

## Case report

## Studija slučaja

## PRAĆENJE PREČNIKA OMOTAČA OPTIČKOG NERVA KOMPJUTERIZOVANOM TOMOGRAFIJOM RADI NEINVAZIVNE PROCENE INTRAKRANIJALNOG PRITISKA: PRIKAZ SLUČAJA (Omotač optičkog nerva i intrakranijalni pritisak)

Adrijana Bojičić<sup>1</sup>, Gordana Jovanović<sup>1,2</sup>, Mirka Lukić Šarkanović<sup>1,3</sup>, Radmila Popović<sup>1,2</sup>, Filip Pajičić<sup>4,5</sup>

<sup>1</sup>Klinika za anesteziju, intenzivnu terapiju i terapiju bola, Univerzitetski Klinički centar Vojvodine, Novi Sad

<sup>2</sup>Medicinski fakultet Novi Sad, Univerzitet u Novom Sadu, Katedra za anesteziju i perioperativnu medicinu

<sup>3</sup>Medicinski fakultet Novi Sad, Univerzitet u Novom Sadu, Katedra za urgentnu medicinu

<sup>4</sup>Medicinski fakultet Novi Sad, Univerzitet u Novom Sadu, Katedra za hirurgiju

<sup>5</sup>Klinika za neurohirurgiju, Univerzitetski Klinički centar Vojvodine, Novi Sad

Rad je primljen 15.3.2022, revizija je primljena 4.4.2022, rad je prihvaćen 15.4.2022.

### Apstrakt

**Uvod:** Traumatske povrede mozga dovode do intrakranijalne hipertenzije i posledičnog ishemijskog oštećenja mozga, zbog čega je neophodno pratiti intrakranijalni pritisak. Zlatni standard za merenje intrakranijalnog pritiska su invazivne metode, ali mogu dovesti do komplikacija i nisu uvek dostupne. Merenje prečnika omotača optičkog nerva je koristan neinvazivni način procene intrakranijalnog pritiska i može se vršiti ultrasonografijom, kompjuterizovanom tomografijom i magnetnom rezonancom. Povećan dijametar omotača optičkog nerva na kompjuterizovanom tomogramu može da bude od pomoći pri dijagnostici bolesnika sa intrakranijalnom hipertenzijom i potrebom za hitnim terapijskim intervencijama i invazivnim merenjem intrakranijalnog pritiska. **Prikaz slučaja:** U radu smo prikazali bolesnika starosti 74 godine sa traumatskom povredom mozga i intrakranijalnim krvarenjem. Na inicijalnom snimku, prečnik omotača optičkog nerva bio je 6,81 mm levo, a desno 6,83 mm. Narednih dana, dolazi do uvećanja postojećih i novonastalih hematoma i promena u dijimetru omotača optičkog nerva. Nakon evakuacije hematoma, prečnik omotača optičkog nerva levo je iznosio 6.56 mm, a desno 6.47 mm. Kada je nastupilo drugo pogoršanje stanja bolesnika, prečnik omotača je iznosio 7,43 mm levo, a desno 7,25 mm. Dvadeset petog postoperativnog dana

**Autor za korespondenciju:** Adrijana Bojičić, Aranž Janoša 15/1/5, Novi Sad, Telephone: +381 669333271, E-mail: adrijanabojujic@gmail.com

## MONITORING OF OPTIC NERVE SHEATH DIAMETER ON COMPUTED TOMOGRAPHY FOR NONINVASIVE ASSESSMENT OF INTRACRANIAL PRESSURE: CASE REPORT (Optic nerve sheath and intracranial pressure)

Adrijana Bojičić<sup>1</sup>, Gordana Jovanović<sup>1,2</sup>, Mirka Lukić Šarkanović<sup>1,3</sup>, Radmila Popović<sup>1,2</sup>, Filip Pajičić<sup>4,5</sup>

<sup>1</sup>Clinic for Anesthesia, Intensive Care and Pain Therapy, University Clinical Center of Vojvodina, Novi Sad

<sup>2</sup>Faculty of Medicine Novi Sad, University of Novi Sad, Department of Anesthesiology and Perioperative Medicine

<sup>3</sup>Faculty of Medicine Novi Sad, University of Novi Sad, Department of Emergency Medicine

<sup>4</sup>Faculty of Medicine Novi Sad, University of Novi Sad, Department of Surgery

<sup>5</sup>Clinic of Neurosurgery, University Clinical Center of Vojvodina, Novi Sad

Submitted March 15, 2022, Revision received April 4, 2022, Accepted April 15, 2022.

### Summary

**Introduction:** It is important to measure intracranial pressure because traumatic brain injuries lead to intracranial hypertension and ischaemic brain lesions. The gold standard for measurement of intracranial pressure is invasive methods, but they can lead to complications and are not always available. Measurement of the optic nerve sheath diameter is a useful noninvasive way to estimate intracranial pressure and it can be done via ultrasonography, computed tomography and magnetic resonance imaging. Increased optic nerve sheath diameter on computed tomography can help to diagnose intracranial hypertension and to verify the need for urgent therapy and invasive measurements. **Case report:** We present 74 years old patient with traumatic brain injury and intracranial bleeding. Optic nerve sheath diameter was 6.81 mm on the left and 6.83 mm on the right side on the initial scan. In the coming days, existing haematomas were enlarged and there were newly formed haematomas, so there were changes in the optic nerve sheath diameter. After the haematoma evacuation, the sheath diameter was 6.56 mm on the left and 6.47 mm on the right side. At the time of the second neurologic deterioration, the sheath diameter was 7.43 mm on the left and 7.25 mm on the right side. On the 25<sup>th</sup> day, the diameter was 6.72 mm on the left and 6.41 mm on the right

**Corresponding author:** Adrijana Bojičić, Aranž Janoša 15/1/5, Novi Sad, Telefon: +381 669333271, E-mail: adrijanabojujic@gmail.com

prečnik omotača iznosio je 6,72 levo, a desno 6,41 mm. **Zaključak:** Merenje prečnika omotača optičkog nerva je značajna dodatna dijagnostička metoda u određivanju intrakranijalne hipertenzije i može pomoći u odluci o daljnjim terapijskim merama.

