

DOI 10.5937/halo56-25649

ORIGINALNI RAD

UDC: 617.7-007.681:  
611.841.061Jordanova E. i sar. Uticaj  
debljine rožnjače na vrednost  
intraokularnog pritiska.  
NČ UM Halo 194. 2020;  
26(1):7-14.**UTICAJ CENTRALNE DEBLJINE ROŽNJAČE NA VREDNOSTI  
INTRAOKULARNO PRITISKA IZMERENOG DVEMA METODAMA:  
GOLDMANOVOM APLANACIONOM I DINAMIČKOM KONTURNOM  
TONOMETRIJOM KOD ISPITANIKA SA DIJAGNOZOM PRIMARNOG  
GLAUKOMA OTVORENOG UGLA***Elena JORDANOVA<sup>1</sup>, Paraskeva HENTOVA- SENČANIĆ<sup>2</sup>,  
Ivan MARJANOVIĆ<sup>3,4</sup>, Ivan SENČANIĆ<sup>5</sup>, Ivana STEFANOVIĆ<sup>6</sup>,  
Marko BARALIĆ<sup>7</sup>*

<sup>1</sup>Služba nefrologije, Klinika za internu medicinu, KBC Zemun, Beograd, Srbija;  
<sup>2</sup>Medigroup-oftalmološka ambulanta Oftalmika, Beograd, Srbija; <sup>3</sup>Klinika za očne bolesti,  
KCS; <sup>4</sup>Medicinski fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd, Srbija; <sup>5</sup>Klinika za očne  
bolesti, KBC Zvezdara, Beograd, Srbija; <sup>6</sup>Gradski zavod za hitnu medicinsku pomoć,  
Beograd, Srbija; <sup>7</sup>Klinika za nefrologiju, KCS, Beograd, Srbija

**SAŽETAK**

**Uvod/eli** Dinamička konturna tonometrija (DCT) je kontaktna, neaplanaciona metoda merenja IOP-a. Cilj studije je bio da se utvrdi uticaj centralne debljine rožnjače (CCT) na visinu IOP-a izmerenog dvema metodama: GAT i DCT kod obolelih od glaukoma otvorenog ugla.

**Metode** Studija je obuhvatila 150 ispitanika (300 očiju) sa dijagnozom primarnog glaukoma otvorenog ugla (54 muškaraca) prosečne starosti  $59,39 \pm 13,12$  godina. IOP je meren dvema metodama: Goldmanova aplanaciona tonometrija (GAT) i dinamička konturna tonometrija (DCT). Određivana je CCT (ultrazvučni pahimetar). DCT uvodi još jednu vrednost - okularnu pulsnu amplitudu (OPA).

**Rezultati** IOP izmeren GAT metodom bio je niži u poređenju sa IOP-om izmerenim DCT metodom ( $17,71 \pm 3,35$  mmHg vs  $19,80 \pm 3,67$  mmHg). Povezanost IOP-a izmerenog GAT metodom sa IOP-a izmerenim DCT metodom bila je visoko statistički značajna pozitivnog smera ( $r=0,867$ ;  $p<0,01$ ). Povezanost CCT sa IOP-om izmernim GAT metodom kod svih ispitanika bila je visoko statistički značajna ( $r=0,198$ ;  $p<0,01$ ), dok je povezanost CCT sa IOP-om izmernim DCT metodom bila statistički značajna ( $r=0,180$ ;  $p<0,05$ ). Pri promeni CCT za svakih 10  $\mu$ m dolazi do promene IOP-a izmerenog GAT metodom za 0,3 mmHg, dok je prosečna promena IOP-a izmerenog DCT metodom za 0,4 mmHg. CCT je visoko statistički značajno pozitivno korelirala sa OPA ( $r=0,204$ ;  $p<0,01$ ). Povezanost OPA sa IOP-om izmerenog GAT metodom ( $r=0,393$ ;  $p<0,01$ ) i IOP-om izmerenog DCT metodom ( $r=0,452$ ;  $p<0,01$ ) bila je visoko statistički značajna pozitivnog smera.

**Zaključak** IOP izmeren GAT metodom bio je niži u poređenju sa IOP-om izmerenim DCT metodom. CCT je imala uticaj na IOP izmeren obema metodama: GAT i DCT. Uticaj CCT na IOP-a izmeren DCT metodom bio je niži u poređenju sa uticajem CCT na IOP izmeren GAT metodom.

**Ključne reči:** centralna debljina rožnjače, dinamički konturni tonometar, okularna pulsna amplituda.

**Rad primljen:** 11.03.2020.**Prihvaćen:** 17.03.2020.**Korespondencija:**

Elena Jordanova

KBC Zemun, Vukova 9

11000 Beograd, Srbija

Tel: +38164 8577 958

E-mail:

jordanova.elena@gmail.com

**Uvod**

Glaukom je masovna, nezarazna bolest, čija pojava ne može da se spreči. Ali, pravovremeno dijagnostikovan, uspešno se kompenzuje medikamentnim i hirurškim metodama. Glaukom nelečen ili neadekvatno lečen u konačnom ishodu dovodi do slepila [1]. Rana dijagnoza glaukoma je od izuzetnog značaja u prevenciji

progresije ove bolesti. Jedna od osnovnih metoda za postavljanje dijagnoze glaukoma je tonometrija-metoda merenja intraokularnog pritiska (IOP-a) [2].

