

Pengukuran Optical Nerve Sheath Diameter (ONSD) untuk Monitoring Tekanan Intrakranial (TIK) di Intensive Care Unit (ICU)

Optical Nerve Sheath Diameter (ONSD) measurement for Intracranial Pressure Monitoring in Intensive Care Unit (ICU)

Muhammad Husni Thamrin✉*, Prananda Surya Airlangga**

*Intensive Care Unit, RSUD Dr. Moewardi, Surakarta, Indonesia

**Intensive Care Unit, Fakultas Kedokteran, Universitas Airlangga/ RSUD Dr. Soetomo, Surabaya, Indonesia

✉Korespondensi: husnianestesi@gmail.com

ABSTRACT

Background: An increase in intracranial pressure (ICP) is an emergency in the neurological system and can cause death, this may be caused by brain malignancy, closed head injury, disruption of cerebro spinal fluid flow (CSF), blockage of the main and idiopathic venous sinus. Various studies have shown that monitoring ICP can improve the quality and survival of patients who experience increased ICP. Non-invasive methods of measuring ICP (ONSD) are still rare in Indonesia although they have a great benefit for the management of patients in the ICU.

Case: We report a case series from the ICU of Dr. Moewardi General Hospital, Central Java. The first patient male 54 years old, with severe head injury, temporal regional intracranial hemorrhage (ICH) and cerebral edema receiving conservative therapy. The second patient female 52 years old, with severe head injury, frontotemporoparietal region subdural hemorrhage (SDH), right temporoparietal region ICH and cerebral edema. The third patient female 44 years old, suffered head injury caused by traffic accident, right temporoparietal region Extra Dural Hemorrhage (EDH), closed fracture in right clavicle, and underwent EDH evacuation craniotomy. The fourth patient male 45 years old, with hemorrhagic stroke and underwent craniotomy evacuation for ICH. We performed optical nerve sheath diameter (ONSD) measurements on both eyeballs of those patients. We assumed ONSD > 5 mm as increased ICP (>20 mmHg) and the therapy in ICU was adjusted to the result of the measurement.

Discussion : Our case report shows that the patient's eye sonographic examination performed by the ICU clinician can estimate the patient's intracranial pressure quickly and accurately. ONSD with a cut off > 5 mm can estimate ICP > 20 mmHg. In case patients 1, 2, 4, ONSD exceeded 5 mm in both eyeballs and ICP was estimated to exceed 20 mmHg. All therapies aimed at reducing ICP have been performed except decompression craniotomy in 2 patients (case 1, and case 2). ONSD examination also provides information to the clinician about the patient's prognosis. This becomes important when providing information to the patient's family and for further treatment

plans. ONSD measurement will be very useful in changing patient output if measured in the initial phase and can change therapy according to ONSD results. ONSD examination also has limitations, which are very dependent on the ability of the sonographic operator.

Conclusion: Optic nerve sheath diameter measurement is a good non-invasive procedure to measure ICP in ICU setting. However further study is needed regarding the outcome accuracy among examiners and it's benefit in the early phase head injury in patients admitted to resuscitation room or who are at risk of developing ICP.

Keywords: head injury; ICP monitoring; intensive care unit (ICU); optical nerve sheath diameter; ultrasonography (USG)

ABSTRAK

Latar Belakang: Peningkatan tekanan intrakranial (TIK) adalah kegawatan pada sistem neurologis yang dapat menyebabkan kematian, akibat keganasan di otak, cedera kepala tertutup, gangguan aliran *liquor cerebro spinal* (LCS), sumbatan pada sinus venosus utama dan yang bersifat idiopatik. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa monitoring TIK dapat meningkatkan kualitas dan kelangsungan hidup pasien-pasien yang mengalami peningkatan TIK. Metode pengukuran TIK non invasif seperti pengukuran optical nerve sheath diameter (ONSD) jarang dilakukan di Indonesia meskipun memiliki nilai manfaat yang besar bagi penatalaksanaan pasien di ICU.