**Ključne reči:** Traumatske povrede mozga; intrakranijalni pritisak; kompjuterizovana tomografija; optički nerv

## Uvod

Traumatske povrede mozga mogu da dovedu do intrakranijalne hipertenzije, koja utiče na smanjen cerebralni protok krvi i dovodi do ishemijskog oštećenja mozga. *Brain Trauma Foundation* preporučuje monitoring intrakranijalnog pritiska kod komatoznih bolesnika (*Glasgow Coma Score* (GCS) 3-8) sa traumatskom povredom mozga, koji imaju patološke promene na *Computed Tomography* (CT), kao što su hematomi, kontuzije, otok, hernijacije i kompresije bazalnih cisterni, koji su indirektni pokazatelji intrakranijalne hipertenzije<sup>1,2</sup>.

Invazivne metode su zlatni standard za merenje intrakranijalnog pritiska. Eksterna ventrikularna drenaža podrazumeva kateterizaciju moždane komore i povezivanje sa spoljašnjim sistemom i uređajem za merenje intrakranijalnog pritiska. Pomoću ovog sistema, može da se sprovodi i terapijska drenaža cerebrospinalne tečnosti, intratekalno davanje lekova i drenaža intraventrikularne hemoragije. Za merenje intrakranijalnog pritiska koriste se epiduralni, subduralni i intraparenhimski mikrotransdjuseri, ali oni ne omogućavaju drenažu cerebrospinalne tečnosti radi snižavanja intrakranijalnog pritiska. Invazivne metode merenja mogu da dovedu do krvarenja, infekcija i nisu uvek dostupne, zbog čega neinvazivna procena intrakranijalnog pritiska dobija na značaju<sup>3</sup>.

Merenje prečnika omotača optičkog nerva (ONSD – *Optic Nerve Sheath Diameter*) predstavlja neinvazivni metod praćenja intrakranijalnog pritiska i može da se vrši ultrasonografijom, kompjuterizovanom tomografijom i magnetnom rezonancom<sup>4,5</sup>.

Optički nerv je okružen moždanim ovojnicama – mekom opnom, subarahnoidalnim prostorom, paučinastom i tvrdom opnom, a sve promene intrakranijalnog pritiska prenose se na njegov omotač. Zbog manje gustine subarahnoidalnih

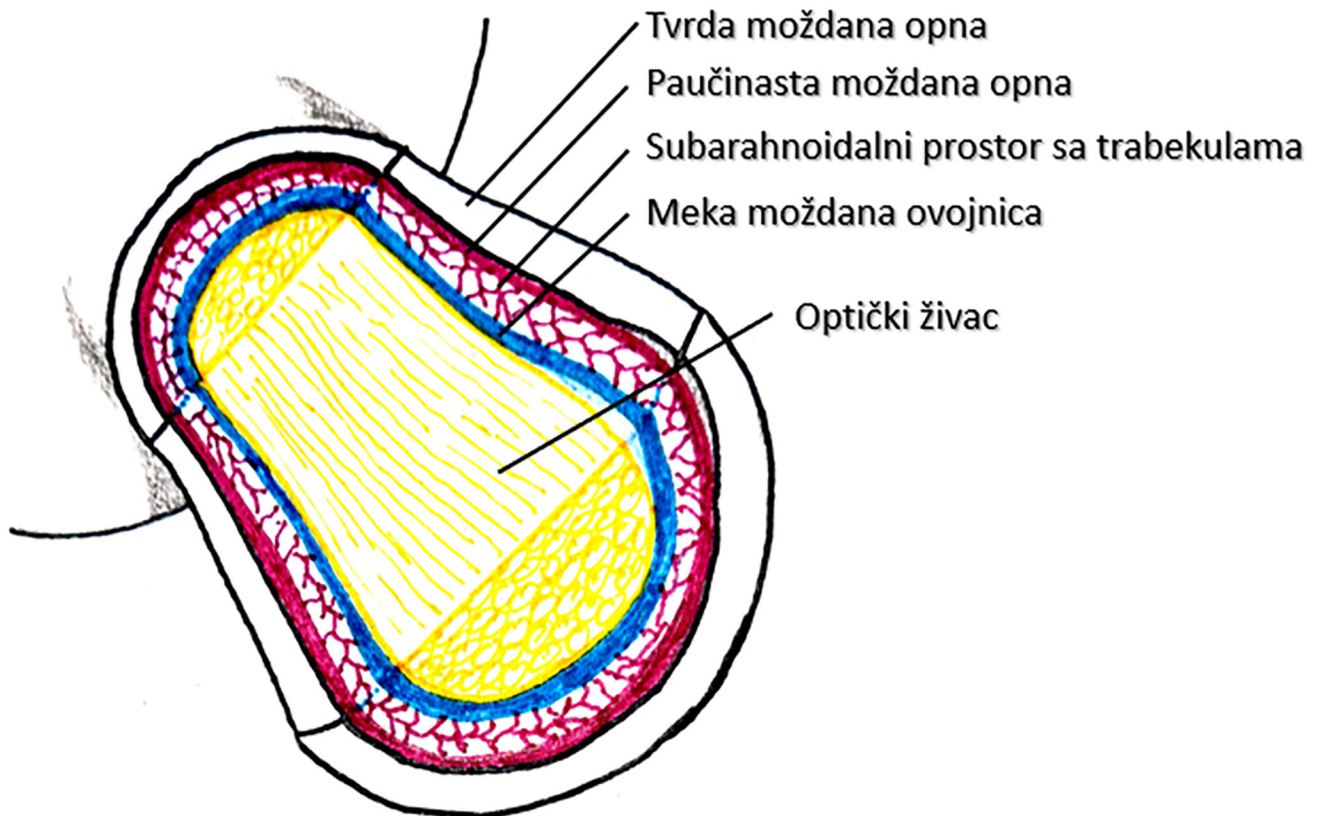
trabekula, omotač optičkog nerva je najdistenzibilniji 3 mm iza bulbusa, zbog čega se merenja najčešće vrše u ovoj regiji (Slika 1). Omotač optičkog nerva se sastoji od optičkog nerva (debljine 2–3 mm), tvrde moždane opne (debljine 0,5 mm sa obe strane) i subarahnoidalnog prostora, koji se menja u odnosu na promene intrakranijalnog pritiska<sup>3,6–9</sup>. Zbog individualnih veličina optičkog nerva i njegovog omotača, koristi se ONSD/ETD indeks, tj. odnos prečnika omotača optičkog nerva i poprečnog dijametra očne jabučice (*Eyeball Transverse Diameter* – ETD). Prednje-zadnji dijametar bulbusa može biti različit kod određenih očnih bolesti i mana, zbog čega se preporučuje poprečni prečnik<sup>6,10</sup>.