U svakodnevnoj oftalmološkoj praksi standard za merenje IOP-a predstavlja Goldmanova aplanaciona

tonometrija (GAT). Merenje IOP-a ovom metodom vrši se na osnovu sile koja je potrebna da izvrši aplanaciju, odnosno zaravnjivanje određene površine rožnjače. Postupak merenja IOP-a ovom metodom bazira se na Fickovom principu:  $W = P \times A$  tj. visina IOP se određuje na osnovu sile potrebne da izvrši aplanaciju rožnjače kružne površine dijametra 3,06 mm (7,35 mm<sup>2</sup>). Pritisak koji deluje na rožnjaču od 0,1 g odgovara 1mmHg IOP-a [3,4]. Greške u merenju IOP-a GAT metodom mogu nastati kod rožnjača čija debljina odstupa od normalnih vrednosti. Određivanje centralne debljine rožnjače (CCT od *engl. central corneal thickness*) je indirektan pokazatelj integriteta kornealnog endotela [3].

Dinamička konturna tonometrija (DCT) je kontaktna, neaplanaciona metoda merenja IOP-a. Nazvana je i Paskalova metoda [5] u čast francuskog fizičara Blaise Pascala (1623-1662) jer princip rada ovog tonometra počiva na njegovom zakonu: "Pritisak na zatvoreni fluid se prenosi podjednako na sve zidove suda". DCT metoda merenja IOP-a zasniva se na principu usaglašenih kontura glave tonometra i rožnjače tako da glava tonometra preuzima ulogu omotača bulbusa, a potiče od IOP-a. Piezoelektrični senzor (dijametra 1,2 mm) je ugrađen na vrhu konturne glave DCT-a i tako da se ovom metodom direktno mere dinamičke pulsativne fluktuacije u IOP-u. Glava DCT proizvodi konstantnu apozicionu silu od 1g (Figura 1) [5,6].

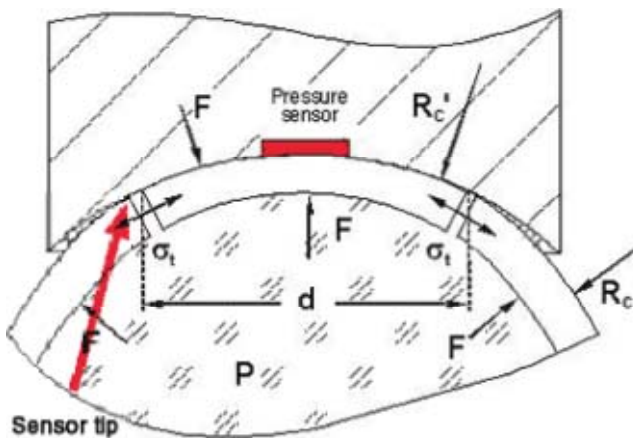


Figura 1. Princip rada Dinamičkog konturnog tonometra (6)

DCT je izuzetno koristan u slučajevima kada zbog neadekvatne pristupne površine (rožnjače) merenje GAT metodom nije dovoljno precizno (stanja nakon refraktivne hirurgije - LASIK, LASEK, PRK kao i kod keratokonusa) [7]. Uticaj CCT na visinu IOP-a je najveći kod nekontaktnih tonometrijskih metoda, a najmanji kod primene DCT metode [5,6,8].

### Cilj rada

Cilj ove studije je bio da se utvrdi uticaj centralne debljine rožnjače na visinu IOP-a izmerenog dvema

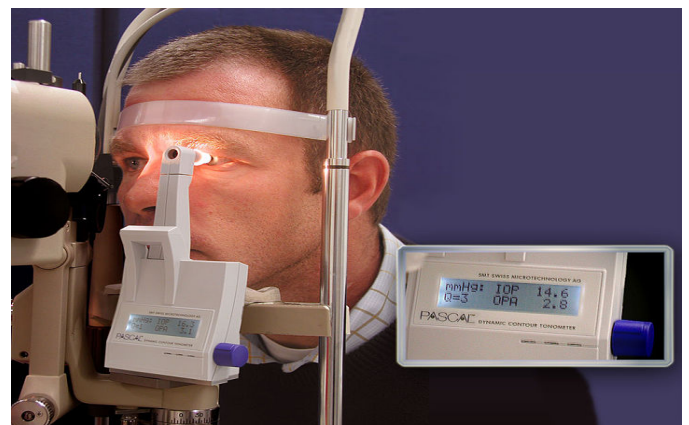
metodama: GAT i DCT kod obolelih od glaukoma otvorenog ugla.

### Materijal i metode

Studija je obuhvatila 150 ispitanika (300 očiju) sa dijagnozom primarnog glaukoma otvorenog ugla (54 osoba muškog pola) prosečne starosti 59,39 godina.

Uključujući kriterijumi su podrazumevali: gonioskopski otvoren komorni ugao, IOP  $\geq 21$  mmHg uz prisustvo morfoloških ispada na glavi optičkog nerva i sloju nervnih vlakana retine (ekskavacija papile optičkog nerva) i ispada u vidnom polju, moguće prisustvo početne katarakte, vidna oštrina  $>0,5$  refrakciona anomalija: hipermetropija ( $\leq +6,0$  D) i miopija ( $\leq -6,0$  D). Isključujući kriterijumi su bili: prisustvo pseudoeksfolijacije, pigmentnog disperzionog sindroma, prisustvo oboljenja prednjeg segmenta oka npr. oboljenja ili ožiljci rožnjače, oboljenja zadnjeg segmenta oka, inflamatorna oboljenja oka, abnormalna morfologija optičkog diska koja sprečava precizno određivanje cup/disc (C/D) odnosa, glaukom u terminalnom stadijumu oboljenja, prethodna operacija katarakte ili glaukoma.