Kasus: Kami melaporkan 4 kasus ICU di RSUD Dr. Moewardi, Solo, Jawa Tengah: laki-laki, 54 tahun dengan cedera kepala berat (CKB), ICH regio temporal dan edema cerebri, mendapatkan terapi konservatif; wanita 52 tahun, dengan CKB, SDH regio frontotemporo-oroparietal, ICH regio temporo-parietal dekstra dan edema cerebri; wanita 44 tahun mengalami cedera kepala akibat kecelakaan lalu lintas dengan EDH regio parietotemporal dextra, closed fracture clavícula dextra dan dilakukan kraniotomi evakuasi EDH; laki-laki 45 tahun dengan stroke hemoragik,dekstra, patah tulang tertutup, klavikula kanan dan dilakukan evakuasi EDH pascaoperasi ICH. Pada keempat pasien di atas kami lakukan pengukuran ONSD pada kedua bola mata dengan hasil yang berbeda-beda. ONSD > 5 mm kami anggap pasien mengalami peningkatan TIK, TIK > 20 mmHg, dan terapi di ICU disesuaikan dengan hasil ini untuk menurunkan TIK nya.

Pembahasan: Laporan kasus kami ini memberikan gambaran bahwa pemeriksaan sonografi bola mata pasien yang dilakukan oleh klinisi ICU dapat memperkirakan tekanan intrakranial pasien secara cepat dan akurat. ONSD dengan *cut off* > 5 mm dapat memperkirakan TIK > 20 mmHg. Pada pasien kasus 1, 2, 4 didapatkan ONSD melebihi 5 mm pada kedua bola mata dan TIK diperkirakan melebihi 20 mmHg. Segala terapi yang bertujuan menurunkan TIK telah dilakukan kecuali kraniotomi dekompresi pada 2 pasien (kasus 1, dan kasus 2). Pemeriksaan ONSD juga memberikan informasi kepada klinisi tentang prognosis pasien. Hal ini menjadi penting saat memberikan informasi kepada keluarga pasien dan untuk rencana terapi selanjutnya. Pengukuran ONSD akan sangat bermanfaat dalam merubah keluaran pasien jika diukur pada fase awal dan dapat merubah terapi sesuai hasil ONSD. Pemeriksaan ONSD juga memiliki keterbatasan yaitu sangat tergantung pada kemampuan operator sonografinya.

Kesimpulan: Ini adalah laporan pertama di unit perawatan intensif kami berkenaan dengan metode pengukuran TIK non invasif. Diperlukan penelitian prospektif mengenai akurasi hasil antara pemeriksa, dan kegunaannya pada fase awal pasien cidera kepala (di ruang resusitasi) atau pasien yang beresiko mengalami peningkatan TIK.

Kata kunci: cedera kepala; *Intensive care unit* (ICU); monitoring TIK; *optical nerve sheath diameter* (ONSD); ultrasonografi (USG)

PENDAHULUAN

Peningkatan tekanan intrakranial (TIK) adalah kegawatan neurologis dan dapat menyebabkan kematian, akibat proses keganasan di otak, cedera kepala tertutup, gangguan aliran cairan serebrospinal (LCS), sumbatan pada sinus venosus utama dan yang bersifat idiopatik.¹ Pada pasien cedera otak penting sekali mengetahui tekanan intrakranial dan mempertahankannya tetap rendah serta menjaga *cerebral perfusion pressure* (CPP) agar otak mendapatkan aliran darah yang cukup. Ada beberapa metode dalam mengukur tekanan intracranial, seperti *CT-Scan*, *MRI*, tekanan intrakranial intraventrikel lateralis, dan lumbal pungsi, namun metode tersebut berkaitan dengan paparan radiasi, tindakan yang invasif, biaya yang mahal untuk dilakukan dan pada beberapa daerah di Indonesia belum memiliki alat-alat tersebut. Ada metode lain yang tidak invasif, minimal paparan radiasinya dan dapat dilakukan dengan cepat disamping pasien yaitu pengukuran diameter *optic nerve sheath* (ONSD) menggunakan ultrasonografi. Saraf optikus (Nervus II) dibungkus oleh selubung yang berasal dari meninges dan memanjang sampai ke bola mata.² Komunikasi antara meninges di dalam kranium dengan selaput mening yang menyelubungi bola mata memungkinkan perpindahan LCS dan perubahan tekanan didalam kranium akan sama dengan ruang *subarachnoid* di dalam bola mata.³ Pada kasus serial kali ini kami akan memaparkan kegunaan pengukuran ONSD pada pasien cedera otak dan pasien pascaoperasi kraniotomi di ICU RSUD DR. Moewardi yang dicurigai mengalami peningkatan

tekanan intrakranial serta langkah-langkah yang kami lakukan dalam mengatasi peningkatan intrakranialnya, serta kegunaannya dalam memprediksi kematian, keberhasilan penyapihan ventilasi mekanik.