**Keywords:** Traumatic Brain Injuries; Intracranial Pressure; X-Ray Computed Tomography; Optic Nerve

Promene prečnika omotača optičkog nerva u realnom vremenu prate promene intrakranijalnog pritiska. Kompjuterizovana tomografija predstavlja zlatni standard za evaluaciju traumatskih povreda mozga. Povećan dijametar omotača optičkog nerva na inicijalnom CT snimku može da bude od pomoći u dijagnostici bolesnika sa intrakranijalnom hipertenzijom i potrebom za hitnim terapijskim intervencijama i invazivnim merenjem intrakranijalnog pritiska. Značajne promene ONSD odgovaraju velikim promenama intrakranijalnog pritiska (*Intracranial Pressure* – ICP), ali ne mogu da zamene invazivno merenje, kad su u pitanju senzitivnost i specifičnost ove metode<sup>3,11,12</sup>.

**Prikaz slučaja**

Predstavljamo bolesnika sa traumatskom povredom mozga, kod koga smo pratili vrednosti ONSD pomoću CT-a. Muškarac, starosti 74 godine, primljen je u Urgentni centar Univerzitetskog Kliničkog Centra Vojvodine zbog glavobolje i muke, nakon povrede zadobijene prilikom pada na ravnom. Bolesnik je bio svestan na prijemu, GCS 15, bez grubog piramidalnog deficita, sa prostrbinskim vremenom 1,97, a CT pregledom je



**Slika 1:** Anatomija omotača optičkog nerva

postavljena dijagnoza subduralnog hematoma levog tentorijuma bez kompresivnog efekta. Boleznik koristi oralnu antikoagulantnu terapiju, zbog prethodne flebotromboze noge.

Merenje prečnika omotača optičkog nerva i procena intrakranijalnog pritiska

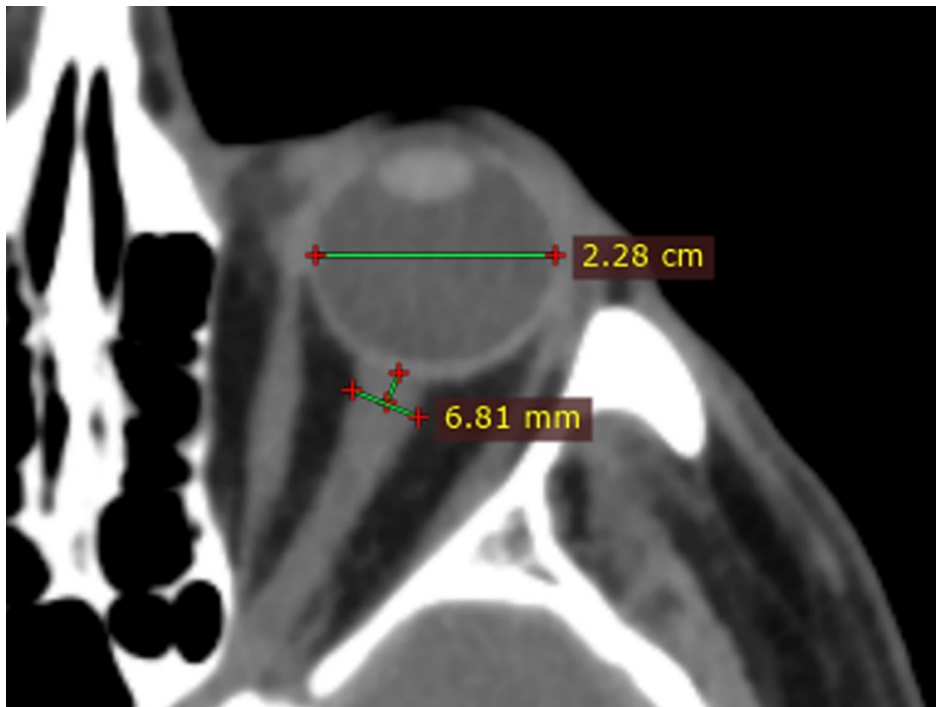
Metoda je izvođena na sledeći način. Evaluirani su CT snimci u programu RadiANT DICOM i korišćeni su aksijalni preseki i prozor za meka tkiva. Perpendikularno u odnosu na optički nerv, 3 mm iza bulbosa, manuelno je, pomoću kalipera, meren prečnik omotača oba optička nerva, od jedne do druge ivice dure mater. Meren je i najširi poprečni prečnik obe očne jabučice, u cilju određivanja odnosa ONSD/ETD. Praćeni su i drugi kriterijumi koji ukazuju na intrakranijalnu hipertenziju na CT snimcima – intrakranijalno krvarenje, hernijacije, kompresije komora i cisterni, edem mozga i pomeranje u medisagitalnoj ravni. Merenja u našem slučaju vršena su od strane intenziviste, neurohirurga, a pod kontrolom iskusnog radiologa.

Inicijalno merenje je načinjeno po prijemu, nekoliko časova nakon povređivanja. Omotač optičkog nerva bio je 6,81 mm sa leve strane (ONSD/ETD 0,29), a sa desne 6,83 mm (ONSD/ETD