IOP je meren GAT i DCT metodom. Postupak merenja IOP-a obema metodama obavljen je tri puta. Najpre je vršeno merenje IOP-a GAT metodom (Goldmann tonometer, Haag- Streit International AT 900, Swiss Made) u sedećem položaju ispitanika na biomikroskopu, a nakon lokalne anestezije rožnjače pomoću sol. Tetrakain hlorid 1% [3]. Nakon 15 minuta, obavljeno je merenje IOP-a DCT metodom (Pascal Dynamic Contour Tonometer, SMT Swiss Microtechnology AG a Ziemer Ophthalmics Group Company, CH- 2562 P011 Switzerland) u lokalnoj anesteziji uz upotrebu sol. Tetrakain hlorid 1%. Silikonski tip tonometra se menja pre svakog merenja (glava GAT se dezinfikuje). Za adekvatno očitavanje rezultata potrebno je tokom merenja dobiti najmanje 5 kardijačnih krugova (preporuka je od 5-8). Tri kratka jednobrazna zvučna signala označavaju završetak merenja (Slika 1).



Slika 1. Postupak merenja intraokularnog pritiska metodom Dinamičke konturne tonometrije (6)

Rezultati IOP-a izraženog u mmHg se očitavaju na ekranu (LCD-u) ovog tonometra, merenje je na 100 Hz, a vrednosti su prikazane u rezoluciji od 0,1 mm. Na ekranu se takođe očitava i vrednost okularne pulsne amplitude (OPA) koja predstavlja razliku između sistolnog i dijastolnog krvnog pritiska izraženu u mmHg. Poslednja merna vrednost koja se očitava na LCD-u je Q- indikator kvaliteta merenja. Q može imati vrednost od 1 do 5 (vrednosti 1 i 2 su odlične, 3 prihvatljive, 4 i 5 - merenja treba ponoviti) [5].

Ultrazvučni pahimeter (Micro Medical Devices, Palm Scan AP 2000 Ophthalmic Ultrasound, Device Mode P2000, password 64711773, Serial # 3102, Made in USA) je korišćen za određivanje CCT. Ispitanik je u sedećem položaju. Postupak se izvodi nakon lokalne anestezije rožnjače pomoću sol. Tetrakain hlorid 1%. Vršena su tri uzastopna merenja, na ekranu pahimetra očitavana je srednja vrednost CCT izražene u  $\mu\text{m}$  [3,6]. Izvršena je podela vrednosti CCT u tri podgrupe: tanka rožnjača (485- 519  $\mu\text{m}$ ), rožnjača srednje debljine (520 do 589  $\mu\text{m}$ ) i debela rožnjača od 590- 684  $\mu\text{m}$ .

Za merenje krvnog pritiska korišćen je živin manometar (Bokang aneroid sphyngomanometer CE 0483 Bokang Instruments China).

Protokol ispitivanja u ovoj studiji je u skladu sa Helsinškom deklaracijom. Svaki ispitanik je potpisao informisani pristanak.

Deskripcija numeričkih podataka u radu urađena je merama centralne tendencije (aritmetička sredina i medijana) kao i merama varijabiliteta (standardna devijacija - SD, minimalna i maksimalna vrednost). Raspodela podataka testirana je testom po Kolmogorov Smirnovu; normalna (Gausova) raspodela je potvrđena u svim slučajevima. Dobijeni podaci su poređeni Studentovim T testom odnosno Pirsonovim  $\chi^2$  testom. U analizi povezanosti obeležja primenjena je jednostruka parametarska korelacija i regresija. Za statističku analizu korišćen je SPSS softver 17.0. Nivo značajnosti u svim primenjenim metodama bio je na granici  $p = 0,05$ .

## Rezultati

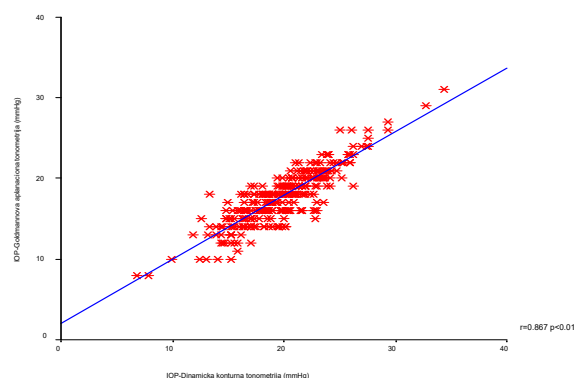
Studija je obuhvatila 150 ispitanika (300 očiju) sa primarnim glaukomom otvorenog ugla. Prosečna starost ispitanika iznosila je  $59.39 \pm 13.12$  godina. Najmlađi ispitanik imao je 19 godina, najstariji 83 godine. Pregledom je obuhvaćeno 96 ispitanika ženskog pola i 54 ispitanika muškog pola. Najveća zastupljenost žena i muškaraca bila je u grupi od 61-70 godina (30 žena/18 muškaraca). U starosnoj grupi do 20 godina nije bilo ispitanika muškog pola, dok među ispitanicima ženskog pola nije bilo starijih od 80 godine (Tabela 1). Dobijena razlika ispitanika po polu i starosnim grupama nije bila

statistički značajna ( $F=9.412$ ,  $p > 0,05$ ).