Pengukuran menggunakan transduser *ultrasonography* (USG) *linear* dengan frekwensi tinggi (> 7.5 Mhz) menggunakan pengaturan "*small parts*" atau "*superficial*" yang ada di mesin USG (GE-Logic V-5TM). Pasien diposisikan *supine* dengan posisi kepala netral dan kedua mata tertutup. Untuk alasan sterilitas pada pengukuran, pemeriksa dapat melakukan salah satu metode yaitu melapisi kelopak mata dengan penutup akses vena transparan atau membungkus transduser USG dengan pelapis steril dan menggunakan gel steril. Berikan gel yang cukup pada transduser yang cukup untuk menghindari penekanan pada bola mata yang berlebihan. Kedalaman *scan* diatur 5-8 cm, kemudian letakkan transduser perlahan diatas kelopak mata atas dalam posisi *scan* aksial (marker transduser pada sisi *medial canthus* pada *scan* bola mata kiri, dan sisi *canthus lateral* pada *scan* bola mata kanan). Gambaran sonografik akan menampilkan potongan melintang dari bola mata dan struktur area retrobulbar (Gambar 1).



Gambar 1. Contoh tampilan pengukuran ONSD

Struktur bola mata bagian anterior didominasi oleh rongga vitreous yang *anechoic*, pada bagian posterior akan tampak papilla yang *echogenic*. Untuk mendapatkan lokasi ONSD maka *scan* difokuskan pada bagian retrobulbar, sesuaikan *focus* dan *gain* untuk mendapatkan kontras yang optimal antara lemak retrobulbar yang *echogenic* dengan kompleks nervus optikus yang *hypoechoic*. Struktur *sheath* dari nervus optikus adalah gambaran *hypoechoic* yang berada diluar nervus optikus dan berjalan paralel dengannya. Pengukuran dilakukan pada jarak 3 mm dari pangkal nervus optikus (buat garis vertikal dari pangkal N-II ke bawah sejauh 3 mm/garis 1). Kemudian tarik garis tegak lurus dengan garis vertikal tadi dari kedua tepi *sheath* (garis 2). ONSD adalah panjang garis 2 dalam satuan milimeter.⁴

Nilai batas atas ONSD yang disarankan oleh beberapa hasil penelitian adalah 4.5 mm untuk usia < 1 tahun dan 5.0 mm untuk usia > 1 tahun. Pada penelitian yang membandingkan ONSD dan monitor TIK invasif menyarankan bahwa TIK > 20 mmHg didapatkan pada ONSD 5.7-6.0 mm dan nilai ONSD melebihi nilai tersebut menandakan adanya peningkatan TIK. Sensitivitas dan spesifisitas ONSD dari beberapa penelitian berkisar antara 87-95% dan 79-100%.⁵

Kasus 1

Laki-laki 54 tahun, menggunakan helm standar, dalam posisi terbaring dan tidak sadarkan diri setelah mengalami tabrakan dengan sepeda motor. Korban dibawa ke instalasi gawat darurat (IGD) RSUD Dr. Moewardi. Pada pemeriksaan fisik didapatkan, *glasgow coma scale* (GCS) E1V2M3, pupil *anisokor* 4mm/2mm, dengan reflek cahaya minimal, reflek kornea negatif pada

kedua mata, hematoma kranium regio parietal. Tidak didapatkan *brill hematoma*, *otorrhea* atau *rhinorrhea*. CT *scan* kepala menunjukkan *Intra cerebral hematoma (ICH) di regio temporal* dan *edema cerebri* (Gambar 2).