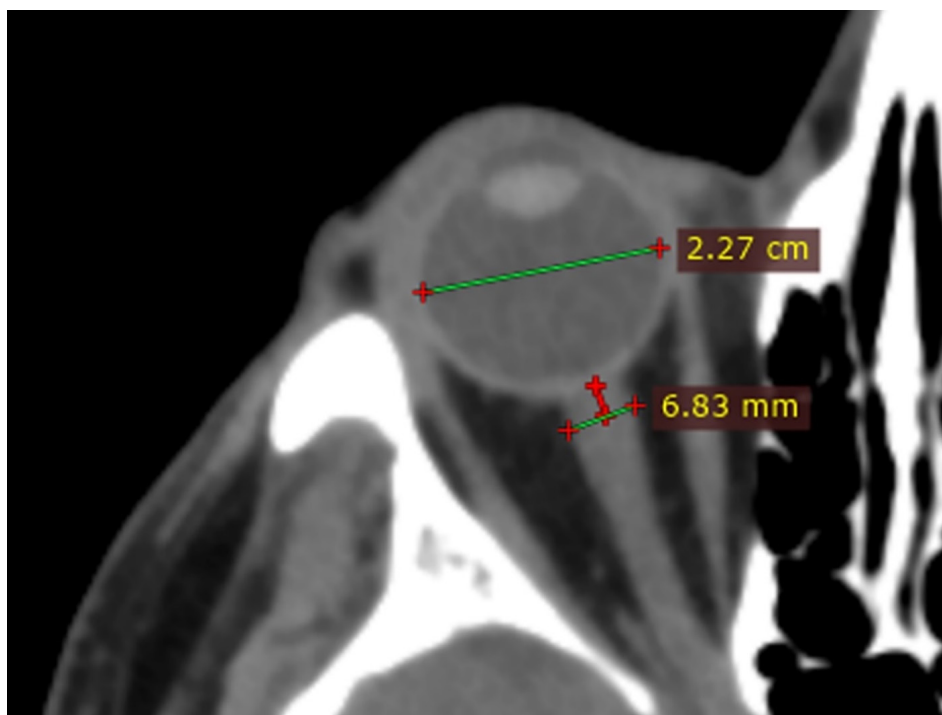
0,30). Poprečni prečnik očne jabučice levo je bio 22,8 mm, a desno 22,7 mm (Slika 2 i 3). Doneta je odluka o konzervativnom lečenju bolesnika, sprovedena je terapija radi korekcije efekata antikoagulantne terapije i koagulacioni status je korigovan primenom vitamina K i sveže smrznute plazme.

Četvrtog dana od povređivanja, ponovljen je CT endokranijuma, na kom se uočava uvećanje postojećeg subduralnog hematoma i novonastali epiduralni i subduralni hematom frontalno levo, edem leve hemisfere, što dovodi do pomeranja udesno u mediosagitalnoj ravni za 8,5 mm i do kompresije leve lateralne komore. Ponovljeno je merenje ONSD i dobijeni su sledeći rezultati: ONSD sa leve strane iznosio je 7,03 mm (ONSD/ETD 0,30), sa desne strane 6,76 mm (ONSD/ETD 0,29). Boleznik u tom momentu klinički nije pokazivao jasno pogoršanje neurološkog statusa ni novonastale neurološke deficite.

Devetog dana nakon povređivanja, nastupilo je neurološko pogoršanje bolesnika (GCS 11), uz spontano otvaranje očiju, bez vokalizacije, uz izvršavanje naloga i desnostranu hemiparezu. Doneta je odluka o kontrolnom CT snimanju, na kom se uočavaju postojeći edem mozga, kompresija leve



**Slika 2:** Prečnik omotača optičkog nerva (ONSD) i poprečni prečnik očne jabučice (eyeball transverse diameter – ETD) levostrano na dan povrede. Na slici je prikazana leva očna jabičica i levi očni nerv na dan povređivanja. Izmeren je poprečni prečnik očne jabučice (ETD), koji je iznosio 2,28 cm (22,8 mm). Perpendikularno na optički nerv 3 mm iza bulbusa je izmeren prečnik omotača optičkog nerva (ONSD), koji je iznosio 6,81 mm.



**Slika 3:** Prečnik omotača optičkog nerva (ONSD) i poprečni prečnik očne jabučice (eyeball transverse diameter – ETD) desnostrano na dan povrede. Na slici je prikazana desna očna jabičica i desni očni nerv na dan povređivanja. Izmeren je poprečni prečnik očne jabučice (ETD), koji je iznosio 2,27 cm (22,7 mm). Perpendikularno na optički nerv 3 mm iza bulbusa je izmeren prečnik omotača optičkog nerva (ONSD), koji je iznosio 6,83 mm.

bočne komore, hematomi uvećanog volumena i pomeranje u mediosagitalnoj ravni za 11 mm. Sprovedeno je i treće merenje ONSD i prečnik levo je iznosio 6,72 mm (ONSD/ETD 0,29), a desno 6,50 mm (ONSD/ETD 0,28). Nakon ovih dijagnostičkih nalaza, doneta je odluka o hirurškom zbrinjavanju i evakuaciji hematoma, koja je urađena desetog dana nakon povređivanja.

Kontrolni CT snimak, jedan dan nakon intervencije, ukazivao je na značajnu redukciju hematoma, početnu reekspanziju likvorskog i komornog sistema, uz pomeranje srednje linije za 7 mm. Na četvrtom ponovljenom merenju, ONSD levo iznosio je 6,56 mm (ONSD/ETD 0,28), desno 6,47 mm (ONSD/ETD 0,28). Postoperativno neurološko stanje bolesnika se poboljšava (GCS 13), uz novonastale parcijalne epileptične napade, pacijent diše spontano uz oksigenoterapiju.