**Tabela 1.** Distribucija ispitanika po starosnim grupama u odnosu na pol

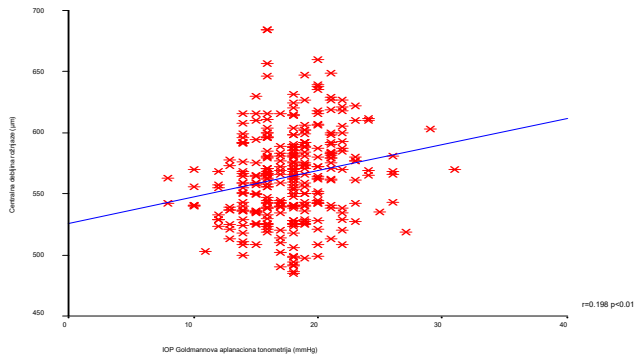
Godine života	Pol		Ukupno
	Muški	Ženski	
< 20	0	2	2
21- 30	1	1	2
31- 40	1	7	8
41- 50	10	15	25
51- 60	7	27	34
61- 70	18	30	48
71- 80	14	14	28
> 80	3	0	3
<b>Svega</b>	<b>54</b>	<b>96</b>	<b>150</b>

Prosečna vrednost IOP-a izmerenog GAT metodom iznosila je  $17,7 \pm 3,35$  mmHg (8-31 mmHg), dok je prosečna vrednosti IOP-a izmerenog DCT metodom iznosila  $19,80 \pm 3,67$  mmHg (6,8 - 34,3 mmHg). Prosečna vrednost razlike IOP-a izmerenog DCT i GAT metodom iznosila je  $2,09 \pm 1,84$  mmHg (-4,60mmHg - 7,80mmHg). Jednostrukom parametarskom korelacijom pokazano je da je povezanost IOP-a izmerenog GAT metodom sa IOP-om izmerenog DCT metodom bila visoko statistički značajna pozitivnog smera ( $r=0,867$ ;  $p < 0,01$ ) (Figura 2). Prosečna vrednost CCT iznosila je  $564,06 \pm 36,43 \mu\text{m}$  (485 - 684  $\mu\text{m}$ ).



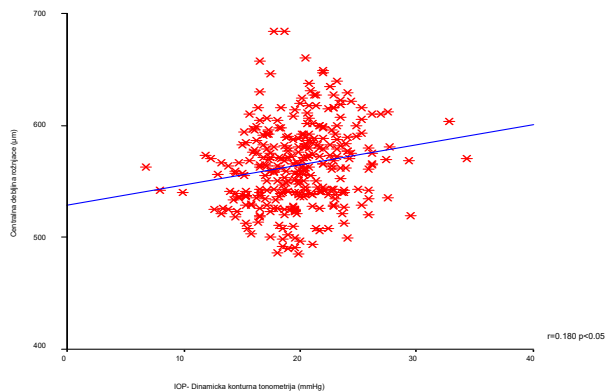
**Figura 2** Povezanost intraokularnog pritiska izmerenog GAT metodom i intraokularnog pritiska izmerenog DCT metodom kod ispitanika sa glaukomom otvorenog ugla

Figura 3 prikazuje da je povezanost CCT sa vrednostima IOP-a izmerenog GAT metodom kod svih ispitanika jednostrukom parametarskom korelacijom bila visoko statistički značajna pozitivnog smera ( $r=0,198$ ,  $p < 0,01$ ).



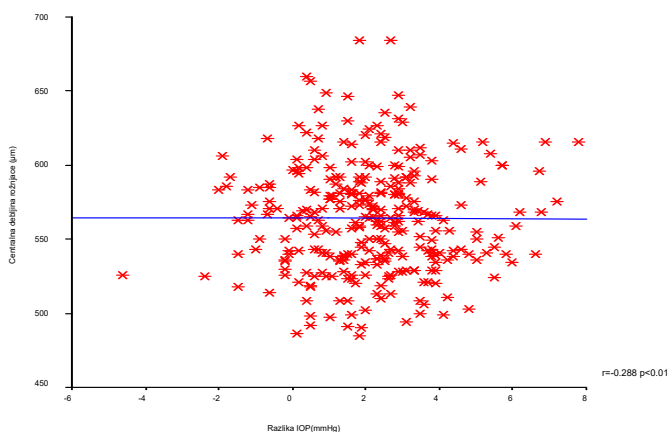
**Figura 3.** Povezanost centralne debljine rožnjače i intraokularnog pritiska izmerenog GAT metodom kod ispitanika sa glaukomom otvorenog ugla

Povezanost CCT sa vrednostima IOP-a izmerenog DCT metodom jednostrukom parametarskom korelacijom bila je statistički značajna pozitivnog smera ( $r=0,180$ ;  $p<0,05$ ) (Figura 4).



**Figura 4.** Povezanost centralne debljine rožnjače i intraokularnog pritiska izmerenog DCT metodom kod ispitanika sa glaukomom otvorenog ugla

Figura 5 prikazuje da je analizom povezanosti CCT sa vrednostima razlike IOP-a izmerenog DCT i GAT metodom kod svih ispitanika jednostrukom parametarskom korelacijom nađena visoko statistički značajna povezanost negativnog smera ( $r=-0,288$ ;  $p<0,01$ ).



**Figura 5.** Povezanost centralne debljine rožnjače i raliike intraokularnog pritiska izmerenog DCT i GAT metodom kod ispitanika sa glaukomom otvorenog ugla

U ovoj studiji linearnom regresionom analizom pokazano je da pri promeni CCT za svakih 10  $\mu\text{m}$  dolazi do promene IOP-a izmerenog GAT metodom za 0,3 mmHg, dok je prosečna promena IOP-a izmerenog DCT metodom za 0,4 mmHg.