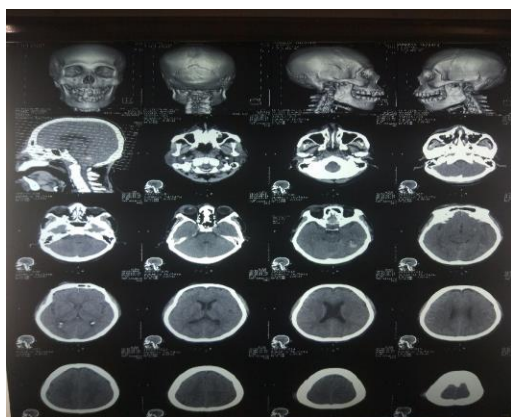
Dilakukan resusitasi jalan napas, bantuan ventilasi dan manajemen cedera kepala standar pada pasien ini di ruang resusitasi. Terapi segera untuk mencegah herniasi dengan infus manitol 1.5 g/kg berat badan intravena diberikan dalam 30 menit, dan diberikan setiap 8 jam. Tindakan dari bedah syaraf adalah konservatif, mengingat prognosis pasien yang kurang baik. Kemudian pasien dibawa ke unit perawatan intensif (ICU). Di ICU pasien tetap terpasang *endotracheal tube* (ETT) ukuran internal diameter 7.5 mm, kedalaman 21 cm, dengan ventilasi mekanik mode *synchronized intermitten mandatar volume* (SIMV), frekuensi napas 16/menit, volume tidal 400 ml, *pressure support* 7 cmH₂O, FiO₂ 35%, PEEP 5 cmH₂O dan menghasilkan saturasi 98% dan analisa gas darah sampel arteri: pH 7.577; BE 9.9; PCO₂ 34.1 mmHg; PO₂ 95.1 mmHg; HCO₃ 32.1; saturasi O₂ 98.3% dan laktat arteri 3.50.

Perfusi tangan hangat, kering, merah, laju denyut jantung 113/menit, tekanan darah non-invasif 151/99 mmHg. Pasien terpasang kateter urin dengan produksi 70 ml/jam, bising usus positif dengan abdomen teraba supel.

Kami melakukan pemeriksaan ONSD pada pasien ini dengan hasil ONSD mata kanan = 7.0 mm, ONSD mata kiri = 6.2 mm (Gambar 3).

Terapi di ICU untuk mengurangi peningkatan TIK pada pasien ini adalah *Head up* 30 derajat, diet sonde 200ml tiap 4 jam, infus NaCl 0.9% 40 ml/jam, analgetik paracetamol iv 1 gram tiap 8

jam, ranitidin 50 mg per 8 jam dan totilac® 100 ml/ 8 jam. Namun kondisi terus memburuk dalam perawatan di ICU berikutnya dan pasien meninggal pada hari ke 2 perawatan di ICU.



Gambar 2. MSCT kepala menunjukkan ICH di regio temporoparietal kiri dan Edema cerebri



Gambar 3. ONSD bola mata kanan dan kiri; a) ONSD bola mata kanan 7.0 mm; b) ONSD bola mata kiri 6.7 mm

Kasus 2

Pasien wanita 52 tahun, tidak menggunakan helm, dalam posisi terbaring dan tidak sadarkan diri setelah

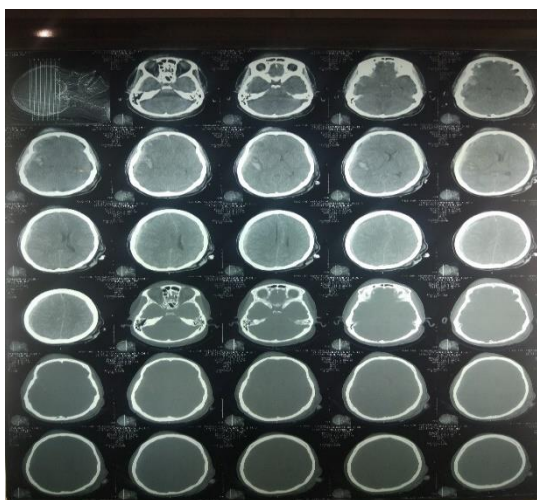
terjatuh dari sepeda motor. Pada pemeriksaan fisik didapatkan: GCS E1V1M1, pupil *anisokor* 6mm/3mm, dengan reflek cahaya negatif, reflek kornea negatif pada kedua mata, hematoma kranium regio frontal kanan. Tidak didapatkan *brill hematoma*, *otorrhea* atau *rhinorrhea*. CT scan kepala menunjukkan *subdural hematome (SDH) regio frontotemporoparietal dextra*, *ICH regio temporoparietal dextra*, dan *edema cerebri* (Gambar 4).