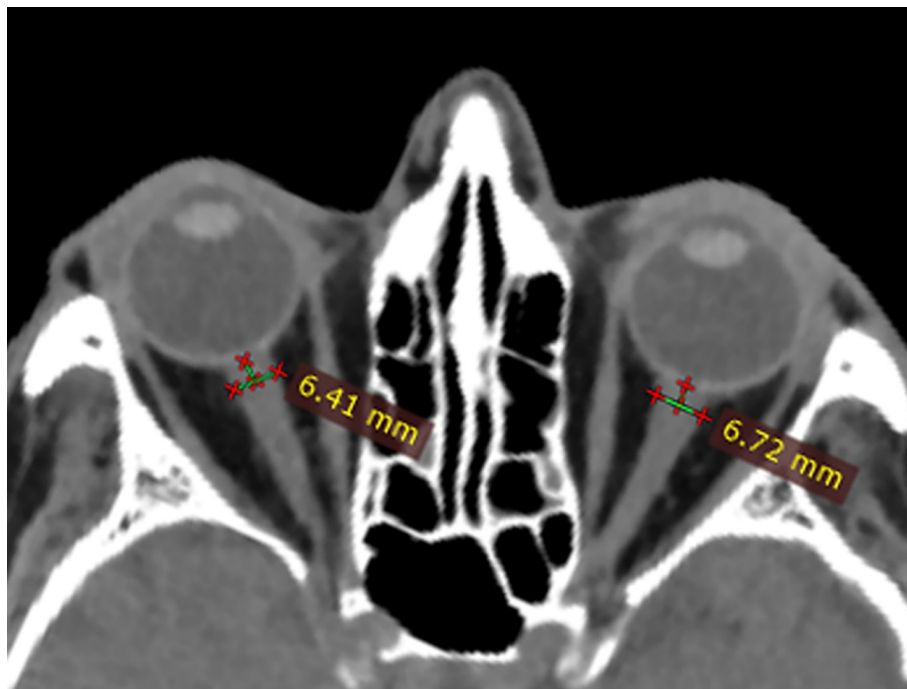
Trećeg postoperativnog dana, došlo je do ponovnog neurološkog pogoršanja stanja bolesnika (GCS 7) i urađen je kontrolni CT mozga, na kom se uočava uvećanje subduralnog hematoma frontalno levo, pomeranje srednje linije za 12 mm i kompresija leve lateralne komore. Na petom merenju ONSD levo bio je 7,43 mm (ONSD/ETD 0,32) i desno 7,25 mm (ONSD/ETD 0,31). Zbog pogoršanja opšteg i neurološkog stanja, bolesnik je intubiran, započeta je mehanička ventilacija pluća,

uz kontinuiranu analgesodaciju i istovremeno se sprovodi dalja potrebna terapija.

Šestog postoperativnog dana, izvedena je perkutana traheostomija, zbog potrebe za dugotrajnom mehaničkom ventilacijom pluća. Urađen je kontrolni CT snimak, na kom se uočavaju znaci poboljšanja, smanjenje hematoma, sa pomeranjem u mediosagitalnoj ravni za 9 mm. Izvedeno je šesto merenje ONSD i vrednosti su bile sledeće: levo je iznosio 7,30 mm (ONSD/ETD 0,31), a desno 6,80 mm (ONSD/ETD 0,29).

Osmog dana nakon operacije, pomeranje srednje linije na CT snimku je bilo 9 mm, perzistirala je kompresija leve komore, a hematomi su bili nepromenjeni. Na sedmom merenju ONSD levo iznosio je 7,25 mm (ONSD/ETD 0,31), a desno 6,54 mm (ONSD/ETD 0,28).

Narednih dana, dolazi do postepenog poboljšanja opšteg i neurološkog stanja bolesnika, bio je svestan (GCS 13), dekaniliran je i preveden na spontano disanje, imao je motornu disfaziju i desnostranu hemiparezu slabijeg intenziteta. Nakon 25 dana od hirurške intervencije, na kontrolnom CT snimku mozga se uočava smanjenje hematoma, pomeranje u mediosagitalnoj ravni 3 mm. Sprovedeno je osmo merenje ONSD i levostrano je bio 6,72 mm (ONSD/ETD 0,29), a desno 6,41 mm (ONSD/ETD 0,28). (Slika 4, Grafik 1) Bolesnik je,



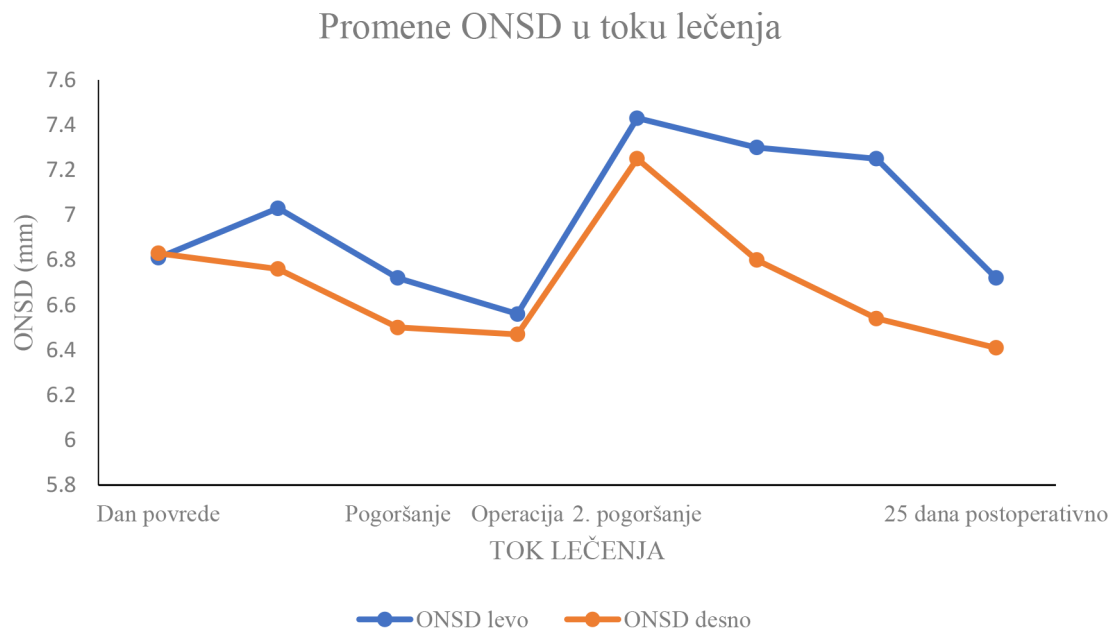
**Slika 4:** Prečnik omotača optičkog nerva (ONSD) 25. postoperativnog dana. Prikazani su levi i desni optički nerv 25. postoperativnog dana. Perpendikularno na optički nerv 3 mm iza bulbosa izmeren je prečnik omotača optičkog nerva, koji je levo iznosio 6,72 mm, a desno 6,41 mm.

38 dana nakon hirurške intervencije, poboljšanog opšteg i neurološkog stanja, otpušten na dalje kućno lečenje.

## Diskusija

Tokom lečenja na Univerzitetnoj Klinici za anesteziiju, intenzivnu terapiju i terapiju bola, našem bolesniku je u osam navrata meren ONSD.