**Tabela 2** Učestalost nalaza centralne debljine rožnjače po podgrupama kod ispitanika sa glaukomom otvorenog ugla

Debljina rožnjače ( $\mu\text{m}$ )	Broj očiju (N)	% očiju
I podgrupa (485- 519)	27	9.0
II podgrupa (520- 589)	203	67.7
III podgrupa (590- 684)	70	23.3
Ukupno	300	100

Prva podgrupa je obuhvatila 27 očiju (9%), druga podgrupa 203 oka (67,7%) i u trećoj podgrupi je bilo 70 očiju (23,3%). Iz tabele 2 se može videti da kod ispitanika dominira druga podgrupa CCT od 520 do 589  $\mu\text{m}$ , dok je prva podgrupa sa vrednostima CCT od 485 do 519  $\mu\text{m}$  relativno retka. Hi kvadrat testom dobijeno je da je ova razlika visoko statistički značajna ( $\chi^2=31,048$ ;  $p<0,01$ ).

U podgrupi CCT: 485 do 519  $\mu\text{m}$  povezanost prosečne vrednosti IOP-a izmerenog GAT metodom i razlike IOP-a izmerenog DCT i GAT metodom jednostrukom parametarskom korelacijom bila je visoko statistički značajna negativnog smera ( $r=-0,025$ ;  $p<0,01$ ), dok je povezanost prosečne vrednosti IOP-a izmerenog DCT metodom i razlike IOP-a izmerenog DCT i GAT metodom bila visoko statistički značajna pozitivnog smera ( $r=0,260$ ;  $p<0,01$ ).

Jednostrukom parametarskom korelacijom u podrupi CCT: 520 do 589  $\mu\text{m}$  pri analizi povezanosti prosečne vrednosti IOP-a izmerenog GAT metodom i razlike IOP-a izmerenog DCT i GAT metodom dobijena je visoko statistiki značajna negativna povezanost ( $r=-0,082$ ;  $p<0,01$ ), a pri analizi povezanosti prosečne vrednosti IOP-a izmerenog DCT metodom i razlike IOP-a izmerenog DCT i GAT metodom visoko statistiki značajna pozitivna povezanost ( $r=0,416$ ;  $p<0,01$ ).

U podgrupi CCT, 590 do 684  $\mu\text{m}$  povezanost prosečne vrednosti IOP-a izmerenog GAT metodom i razlike IOP-a izmerenog DCT i GAT metodom jednostrukom parametarskom korelacijom bila je visoko statistički značajna negativnog smera ( $r=-0,127$ ;  $p<0,01$ ), a povezanost prosečne vrednosti IOP-a izmerenog DCT metodom i razlike IOP-a izmerenog DCT i GAT metodom vrednost visoko statistički značajna pozitivnog smera ( $r=0,453$ ;  $p<0,01$ ).

Prosečna vrednost OPA iznosila je  $3.88\pm 1.45$  mmHg (1,3-8,9 mmHg). Povezanost CCT sa OPA bila je visoko statistički značajna pozitivnog smera ( $r=0,204$ ;  $p<0,01$ ).

Analizom povezanosti OPA sa IOP-om izmerenog GAT metodom ( $r=0,393$ ;  $p<0,01$ ) i IOP-om izmerenog DCT metodom ( $r=0,452$ ;  $p<0,01$ ) jednostrukom parametarskom korelacijom kod ispitanika pokazano je da postoji visoko statistički značajna povezanost pozitivnog smera. Jednostrukom parametarskom korelacijom pronađena je: statistički značajna pozitivna povezanost OPA i starosti ispitanika ( $r=0,115$ ;  $p<0,05$ ), visoko statistički značajna pozitivna povezanost OPA sa vrednostima sistolnog krvnog pritiska ( $r=0,260$ ;  $p<0,01$ ). Povezanost OPA i dijastolnog krvnog pritiska nije bila statistički značajna ( $r=0,044$ ,  $p>0,05$ ).

## Diskusija

Intraokularni pritisak (IOP) je važan parametar u dijagnozi i praćenju glaukoma otvorenog ugla. U svakodnevnoj oftalmološkoj praksi GAT je osnovna metoda merenja IOP-a. U ovoj studiji prosečna vrednost IOP-a izmerenog GAT metodom je  $17,7\pm 3,35$  mmHg, dok je prosečna vrednosti IOP-a izmerenog DCT metodom  $19,80\pm 3,67$  mmHg. Ku i sar. [9] dobijaju niže vrednosti IOP-a izmerenog obema metodama (GAT i DCT), dok Barleon i sar. [10] dobijaju više vrednosti u poređenju sa našim prosečnim vrednostima. U ovoj studiji prosečna vrednost razlike IOP-a izmerenog DCT i GAT metodom iznosila je  $2,09\pm 1,84$  mmHg što se slaže sa rezultatima Ku i sar. [9], a protivurečno je rezultatima Yildiz i sar. [11]. Ova prosečna vrednost razlike IOP-a izmerenog DCT i GAT metodom dobijena u našoj studiji upućuje na mogućnost uvođenja DCT metode kao dopune GAT metodi. Naime, DCT ima niz prednosti u odnosu na GAT: 1) postoji LCD ekran na kome se direktno dobijaju rezultati urađenih merenja upotrebom DCT aparata, 2) ne dolazi do pojave infekcije prilikom merenja IOP-a, 3) u okviru aparata postoji baterija tako da se merenja IOP-a mogu obavljati i bez izvora električne energije, 4) jednostavan i brz je postupak njegovog montiranja na špalt lampu. Međutim, DCT ima i nedostatke: postupak merenja IOP-a duže traje u odnosu na postupak merenja IOP-a GAT metodom jer je vreme kontakta rožnjače i glave ovog tonometra produženo, skuplji je za upotrebu.