Dilakukan resusitasi jalan napas, bantuan ventilasi dan manajemen cedera kepala standar pada pasien ini di ruang resusitasi. Terapi segera untuk mencegah herniasi dengan infus manitol 1.5 g/kgbb diberikan dalam 30 menit, setiap 6 jam. Tindakan dari bedah syaraf adalah konservatif, mengingat prognosis pasien yang kurang baik. Kemudian pasien dibawa ke unit perawatan intensif (ICU). Di ICU pasien tetap terpasang ETT ukuran internal diameter 7.0 mm, kedalaman 21 cm, dengan ventilasi mekanik mode SIMV, frekuensi napas 14/menit, volume tidal 360 ml, *pressure support* 10 cmH2O, FiO2 40%, PEEP 5 cmH2O dan menghasilkan saturasi 98% dan analisa gas darah sampel arteri : pH 7.460; BE 2.4; PCO2 37 mmHg; PO2 146 mmHg; HCO3 26.4; saturasi O2 99% dan laktat arteri 2.60.

Perfusi tangan hangat, kering, merah, laju denyut jantung 92/menit, tekanan darah non invasif 144/75 mmHg. Pasien terpasang kateter urin dengan produksi 70 ml/jam, bising usus positif dengan abdomen teraba supel.

Kami melakukan pemeriksaan ONSD pada pasien ini dengan hasil ONSD mata kanan = 5.5 mm, ONSD mata kiri = 6.1 mm (Gambar 5).

Pada pasien ini tampak posturing spastik pada lengan dan kaki kanan serta otot *sternocleidomastoideus muscle* kanan. Terapi di ICU untuk mengurangi peningkatan TIK pada pasien ini adalah *Head up 30* dan manitol 20% 200 ml/ 8 jam. Pada pasien ini kami putus memberikan analgetik sedatif dengan Morfin 20 ug/Kg/jam intravena dengan *loading dose* 3 mg iv dan midazolam 1 mg per jam infus kontinyu. Pasca sedasi posturing pasien hilang dan pasien menjadi tenang. Pasien disedasi selama 2 hari dan pada hari ke tiga dilakukan penghentian sedasi. Tiga jam setelah sedasi dihentikan keluhan peningkatan TIK pasien muncul dan memberat, berupa distress pernapasan, hipertensi, takikardia SVT (HR > 160/menit). Sedasi diberikan kembali namun kondisi terus memburuk dan pasien meninggal pada keesokan harinya.



Gambar 4. MSCT pasien tampak gambaran SDH dan edema serebri berat



Gambar 5. ONSD pada pasien wanita dengan SDH dan Edema Serebri berat; a) ONSD bola mata kanan 5.6 mm; b) ONSD bola mata kiri 6.1 mm

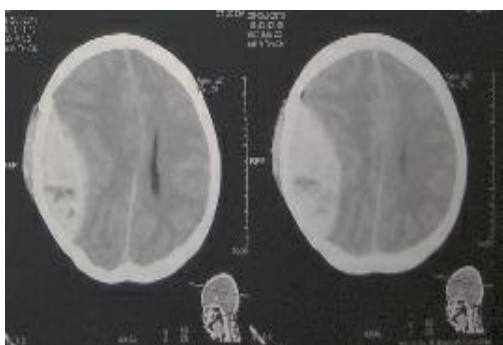
Kasus 3

Perempuan 44 tahun mengalami kecelakaan lalu lintas. Posisi jatuh tidak diketahui, pasien menggunakan helm standar. Diagnosa preoperasi adalah cedera kepala sedang dengan GCS E2V2M5, *epidural hematoma* regio parietotemporal dekstra (Gambar 6), fraktur *linear* temporal dekstra, hemiparesis sinistra, patah tulang tertutup klavikula kanan 1/3 tipe Allman grup I, dan dilakukan tindakan operasi kraniotomi evakuasi EDH.