**Grafik 1:** Promene prečnika omotača optičkog nerva (*Optic Nerve Sheath Diameter – ONSD*) u toku lečenja



Prednosti ovog načina monitoringa su: dostupnost u mnogim centrima, brzina izvođenja, objektivnost. Merenje pomoću CT-a ima manje neželjenih dejstava u odnosu na invazivne metode, dostupnije je u odnosu na magnetnu rezonancu i zahteva manje iskustva nego ultrazvučno merenje<sup>13,14</sup>.

Na inicijalnom CT pregledu endokranijuma našeg bolesnika i inicijalnom merenju ONSD vrednosti levo su iznosile 6,81, a desno 6,83 mm, što predstavlja značajno povišene vrednosti i indirektno ukazuje na povećan intrakranijalni pritisak. Prema brojnim literaturnim podacima, granične vrednosti ONSD za intrakranijalnu hipertenziju, koje su određivane radiološkim metodama, iznosile su 5,0 mm do 5,9 mm, a vidimo da je naš bolesnik imao značajno povišene vrednosti na inicijalnom merenju<sup>15,16</sup>.

Omotač optičkog nerva zavisi i od inicijalnog dijametra, ekstenzibilnosti i debljine tvrde moždane opne, koji su individualni, zbog čega su verovatno u literaturi prisutni različiti podaci o vrednosti ONSD<sup>9</sup>. Prema podacima iz literature, prečnik omotača optičkog nerva je bolji pokazatelj intrakranijalne hipertenzije nego drugi znaci na CT-u, kao što su zaravnjeni sulkusi, pomeranje u

mediosagitalnoj ravni, kompresija cisterni i komora, hernijacije<sup>15</sup>.

U literaturnim podacima, iz retrospektivne studije u kojoj su na CT-u evaluirali ONSD kod bolesnika sa intrakranijalnom hipertenzijom i određivali granične vrednosti u odnosu na invazivno meren intrakranijalni pritisak, bolesnici sa ICP < 15 mmHg su imali ONSD 4,296 mm, sa ICP > 15 mmHg su imali 5,125 mm, a kod ICP > 20 mmHg prosečan ONSD bio je preko 5,35 mm. Nakon postavljanja ventrikularnog šanta, eksterne ventrikularne drenaže ili ICP monitoringa, vrednosti su bile snižene na 4,17 mm tokom narednih 27 dana<sup>17</sup>. Ove vrednosti su prilično niže u odnosu na one u našem slučaju, iako mi nismo imali mogućnosti da invazivno merimo ICP, ali smo na osnovu kliničke slike donosili zaključke o njemu. Različite vrednosti u studijama govore u prilog tome da je najbitnije meriti inicijalne vrednosti ONSD i pratiti promene u odnosu na njih.

Na drugom merenju kod našeg bolesnika, uočava se uvećanje ONSD levostrano na 7,03 mm, dok je sa desne strane iznosio 6,76 mm. Kada je načinjeno drugo merenje, naš bolesnik je bio bez grubih neuroloških deficita, a pogoršanje je nastupilo

tek u narednim danima. Ovaj podatak ukazuje da je uvećanje ONSD u našem slučaju prethodilo budućem neurološkom pogoršanju.

Kada je nastupilo pogoršanje stanja svesti i desnostrana hemipareza, vrednosti trećeg merenja ONSD su bile niže u odnosu na prethodne, levo 6,72 mm, a desno 6,50 mm. Hematomi i pomeranje srednje linije su bili izraženiji, zbog čega je sprovedeno hirurško lečenje. U ranom postoperativnom toku, bolesnik je bio boljeg neurološkog stanja, GCS 13, sa nižim vrednostima na četvrtom ONSD merenju i regresijom lezija na CT-u.

Trećeg postoperativnog dana, dolazi do ponovnog i izraženijeg nastanka tegoba i razvoja kome. U ovom trenutku, bile su prisutne najveće promene ONSD, koji je levostrano bio 7,43 mm, a desnostrano 7,25 mm, uvećan je volumen subduralnog hematoma, sa posledičnim pomeranjem medio-sagitalne linije. Započeta je konzervativna terapija snižavanja intrakranijalnog pritiska, ali se bolesnik neurološki oporavljao sporije nego što su se povlačile lezije na CT-u endokranijuma.

U našem slučaju, postepeno je došlo do poboljšanja stanja bolesnika, a nakon 25 dana, CT znaci intrakranijalne hipertenzije i vrednosti ONSD su bili redukovani (levo ONSD 6,72 mm, desno 6,41 mm) i niži u odnosu na inicijalne vrednosti.

Mi nismo bili u mogućnosti da invazivno merimo intrakranijalni pritisak kod našeg bolesnika, ali literaturni podaci pokazuju korelaciju ONSD i vrednosti intrakranijalnog pritiska<sup>5,11</sup>. U studiji kod bolesnika sa traumatskom povredom mozga, istovremeno je invazivno meren intrakranijalni pritisak i ONSD na portabilnom CT-u. Srednja vrednost ONSD bila je 6,7 mm, kad je intrakranijalni pritisak bio 21,3 mmHg<sup>13</sup>.

Granična vrednost ONSD na CT-u kod bolesnika sa subarahnoidalnom hemoragijom, u studiji iz 2017. Godine, iznosila je 6,1 mm. U istraživanju sprovedenom 2018. Godine, kod bolesnika sa hidrocefalusom i ICP preko 20 mmHg, na CT-u su izmerene vrednosti ONSD 5,8 mm, a kod bolesnika bez intrakranijalne hipertenzije 4,9 mm<sup>18,19</sup>. U prospektivnoj studiji kod bolesnika sa teškom traumatskom povredom mozga, ONSD je na inicijalnom CT-u bio  $7,8 \pm 0,1$  mm kod umrlih, a  $6,8 \pm 0,1$  mm kod preživelih. Pokazano je da na inicijalnom CT-u ONSD preko 7,3 mm može biti dobar pokazatelj mortaliteta<sup>12</sup>. Kod našeg bolesnika, najniže vrednosti ONSD su bile 6,41 mm, a najviše su bile

7,43 mm. Naš bolesnik je u svim merenjima imao vrednosti ONSD više od 5,9 mm, što posredno ukazuje na intrakranijalnu hipertenziju. Kad je došlo do poboljšanja stanja bolesnika, na osmom merenju, vrednosti ONSD su bile povišene u odnosu na granične vrednosti iz literature, pomeranje srednje linije je bilo 3 mm, hematomi su i dalje bili prisutni. Prečnik omotača optičkog nerva je bolji pokazatelj intrakranijalne hipertenzije nego drugi znaci na CT-u, prema podacima iz literature<sup>15</sup>. Na osnovu ovoga, zaključujemo da je naš bolesnik i dalje imao viši intrakranijalni pritisak.