U našoj studiji povezanost IOP- a izmerenog GAT metodom sa vrednostima IOP-a izmerenog DCT metodom je visoko statistički značajna pozitivnog smera što se podudara sa rezultatima istraživanja Barleona i sar. [10], dok Ku i sar. [9] dobijaju statistički značajnu povezanost.

Pahimetrija je metoda merenja kornealne debljine i predstavlja, pored merenja IOP-a, važno mesto u dijagnostici glaukoma. Poznato je da je vrednost IOP-a izmerenog GAT metodom najpreciznija pri vrednosti CCT  $520\mu\text{m}$ . Pokušano je da se naprave razne korekzione tablice u odnosu CCT i IOP-a izmerenog GAT metodom. Međutim, nijedna tablica nije bila dovoljno precizna ni savršena. Povezanost CCT sa

vrednostima IOP-a izmerenog GAT metodom u našem radu bila je visoko statistički značajna pozitivnog smera ( $r=0,198$ ;  $p<0,01$ ) slično rezultatima Kniestedta i sar. [12] i Ku i sar. [9]. Ovo znači da osobe sa većom debljinom rožnjače imaju i veći IOP izmeren GAT metodom. Dalje, poredeći povezanost CCT sa vrednostima IOP-a izmerenog DCT metodom nađena je statistički značajna pozitivna povezanost ( $r=0,180$ ;  $p<0,05$ ), dok Kniestedta i sar. [12], Ku i sar. [9] pokazuju da nema statistički značajne povezanosti. U našem radu pomenuta veza je pozitivnog smera što znači da je veća vrednost CCT povezana sa višim vrednostima IOP-a izmerenog DCT metodom.

U kliničkoj praksi je potvrđeno da se kod ispitanika sa debljom rožnjačom prilikom merenja IOP-a izmerenog GAT metodom dobijaju više od realnih vrednosti IOP-a, dok se kod ispitanika sa tanjom rožnjačom dobijaju niže od realnih vrednosti IOP-a.

Sedamdesetih godina prošlog veka Ehler i sar. [13] pokazuju da postoje prihvatljive varijacije u vrednosti CCT kod klinički zdravih ispitanika. Oni su u svojoj studiji dobili da pri promeni CCT za svakih  $10\mu\text{m}$  dolazi do prosečne promene IOP-a izmerenog GAT metodom za  $0,7$  mmHg. Dvadeset godina kasnije Whitacre i sar. [14] u svojim ispitivanjima dobijaju prosečnu promenu IOP-a za  $0,2$  mmHg. U našoj studiji smo dobili da pri promeni CCT za svakih  $10\mu\text{m}$  dolazi do prosečne promene IOP-a izmerenog GAT metodom za  $0,3$  mmHg što se slaže sa istraživanjima Ku i sar. ( $0,28$  mmHg) [9], dok je prosečna promena IOP-a izmerenog DCT metodom za  $0,4$  mmHg što se slaže sa studijom Salvetata ( $0,48$  mmHg) [15], a znatno nižu vrednost dobijaju u svojoj studiji Ku i sar ( $0,10$  mmHg) [9].

Izvršena je podela vrednosti CCT u 3 podgrupe: prva podgrupa CCT:  $485-519\mu\text{m}$ , druga podgrupa CCT:  $520-589\mu\text{m}$  i treća podgrupa CCT:  $590-684\mu\text{m}$ . Analizirali smo povezanost prosečnih vrednosti IOP-a izmerenog GAT i DCT metodom sa vrednostima razlike IOP-a izmerenog DCT i GAT metodom u svakoj od ove tri podgrupe i pokazali da postoji visoko statistički značajna povezanost ( $p<0,01$ ). Mi smo u sve tri podgrupe došli do istog zaključka: kako se povećava vrednost razlike IOP-a izmerenog DCT i GAT metodom, dolazi do opadanja vrednosti IOP-a izmerenog GAT metodom. Veza između razlike IOP-a izmerenog DCT i GAT metodom i prosečnih vrednosti DCT je pozitivna tj. pri porastu vrednosti IOP-a izmerenog DCT metodom dolazi do porasta ove razlike. Ku i sar. [9] u podgrupi ispitanika sa vrednostima CCT:  $400-481\mu\text{m}$  i  $485-518\mu\text{m}$  pokazuju da nema statistički značajne povezanosti prosečnih vrednosti IOP-a izmerenog GAT i DCT metodom sa vrednostima razlike IOP-a izmerenog DCT i GAT metodom, dok u podgrupi

ispitanika sa vrednostima CCT: 519 - 625 $\mu$ m postoji manje slaganje prosečnih vrednosti IOP-a GAT i DCT metodom sa vrednostima razlike IOP-a izmerenog dvema metodama (Pri IOP >20 mmHg IOP (GAT) merenja su značajno viša u poređenju sa IOP (DCT) kod debljih roznjača).

Dinamički konturni tonometar uvodi još jednu vrednost-okularnu pulsnu amplitudu (OPA). Ona predstavlja pulsativnu fluktuaciju IOP-a prouzrokovanu aktivnošću miokarda. Prosečna vrednost OPA u ovom radu iznosila je 3,88 $\pm$ 1,45 mmHg.