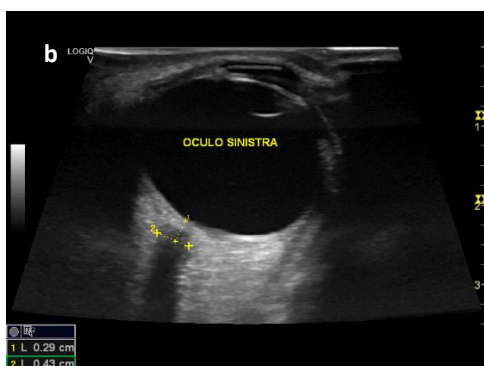
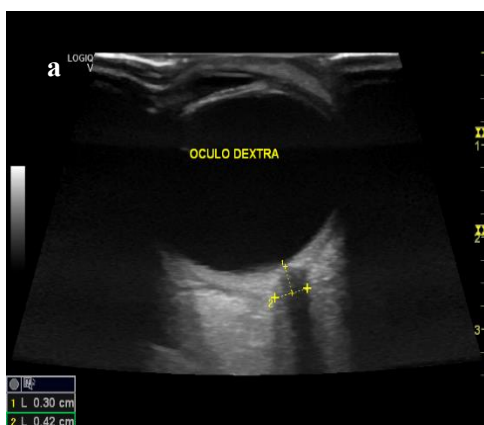
Pascaoperasi pasien dirawat di ICU. Respon pasien tampak somnolen tanpa sedasi terpasang ETT 7.0 mm, kedalaman 19 cm dengan ventilasi mekanik mode SIMV, frekuensi napas 12/menit, *Pressure* inspirasi 12 cmH₂O, pressure support 12 cmH₂O, FiO₂ 50%, PEEP 5.0 menghasilkan saturasi 99% dan analisa gas darah arteri pH 7.535; BE 8.4; PCO₂ 36.6; PO₂ 245; HCO₃ 31.2; SatO₂ 99.4%; laktat arteri 1.2.

Hemodinamik pasien stabil dengan perfusi hangat, kering, merah, tekanan darah 120/60 mmHg, laju denyut nadi 110/menit tanpa support vasokonstriktor, GCS E3VxM5, pupil anisokor 4/2mm, reflek cahaya positif normal, produksi urin pasien normal 70 ml/jam dan pasien sudah bias diberikan

diet enteral. Kami sempat melakukan pemeriksaan ONSD pada pasien ini dengan hasil ONSD bola mata kanan= 4.3 mm dan ONSD bola mata kiri= 4.2 mm (Gambar 7.). Dengan hasil ONSD ini diperkirakan tekanan intracranial kurang dari 20 mmHg dan proses weaning dapat kami mulai diikuti dengan ekstubasi dan pasien dapat pindah ke ruangan keesokan harinya.



Gambar 6. CT scan kepala pasien EDH regio temporoparietal dextra



Gambar 7. ONSD pada pasien cedera otak pasca evakuasi clot EDH; a) ONSD bola mata kanan 4.2 mm; b) ONSD bola mata kiri 4.3 mm.

Kasus 4

Laki-laki, 45 tahun dengan diagnosa Stroke hemoragik *et causa* ICH regio *occipital*, GCS E1V1M3, dilakukan tindakan operasi kraniotomi evakuasi ICH, IVH ventrikel lateralis kiri, SDH *falx cerebri*, SAH regio parietalis bilateral (Gambar 7), pasien juga didiagnosa dengan *Hipertensive heart disease, atrial fibrillation (AF) rapid ventricular response*, hipertensi derajat II. Kami melakukan pemeriksaan ONSD dengan hasil: ONSD mata kanan = 5.6 mm; dan ONSD mata kiri = 5.4 mm (Gambar 8). Pasien ini terus memburuk kondisinya dan meninggal pada hari ke 3 pascaoperasi.



Gambar 8. MSCT pasien stroke hemoragik dengan ICH





Gambar 9. ONSD pada pasien stroke hemoragik pasca evakuasi clot; a) ONSD bola mata kanan 5.6 mm; b) ONSD bola mata kiri 5.8 mm

PEMBAHASAN

Monitoring tekanan intrakranial menjadi penting pada pasien-pasien yang berisiko mengalami hipertensi intrakranial, baik pada kasus trauma maupun pada kasus non trauma. Pengukuran tekanan intrakranial dapat dilakukan dengan metode invasif dan non invasif. Pemeriksaan ONSD berkorelasi positif (*linear*) dengan pengukuran TIK invasif standar.⁶ Pemeriksaan ONSD juga dapat dilakukan dalam posisi *supine* dan semi *recumbent*, sehingga hasil ONSD tidak dipengaruhi oleh posisi pasien.⁷ Temuan peningkatan tekanan intrakranial pada pasien cedera kepala berat sering merubah alur terapi pada pasien trauma. Perubahan itu dapat berupa tindakan operasi, diuresis osmosis, sedasi, maupun drainase cairan serebro spinal.

