell fogadnunk, mivel utóbbi eljárás alulbecsülheti a tényleges szemnyomást.

Irodalom

1. Brooser G., Anda L., Áhi O., Papp L.: Non-contact tonométerrel szerzett tapasztalataink. *Szemészet* 1978; 115: 129-132.
2. Bhan A., Browning A.C., Shah S., Hamilton R., Dave D., Dua H.S.: Effect of corneal thickness on intraocular pressure measurements with the pneumotonometer, Goldmann applanation tonometer, and Tono-Pen. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2002; 43: 1389-1392.
3. Eystensson T., Jonasson F., Sasaki H., Arnarsson A., Sverrisson T., Sasaki K., Stefansson E.: Central corneal thickness, radius of the corneal curvature and intraocular pressure in normal subjects using non-contact techniques. *Acta Ophthalmol Scand* 2002; 80: 11-15.
4. *European Glaucoma Society*: Ajánlások a glaucoma terminológiájában, diagnosztikájára és kezelésére. 2003.
5. Holló G., Follmann P., Pap Gy.: A clinical evaluation of XPERT NCT (Reichert) for glaucoma screening by optometrists. *Internat Ophthalmol* 1992; 16: 291-292.
6. Holló G., Papp A., Follmann P., Vargha P.: A KOWA Air Puff 2000 non-kontakt tonométer mérési pontosságának vizsgálata glaucomás szemeken. *Szemészet* 1997; 134: 211-213.
7. Holló G.: A glaucoma felismerésének, kezelésének és gondozásának műszaki-technikai háttere Magyarországon 1998-ban. *Szemészet* 1999; 136: 117-120.
8. Jorge J., Diaz-Rey J.A., Gonzalez-Mejome J.M., Almeida J.B., Parafita M.A.: Clinical performance of the Reichert AT550: a new non-contact tonometer. *Ophthalmic Physiol Opt* 2002; 22: 560-564.
9. Jorge J., Gonzalez-Mejome J.M., Diaz-Rey J.A., Almeida J.B., Ribeiro P., Parafita M.A.: Clinical performance of non-contact tonometry by Reichert AT550 in glaucomatous patients. *Ophthalmic Physiol Opt* 2003; 23: 503-506.
10. Jorge J., Fernandes P., Queiro's A., Ribeiro P., Garce's C., Gonzalez-Mejome J. M.: Comparison of the IOPen[®] and iCare[®] rebound tonometers with the Goldmann tonometer in a normal population. *Ophthalmic Physiol Opt* 2010; 30: 108-112.
11. Leseke M.C., Heijl A., Hussein M., Bengtsson B., Hyman L., Konaroff E., for the Early Manifest Glaucoma Trial Group: Factors for Glaucoma Progression and effect of treatment. *The Early Manifest Glaucoma Trial. Arch Ophthalmol* 2003; 121: 48-56.
12. Lagerlof O.: Airpuff tonometry versus applanation tonometry. *Acta Ophthalmol* 1990; 68: 221-224.



3. ábra. A Goldmann applanációs tonométer (GAT) és a non-kontakt tonométerrel (NCT) mért szemnyomáseredmények (a dobozban lévő vonallal jelöltük a mediánt, a doboz az alsó és felső interkvartilis tartományt jelöli, míg a whiskers a minimális és maximális értékeket mutatja)

13. *Lawson-Kopp W., DeJong A., Yudkovitch L., Williams S., Kohl P., Yolton R.L.*: Clinical evaluation of the Keeler Pulsair 3000 non-contact tonometer. *Optometry* 2002; 73: 81-90.
14. *Müller A., Godenschweiger L., Lang G.E., Kampmeier J.*: Prospektiver Vergleich des neuen Impressionstonometers TGDc-01 und des Non-Kontakt-Tonometers PT 100 mit der etablierten Goldmann-Appplanationstonometrie. *Klin Monbl Augenheilkd* 2004; 221: 762-768.
15. *Nagymihály A., Kóthy P., Vargha P., Holló G.*: Ocuton kézi applanációs tonométerek; a mérés pontossága és a klinikai alkalmazhatóság vizsgálata. *Szemészet* 2000; 137: 233-236.
16. *Papp J., Juhász L., Sohajda Z.*: Air push tonométerrel nyert tapasztalataink: a non-kontakt tonométer mérési pontosságának vizsgálata. *Szemészet* 2006; 143: 109-113.
17. *Tonnu P.A., Ho T., Newson T., El Sheikh A., Sharma K., White E., Bunce C., Garway-Heath D.*: The influence of central corneal thickness and age on the intraocular pressure measured by pneumotonometry, non-contact tonometry, the Tono-Pen XL, and Goldmann applanation tonometry. *Br J Ophthalmol* 2005; 89: 851-854.
18. *Vörösmarty D., Bencze J.*: Az érintésmentes tonometria elmélete. *Szemészet* 1980; 117: 211-219.

Levelezési cím: Dr. Úr László
Jósa András Oktatókórház Nonprofit Kft., Szemészeti osztály
4400 Nyíregyháza, Szent István krt. 68
E-mail: urlaci@freemail.hu