Poredeći povezanost CCT i okularne pulsne amplitude pokazali smo da je postojala visoko statistički značajna pozitivna povezanost što bi značilo da osobe sa debljom roznjačom imaju veće vrednosti okularne pulsne amplitude. Naši rezultati su u diskrepanci sa studijom Schwenn-a i sar. [16]. Povezanost OPA sa IOP-a izmerenog GAT metodom i IOP-a izmerenog DCT metodom kod naših ispitanika pokazano je da postoji visoko statistički značajna pozitivna povezanost što se podudara sa rezultatima istraživanja Punjabi i sar [17]. U ovoj studiji pronađena je statistički značajna povezanost OPA i starosti ispitanika, visoko statistički značajna povezanost OPA sa sistolnim krvnim pritiskom, dok povezanost OPA i dijastolnog krvnog pritiska nije bila statistički značajna. Naši rezultati podržavaju rezultate studije Schwenn-a i sar. [16].

Okularna pulsna amplituda je nedovoljno ispitana u kliničkoj praksi. Poznato je da ona predstavlja razliku sistolnog i dijastolnog krvnog pritiska, i da određivanje njene vrednosti može biti korisna i kod kardioloških bolesnika.

Određivanjem vrednosti okularne pulsne amplitude DCT metodom upotpunjuje se dijagnostika i prognoza, kako glaukomnih pacijenata, tako i osoba sa hipertenzijom i oboljenjima miokarda. Ovo otvara još jedno polje uzajamne saradnje oftalmologa i interniste.

### Zaključak

U našoj studiji, vrednost IOP-a izmerenog GAT metodom bile su niže u poređenju sa vrednostima IOP-a izmerenog DCT metodom. CCT je imala uticaj na IOP izmeren obema metodama: GAT i DCT. Uticaj CCT na IOP-a izmeren DCT metodom. U kliničkoj oftalmološkoj praksi DCT metoda može poslužiti kao korisna dopuna standardnom merenju IOP-a GAT metodom

**Sukob interesa:** autori izjavljuju da nemaju sukob interesa.

### Literatura

1. Flaxman SR. Global causes of blindness and distance vision impairment 1990–2020: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Glob Health*. 2017; 5(12): e1221-e1234 [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(17\)30393-5](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(17)30393-5).
2. European Glaucoma Society Terminology and Guidelines for Glaucoma, 4th Edition - Part 1. *Br J Ophthalmol*. 2017; 101(4): 1–72. doi: 10.1136/bjophthalmol-2016-EGSguideline.001. PMID: 27378485
3. European Glaucoma Society Terminology and Guidelines for Glaucoma, 4th Edition - Chapter 2: Classification and terminology. Supported by the EGS Foundation: Part 1: Foreword; Introduction; Glossary; Chapter 2 Classification and Terminology. *Br J Ophthalmol*. 2017; 101(5): 73–127. doi: 10.1136/bjophthalmol-2016-EGSguideline.002. PMID: 285583685
4. Jonas JB, Aung T, Bourne RR, Bron AM, Ritch R, Panda-Jonas S. Glaucoma. *Lancet*. 2017; 390(10108): 2183-2193. doi: 10.1016/S0140-6736(17)31469-1. PMID: 28577860 .
5. Albis-Donado O, Bhartiya S, Gil-Reyes M, Casale-Vargas G, Arreguin-Rebollar N, Kahook MY. Citius, Altius, Fortius: Agreement between Perkins and Dynamic Contour Tonometry (Pascal) and the Impact of Altitude. *J Curr Glaucoma Pract*. 2018; 12(1): 40–44. doi: 10.5005/jp-journals-10028-1242. PMID: 29861581.
6. Saenz-Frances F, Sanz-Pozo C, Borrego-Sanz L, Jañez L, Morales-Fernandez L, Martinez-de-la-casa JM, et al. Dependence of dynamic contour and Goldmann applanation tonometries on peripheral corneal thickness. *Int J Ophthalmol*. 2017; 10(10): 1521-1527. DOI: 10.18240/ijo.2017.10.07. PMID: 29062770.
7. De Bernardo M, Rosa N. Evaluation of Goldmann applanation tonometry, rebound tonometry and dynamic contour tonometry in keratoconus. *J Optom*. 2018; 11(2): 130-131. doi: 10.1016/j.optom.2017.10.001. PMID: 29396037.
8. Kouchaki B, Hashemi H, Yekta A, Khabazkhoob M. Comparison of current tonometry techniques in measurement of intraocular pressure. *J Curr Ophthalmol*. 2016; 29(2): 92-97. DOI: 10.1016/j.joco.2016.08.010. PMID: 28626817.
9. Ku JYF, Danesh-Meyer HV, Craig JP, Gamble GD, Mc Ghee CNJ. Comparison of intraocular pressure measured by Pascal dynamic contour tonometry and Goldmann applanation tonometry. *Eye (Lond)*. 2006; 20 (2): 191-198. DOI: 10.1038/sj.eye.6701849. PMID: 15803173.
10. Barleon L, Hoffmann EM, Berres M, Pfeiffer N, Grus FH. Comparison of dynamic contour tonometry and Goldmann applanation tonometry in glaucoma patients and healthy subjects. *Am J*