Kesulitan pemeriksaan tekanan intrakranial pada pasien CKB di ICU menjadi sulit akibat pasien tidak sadar, tersedasi atau terparalisa dan terintubasi. Perubahan pola respirasi pada peningkatan TIK sangatlah bervariasi. Papil edema dan perubahan pupil adalah tanda-tanda akhir yang dapat terjadi dalam hitungan jam. Melakukan tindakan lumbal pungsi selama resusitasi pasien trauma tidak mungkin dilakukan

dan dapat berbahaya. Walaupun CT *scan* tetap menjadi standar baku pemeriksaan kranial namun membutuhkan transfer pasien dan memerlukan waktu sehingga sulit dilakukan dalam kondisi pasien kritis.

Laporan kasus kami ini memberikan gambaran bahwa pemeriksaan sonografi bola mata pasien yang dilakukan oleh klinisi ICU dapat memperkirakan tekanan intrakranial pasien secara cepat dan akurat. Teknik ini dapat dipelajari dengan cepat oleh klinisi yang sudah terbiasa dengan ultrasonografi dilingkungan ICU.

ONSD dengan *cut off* > 5 mm dapat memperkirakan TIK > 20 mmHg.⁸ Pada pasien kasus 1, 2, 4 didapatkan ONSD melebihi 5 mm pada kedua bola mata dan TIK diperkirakan melebihi 20 mmHg. Segala terapi yang bertujuan menurunkan TIK telah dilakukan kecuali kraniotomi dekompresi pada 2 pasien (kasus 1 dan kasus 2). Pada kasus 3 didapatkan hasil ONSD < 5mm, diperkirakan TIK kurang dari 20 mmHg. Pada pasien ini walaupun respon neurologis minimal, kami berani melakukan penyapihan ventilasi mekanik sampai dengan ekstubasi ketika kesadaran pasien sudah mencapai GCS E3VxM6.

Pemeriksaan ONSD pada pasien yang kami tangani juga memberikan informasi untuk dapat memberikan sedasi pada pasien kasus 2. Setelah diberikan sedasi pasien tampak rileks, spastisitas berkurang, pola napas membaik (tidak takipneu). Akan tetapi tidak dilakukan pemeriksaan ONSD setelah sedasi diberikan, dan saat akan menghentikan sedasi pada hari ke 2 perawatan di ICU.

Pemeriksaan ONSD juga memberikan informasi kepada klinisi tentang prognosis pasien. Hal ini menjadi penting saat memberikan informasi kepada keluarga pasien dan untuk rencana terapi selanjutnya.

Akan tetapi pasien yang kami lakukan pemeriksaan ONSD masih dalam jumlah sedikit, dan perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang kemampuan ONSD pada fase awal peningkatan TIK di IGD dan ICU. Pengukuran ONSD ini akan sangat bermanfaat dalam merubah keluaran pasien jika diukur pada fase awal dan dapat merubah terapi sesuai hasil ONSD. Pemeriksaan ONSD juga memiliki keterbatasan yaitu sangat tergantung pada kemampuan operator sonografinya. Sehingga memerlukan pelatihan yang cukup untuk mencapai *learning curve* yang cukup. Untuk klinisi yang terbiasa dengan USG dapat mempelajarinya dalam 10 kali percobaan, sedangkan untuk klinisi yang minim paparnya terhadap USG di ICU memerlukan percobaan sekitar 25 pemeriksaan.⁹

KESIMPULAN

Hipertensi intrakranial dapat terjadi pada pasien pasca cedera kepala yang memerlukan diagnosis cepat dan terapi segera. Pemeriksaan CT *scan* tetap merupakan pemeriksaan pilihan pada pasien cedera kepala, tetapi transfer pasien ke ruang pemeriksaan CT *scan* memerlukan persiapan dan pasien yang stabil. Pengukuran ONSD dapat dilakukan di samping pasien, dan pada pasien yang tidak stabil sekalipun. Pemeriksaan ini memiliki sensitifitas dan spesifisitas yang cukup tinggi, mudah untuk dilatih. Jika kita menggabungkan pemeriksaan fisik, dan pemeriksaan TIK lainnya baik dari CT *scan*, oftalmoskopi dan ONSD diharapkan akan mendapatkan informasi