#### ONSD/ETD odnos

Na dan povrede, ONSD/ETD kod našeg bolesnika je iznosio 0,29 levo, a desno 0,30. Kad je došlo do pogoršanja stanja bolesnika, trećeg postoperativnog dana, vrednosti su bile najviše i iznosile su levo 0,32, a desno 0,31. Nakon primenjenih terapijskih mera, indeks ONSD/ETD levostrano je bio 0,29, a desno 0,28, dvadeset petog postoperativnog dana.

Prethodne studije su pokazale da ONSD/ETD 0,21 ukazuje na edem papile i povišen intrakranijalni pritisak<sup>10,20</sup>. Odnos ONSD/ETD je precizniji u određivanju intrakranijalnog pritiska i vrednost ovog indeksa kod zdravih odraslih osoba iznosi oko 0,19. Meren je ONSD/ETD kod pedijatrijskih bolesnika sa papiledemom i glavoboljom (0,24 mm), kod bolesnika samo sa glavoboljom (0,18 mm) i kod bolesnika bez glavobolje (0,17 mm). Vrednosti ONSD i ETD mogu da se menjaju sa godinama i kod različitih bolesnika, normalne vrednosti su drugačije, te se preporučuje korišćenje odnosa ONSD/ETD za sve uzraste<sup>6,10</sup>. Prema prethodnom istraživanju, najrealnije vrednosti ONSD/ETD dobijaju se kad su vrednosti ICP 15–30 mmHg, ONSD i ICP imaju dobru korelaciju i linearnu regresiju. Kad je ICP 30–32 mmHg, zbog smanjene elastičnosti i ekstenzibilnosti dure, regresija postaje nelinearna<sup>9</sup>.

Kod bolesnika sa intracerebralnom ili subarahnoidalnom hemoragijom, u retrospektivnoj studiji iz 2016. godine, na CT-u su srednje vrednosti ONSD bile  $6,6 \pm 0,8$  mm, a ONSD/ETD je bio  $0,29 \pm 0,05$ , što je približno vrednostima koje su izmerene kod našeg bolesnika<sup>20</sup>. Brojne studije pokazuju da je dovoljno meriti ONSD unilateralno i da nema značajne razlike između levog i desnog oka.

U našem slučaju, merenje je uvek vršeno obostrano i u većini slučajeva ONSD je bio veći levo, gde su hematomi bili anatomske locirani. U jednom merenju razlika je bila 0,71 mm (levo oko 7,25 mm, desno 6,54 mm). U studiji iz 2016. godine, razlike u ONSD između očiju bile su 0,45 mm kod bolesnika bez patoloških promena na CT-u, a kod postojanja unilateralne lezije, razlika je bila i do 0,97 mm<sup>21</sup>.

Metode za procenu intrakranijalnog pritiska

Prečnik omotača optičkog nerva može se meriti ultrasonografijom, magnetnom rezonancom i kompjuterizovanom tomografijom (CT) i dobijaju se približne vrednosti svim metodama merenja<sup>8,13</sup>. Kod hemodinamski nestabilnih i netransportabilnih bolesnika, lakše je izvoditi ultrazvučno merenje, koje oduzima manje vremena i može češće da se sprovodi. Magnetnarezonantnim imidžingom i CT-om dobija se bolja rezolucija snimka i manje su varijacije između istraživača<sup>16,19</sup>. Kompjuterizovana tomografija je brža, jeftinija, dostupnija i bolja za bolesnike koji su nesaradljivi, imaju metalne uređaje i implantate. Nedostaci CT-a su izloženost radijaciji i lošija rezolucija snimka<sup>22</sup>. Prečnik omotača optičkog nerva meren CT-om i magnetnom rezonancom veći je nego ultrazvučno merenje, prema podacima određenih studija<sup>12,23</sup>. Neke studije precenjaju CT merenu vrednost ONSD za 10% u odnosu na ultrazvučno merenje<sup>12</sup>. Zbog toga je potrebno odrediti početne vrednosti i pratiti njihove dalje promene. Određeni autori preporučuju da se na CT-u odredi inicijalni ONSD, a da se dalje prati ultrazvučno<sup>14</sup>.

Inicijalno merenje ONSD je korisno za plan daljeg lečenja bolesnika i brzo započinjanje snižavanja intrakranijalnog pritiska. Pored preporuka *Brain Trauma Foundation*, neinvazivno merenje ONSD pomaže u postavljanju indikacije za invazivno merenje intrakranijalnog pritiska. Invazivne metode merenja su zlatni standard i imaju dijagnostičku i terapijsku funkciju, ali su skuplje, nisu uvek dostupne, mogu da dovedu do komplikacija i kontraindikovane su kod određenih bolesnika. Neinvazivna merenja dobijaju na značaju i često predstavljaju jedinu opciju za praćenje intrakranijalnog pritiska. Mogu biti korisna kod bolesnika koji nemaju indikaciju za invazivni monitoring, kao što su pacijenti sa cerebrovaskularnim insultom, insuficijencijom jetre, meningoencefalitisom i postresuscitaciono<sup>24</sup>.

Ograničenja metode su to što je za sprovođenje merenja ONSD potrebna značajna ekspertiza i iskustvo, ali koje se može steći odgovarajućom edukacijom.

## Zaključak

Na primeru našeg bolesnika, uočava se da su vrednosti ONSD bile povišene i da su korelirale sa kliničkim stanjem i tokom bolesti. Uvećanje ONSD je uočeno pre nego što su nastupili jasni znaci neurološkog pogoršanja, što može da bude od pomoći kao značajna dodatna dijagnostička metoda u određivanju intrakranijalne hipertenzije i u ranijem započinjanju terapije snižavanja intrakranijalnog pritiska i preveniranja daljeg pogoršanja stanja bolesnika. U nedostastku invazivnog monitoringa, korisno je meriti ONSD da bi se procenilo da li je vreme za redukovanje terapijskih mera i ukidanje sedacije bolesnika. Kod našeg bolesnika, nakon primenjenih terapijskih mera, došlo je do snižavanja vrednosti ONSD i nastupilo je dalje neurološko poboljšanje.