- Ophthalmol. 2006;142(4):583–590. DOI: 10.1016/j.ajo.2006.05.030. PMID: 17011849.
11. Yildiz A, Yasar T. Comparison of Goldmann Applanation, Non-Contact, Dynamic Contour and Tonopen Tonometry Measurements in Healthy and Glaucomatous Eyes, and Effect of Central Corneal Thickness on the Measurement Results. *Med Glas (Zenica)*. 2018; 15 (2), 152-157. DOI: 10.17392/960-18. PMID: 30047543.
  12. Kniestedt C, Lin S, Choe J, Nee M, Bostrom A, Stürmer J, et al. Correlation Between Intraocular Pressure, Central Corneal Thickness, Stage of Glaucoma, and Demographic Patient Data. *J Glaucoma*. 2006; 15(2):91-97. doi: 10.1097/00061198-200604000-00003. PMID:16633220.
  13. Ehlers N, Bramsen T, Sperling S. Applanation tonometry and central corneal thickness. *Acta Ophthalmol (Copenh)*. 1975; 53(1): 34- 43. DOI: 10.1111/j.1755-3768.1975.tb01135.x. PMID: 1172910.
  14. Whitacre MM, Stein RA, Hassanein K. The effect of corneal thickness on applanation tonometry. *Am J Ophthalmol*. 1993; 115 (5): 592-593. DOI: 10.1016/s0002-9394(14)71455-2 PMID: 8488910.
  15. Salvat ML, Zeppieri M, Tosoni C, Brusini P. Comparisons between Pascal dynamic Contour tonometry, and Goldmann applanation tonometry in patients with glaucoma. *Acta Ophthalmol Scand*. 2007; 85(3):272-279. DOI: 10.1111/j.1600-0420.2006.00834.x. PMID: 17488456.
  16. Schwenn O, Troost R, Vogel A, Grus F, Beck S, Pfeiffer N, et al. Ocular pulse amplitude in patients with open angle glaucoma, normal tension glaucoma, and ocular hypertension. *Br J Ophthalmol*. 2002; 86(9): 81-984. DOI: 10.1136/bjo.86.9.981. PMID: 12185121.
  17. Punjabi OS, Ho HK, Kniestedt C, Bostrom AG, Stamper RL, Lin SC. Intraocular Pressure and Ocular Pulse Amplitude Comparisons in Different Type of Glaucoma Using Dynamic Contour Tonometry. *Current Eye Research*. 2006; 31(10):851-862. doi: 10.1080/02713680600899887. PMID: 17050277.

## ORIGINAL ARTICLE

**THE IMPACT OF CENTRAL CORNEAL THICKNESS ON VALUES OF INTRAOCULAR PRESSURE MEASURED USING TWO METHODS: GOLDMANN APPLANATION AND DYNAMIC CONTOUR TONOMETRY IN PATIENTS WITH OPEN-ANGLE GLAUCOMA**

*Elena JORDANOVA<sup>1</sup>, Paraskeva HENTOVA- SENCANIC<sup>2</sup>, Ivan MARJANOVIC<sup>3,4</sup>, Ivan SENCANIC, Ivana STEFANOVIC<sup>6</sup>, Marko BARALIC<sup>7</sup>*

<sup>1</sup> Department of Nephrology, Clinic for Internal Medicine, Clinical Hospital Center Zemun, Belgrade, Serbia; <sup>2</sup> Medigroup - Ophthalmology Infirmary Oftalmika, Belgrade, Serbia; <sup>3</sup> Clinic for Eye Diseases, Clinical Centre of Serbia; <sup>4</sup> Faculty of Medicine, University of Belgrade, Belgrade, Serbia; <sup>5</sup> Clinic for Eye Diseases, Clinical Hospital Centre Zvezdara, Belgrade, Serbia; <sup>6</sup> City Institute for Emergency Medical Aid, Belgrade, Serbia; <sup>7</sup> Clinic of Nephrology, Clinical Center of Serbia, Belgrade, Serbia.

**ABSTRACT**

**Introduction** Dynamic contour tonometry (DCT) is a contact, non-applanation method for measuring intraocular pressure (IOP).

**Objektive** The study aimed at evaluating the impact of central corneal thickness (CCT) on values of IOP measured using two methods: Goldmann applanation tonometry (GAT) and DCT.

**Methods** The study included 150 patients (300 eyes) with the diagnosis of open-angle glaucoma (54 males) and mean age of  $59.39 \pm 13.12$  years. IOP was measured using two methods: GAT and DCT. CCT was measured (ultrasound pachymetry). DCT introduced a new value - the ocular pulse amplitude (OPA).

**Results** The IOP measured with the GAT was lower compared to the IOP measured with DCT ( $17.71 \pm 3.35$  mmHg vs  $19.80 \pm 3.67$  mmHg). There was a significant positive correlation between IOP measured with GAT and IOP measured with DCT ( $r = 0.867$ ,  $p < 0.01$ ). In all patients, there was a significant positive correlation between CCT and IOP measured with GAT ( $r = 0.198$ ,  $p < 0.01$ ), as well as between CCT and IOP measured with DCT ( $r = 0.180$ ,  $p < 0.05$ ). With every  $10 \mu\text{m}$  of change in CCT, the change of IOP measured with GAT was  $0.3$  mmHg, while the average change of IOP measured with DCT was  $0.4$  mmHg. There was a significant positive correlation between CCT and OPA ( $r = 0.204$ ,  $p < 0.01$ ). There was also a significant positive correlation between OPA and IOP measured with GAT ( $r = 0.393$ ,  $p < 0.01$ ) and between OPA and IOP measured with DCT ( $r = 0.452$ ,  $p < 0.01$ ).

**Conclusion** IOP measured with GAT was lower than IOP measured with DCT. CCT had impact on both methods: GAT and DCT. The impact of CCT on IOP (DCT) was lower compared to the impact of CCT on IOP (GAT).

**Keywords:** central corneal thickness, dynamic contour tonometry, ocular pulse amplitude