yang utuh dari kondisi TIK pasien, manajemen TIK pada pasien tersebut akan lebih terarah, serta prognosis ke depan dari pasien dapat diinformasikan kepada anggota keluarganya. Pemeriksaan ONSD sangat berguna, apalagi jika pemeriksaan TIK dengan metode invasif menjadi kontraindikasi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Dunn LT. Raised Intracranial Pressure. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2002;73(suppl 1):123-127
2. Wang L, Feng L, Yao Y. Optimal optic nerve sheath diameter threshold for the identification of elevated opening pressure on lumbar puncture in a Chinese population. *Plos One* 2015;10:e0117939.
3. Amin D, McCormick T, Mailhot T. Elevated intracranial pressure diagnosis with Emergency Department Bedside ocular ultrasound. *Case Rep Emerg Med* 2015;2015:1-3
Toscano.M, Spadetta.G, Pulitano P, M. Rocco.M, Di Piero V, Mecarelli O, and Vicenzini E. Optic Nerve Sheath Diameter Ultrasound Evaluation in Intensive Care Unit: Possible Role and Clinical Aspects in Neurological Critical Patients' Daily Monitoring. *BioMed Research International* Vol 2017. (2017);2.
4. Soldatos T, Chatzimichail K, Papatheanasiou M, Gouliamos A. Optic Nerve sonography: a new window for the non invasive evaluation of intracranial pressure

- in brain injury. *Emerg Med J* 2009;26:630-634.
5. Maas AIR, Menon DK, Lingsma HF, Pineda JA, Sandel ME, Manley GT. Re-Orientation of Clinical Research in Traumatic Brain Injury: Report of an International Workshop on Comparative Effectiveness Research. *Journal of Neurotrauma*. Januari 2012;29(1):32–46.
 6. Maissan IM, Dirven PJAC, Haitsma IK, Hoeks SE, Gommers D, Stolker RJ. Ultrasonographic measured optic nerve sheath diameter as an accurate and quick monitor for changes in intracranial pressure. *J. Neurosurg* 123:743-747, 2015
 7. Romagnuolo L, Tayal V, Tomaszewski C, Saunders T, Norton J. Optic nerve sheath diameter does not change with patient position. *Am J Emerg Med*. (2005)23,686-688.
 8. Golshani K, Zadeh ME, Farajzadegan Z, Khorvash F. Diagnostic accuracy of optic nerve ultrasonography and ophthalmoscopy in prediction of elevated intracranial pressure. *Emerg*. (2015);3(2):54-58
 9. Dash HH, Chavali S. Management of traumatic brain injury patients. *Korean J Anesthesiol*. Februari 2018;71(1):12–21.
 10. Jennett S, North JB. Effect of intermittently raised intracranial pressure on breathing pattern, ventilatory response to CO₂, and blood gases in anesthetized cats. *Journal of Neurosurgery*. 1 Februari 1976;44(2):156–67.
 11. Lee A, Rigi M, Almarzouqi S, Morgan M. Papilledema: epidemiology, etiology, and clinical management. *Eye and Brain*. Agustus 2015;47.
 12. Shen L, Qiu S, Su Z, Ma X, Yan R. Lumbar puncture as possible cause of sudden paradoxical herniation in patient with previous decompressive craniectomy: report of two cases. *BMC Neurology*. 2 Agustus 2017;17(1):147.
 13. Fanara B, Manzon C, Barbot O, Desmettre T, Capellier G. Recommendations for the intra-hospital transport of critically ill patients. *Crit Care*. 2010;14(3):R87.
 14. Tayal VS, Naulender M, Norton HJ, Foster T, Saunders T, Blaivas M. Emergency Department Sonographic measurement of optic nerve sheath diameter to detect findings of increased intracranial pressure in adult head injury patients. *Ann Emerg Med* Vol 49, No.4: April 2007:508-514.
 15. Gao Y, Li Q, Wu C, Liu S, Zhang M. Diagnostic and prognostic value of the optic nerve sheath diameter with respect to the intracranial pressure and neurological outcome of patients following hemicraniectomy. *BMC Neurology*. 5 Desember 2018;18(1):199.