## Literatura

1. Lee SH, Kim HS, Yun SJ. Optic nerve sheath diameter measurement for predicting raised intracranial pressure in adult patients with severe traumatic brain injury: A meta-analysis. *J Crit Care.* 2020; 56(2):182–7.
2. Carney N, Totten AM, O'Reilly C, et al. Guidelines for the Management of Severe Traumatic Brain Injury, Fourth Edition. *Neurosurgery.* 2017; 80(1):6–15.
3. Nag DS, Sahu S, Swain A, Kant S. Intracranial pressure monitoring: Gold standard and recent innovations. *World J Clin Cases.* 2019; 7(13):1535–53.
4. Lochner P, Czosnyka M, Naldi A, et al. Optic nerve sheath diameter: present and future perspectives for neurologists and critical care physicians. *Neurol Sci.* 2019; 40(12):2447–57.
5. Bhandari D, Udipi Bidkar P, Adinarayanan S, Narmadhalakshmi K, Srinivasan S. Measurement of changes in optic nerve sheath diameter using ultrasound and computed tomography scan before and after the ventriculoperitoneal shunt surgery in patients with hydrocephalus – A prospective observational trial. *Br J Neurosurg.* 2019; 33(2):125–30.
6. Vaiman M, Gottlieb P, Bekerman I. Quantitative relations between the eyeball, the optic nerve, and the optic canal important for intracranial pressure monitoring. *Head Face Med.* 2014; 10(1):1–6.
7. Robba C, Cardim D, Tajsic T, et al. Ultrasound non-invasive measurement of intracranial pressure in neurointensive care: A prospective observational study. *PLoS Med.* 2017; 14(7):1–16.



8. Han J, Zhuo L, Chen D et al. CT measurements of optic nerve sheath diameter to evaluate the outcome of acute carbon monoxide poisoning. *Research Square*. 2021 19 January; 1–13. Available from: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-147820/v1>.
9. Bekerman I, Sigal T, Kimiagar I, Ben Ely A, Vaiman M. The quantitative evaluation of intracranial pressure by optic nerve sheath diameter/eye diameter CT measurement. *Am J Emerg Med*. 2016; 34(12):2336–42.
10. Bartsikhovsky T, Klar MM, Bekerman I, Nagieva S, Tal S. Diagnostic tool for initial evaluation of the intracranial pressure on computed tomography in pediatric patients with headache. *PLoS One*. 2019; 14(5):1–11.
11. Gautam M, Kafle P, Pathak MR, Devkota G, Ranabhat N. CT Evaluation of Optic Nerve Sheath Diameter in Traumatic Brain Injury and its Correlation with Rotterdam CT Scoring. *Nepal J Radiol*. 2020; 10(2):26–32.
12. Legrand A, Jeanjean P, Delanghe F, Peltier J, Lecat B, Dupont H. Estimation of optic nerve sheath diameter on an initial brain computed tomography scan can contribute prognostic information in traumatic brain injury patients. *Crit Care*. 2013; 17(2):R61.
13. Sekhon MS, Griesdale DE, Robba C, et al. Optic nerve sheath diameter on computed tomography is correlated with simultaneously measured intracranial pressure in patients with severe traumatic brain injury. *Intensive Care Med*. 2014; 40(9):1267–74.
14. Das SK, Shetty SP, Sen KK. A novel triage tool: Optic nerve sheath diameter in traumatic brain injury and its correlation to Rotterdam computed tomography (CT) scoring. *Polish J Radiol*. 2017; 82(1):240–3.
15. Wang J, Li K, Li H, et al. Ultrasonographic optic nerve sheath diameter correlation with ICP and accuracy as a tool for noninvasive surrogate ICP measurement in patients with decompressive craniotomy. *J Neurosurg*. 2020; 133(2):514–20.
16. Geeraerts T, Newcombe VFJ, Coles JP, et al. Use of T2-weighted magnetic resonance imaging of the optic nerve sheath to detect raised intracranial pressure. *Crit Care*. 2008; 12(5):1–7.
17. Jalayondeja T, Urasyanandana K. Correlations between optic nerve sheath diameters measured using computed tomography and elevated intracranial pressure levels. *Interdiscip Neurosurg Adv Tech Case Manag*. 2021; 26:101328.
18. Yesilaras M, Kilic TY, Yesilaras S, Atilla OD, Öncel D, Çamlar M. The diagnostic and prognostic value of the optic nerve sheath diameter on CT for diagnosis spontaneous subarachnoid hemorrhage. *Am J Emerg Med*. 2017; 35(10):1408–13.
19. Lee HC, Lee WJ, Dho YS, Cho WS, Kim YH, Park HP. Optic nerve sheath diameter based on preoperative brain computed tomography and intracranial pressure are positively correlated in adults with hydrocephalus. *Clin Neurol Neurosurg*. 2018; 167(4):31–5.
20. Vaiman M, Sigal T, Kimiagar I, Bekerman I. Noninvasive assessment of the intracranial pressure in non-traumatic intracranial hemorrhage. *J Clin Neurosci*. 2016; 34(12):177–81.
21. Komut E, Kozaci N, Sönmez BM, et al. Bedside sonographic measurement of optic nerve sheath diameter as a predictor of intracranial pressure in ED. *Am J Emerg Med*. 2016; 34(6):963–7.
22. Al-Tameemi HN, Helel NM. Agreement Between Computed Tomography And Magnetic Resonance Imaging In Measuring Optic Nerve Sheath Diameter. *Glob J Health Sci*. 2018; 10(4):22–9.
23. Lagrèze WA, Lazzaro A, Weigel M, et al. Morphometry of the retrobulbar human optic nerve: Comparison between conventional sonography and ultrafast magnetic resonance sequences. *Investig Ophthalmol Vis Sci*. 2007; 48(5):1913–7.
24. Kalantari H, Jaiswal R, Bruck I, et al. Correlation of optic nerve sheath diameter measurements by computed tomography and magnetic resonance imaging. *Am J Emerg Med*. 2013; 31(11):1595–7.

