

DOI: <http://dx.doi.org/10.33846/sf12nk105>

Posisi Tubuh yang Berpengaruh Terhadap Tekanan Intrakranial Pasien Neurologi: A Literatur Review

Juril

Mahasiswa Program Studi Magister Ilmu Keperawatan, Universitas Hasanuddin; juril.jrhiel@gmail.com (koresponden)

Rosyidah Arafat

Dosen Fakultas Keperawatan, Universitas Hasanuddin Makassar

Andi Masyitha Irwan

Dosen Fakultas Keperawatan, Universitas Hasanuddin Makassar

ABSTRACT

Introduction: Increased Intracranial Pressure (ICP) is a common problem in neurological patients. Stimuli of nursing interventions become a secondary cause of increased ICP. One of the nursing interventions that risk of causing increased ICP is change body position. The aim of this literature review is to identify the various positions that influence ICP in neurological patients. Method: We use four databases to find articles: PubMed, Ebsco Host, Google Scholar and SpringerLink. After using relevant keywords, we found 3,430 articles between 2010- 2020 that were identified, then we were screening to assess their eligibility and we excluded articles that were not relevant with inclusion criteria, so that there are 5 relevant articles as the main reference. Result: Based on the 5 articles that we analyzed, body position that affects ICP in neurological patients includes the elevation Head of Bed (HOB) in the supine position, the left and right lateral positions, and the prone position. Conclusion: This study shows that head elevation of 15 degrees cause to increase ICP and head elevations of 30 and 45 degrees can decrease ICP. In the treatment of patients with elevated ICP, changes in position must be made appropriately to prevent adverse effects. Head elevations up to 30 and 45 degrees are useful in helping to reduce ICP, and a low head position have to avoid.

Keywords: intracranial pressure; body position; neurology patient

ABSTRAK

Pendahuluan: Peningkatan Tekanan Intrakranial (TIK) adalah masalah umum pada pasien neurologis. Stimulus intervensi keperawatan menjadi penyebab sekunder terjadinya peningkatan TIK. Salah satu intervensi keperawatan yang berisiko menyebabkan peningkatan TIK adalah perubahan posisi tubuh. Tujuan dari tinjauan literatur ini adalah untuk mengidentifikasi berbagai posisi yang mempengaruhi TIK pada pasien neurologi. Metode: Kami menggunakan empat database untuk menemukan artikel: PubMed, Ebsco Host, Google Scholar dan SpringerLink. Setelah menggunakan kata kunci yang relevan, kami menemukan 3.430 artikel antara tahun 2010-2020 yang teridentifikasi, kemudian kami melakukan screening untuk menilai kelayakannya dan kami mengecualikan artikel yang tidak relevan dengan kriteria inklusi, sehingga terdapat 5 artikel yang relevan sebagai referensi utama. Hasil: Berdasarkan 5 artikel yang kami analisis, posisi tubuh yang mempengaruhi TIK pada pasien neurologis diantaranya adalah elevasi Head of Bed (HOB) pada posisi terlentang, posisi lateral kiri dan kanan, dan posisi tengkurap. Kesimpulan: Penelitian ini menunjukkan bahwa ketinggian posisi kepala 15 derajat dapat menyebabkan TIK meningkat dan ketinggian kepala 30 dan 45 derajat dapat menurunkan TIK. Dalam pengobatan pasien dengan peningkatan TIK, perubahan posisi harus dilakukan secara tepat untuk mencegah efek samping. Peninggian posisi kepala hingga 30 dan 45 derajat berguna dalam membantu mengurangi TIK, dan posisi kepala yang rendah harus dihindari.

Kata kunci: tekanan intrakranial; posisi tubuh; pasien neurologi

PENDAHULUAN

Peningkatan Tekanan Intrakranial (TIK) merupakan masalah yang sering terjadi pada pasien neurologis. Studi oleh Juelsgaard et al., (2018) di Helicopter Emergency Medical Service (HEMS) Denmark, menyatakan bahwa dari total 211 pasien yang dirawat dengan patologi *intracranial non traumatic* dan *traumatic brain injury* (TBI) 74% diantaranya mengalami peningkatan TIK.⁽¹⁾ Begitu pula studi prospektif oleh Fekadu et al., (2019) di unit stroke Jimma University Medical Center (JUMC) melaporkan bahwa kematian akibat peningkatan TIK pada pasien stroke sebesar 68%.⁽²⁾ Wong et al., (2013) juga melaporkan bahwa kematian akibat peningkatan TIK pada pasien dengan cedera kepala sebesar 55.6%.⁽³⁾ Sedangkan di Indonesia, diketahui bahwa 38.9% pasien stroke akut mengalami peningkatan TIK.⁽⁴⁾ Prevalensi kejadian peningkatan TIK cukup tinggi pada kasus neurologi, sehingga perlu diketahui penyebabnya.

Penyebab peningkatan TIK dapat dikategorikan menjadi dua yaitu penyebab primer dan sekunder. Penyebab primer dapat diakibatkan oleh trauma (hematoma epidural, hematoma subdural, perdarahan atau kontusio intraserebral), tumor otak, stroke, perdarahan intraserebral non traumatik (ruptur aneurisma), hipertensi intrakranial idiopatik atau jinak, hidrocephalus, dan meningitis, sedangkan penyebab sekunder dapat diakibatkan oleh adanya hipovolemia (hipoksia atau hiperkarbia), hipertensi, obstruksi jalan nafas, metabolik, kejang, hiperpireksia, dan edema serebral yang tinggi.⁽⁵⁾ Penyebab sekunder peningkatan TIK juga dapat diakibatkan oleh stimulus dari tindakan keperawatan.

Salah satu intervensi keperawatan yang berisiko menyebabkan peningkatan TIK adalah perubahan posisi. Perubahan posisi yang menyebabkan rotasi pada leher, dapat menyebabkan penurunan aliran balik vena sehingga terjadi

peningkatan total volume darah intrakranial dan mengakibatkan peningkatan TIK.⁽⁶⁻⁸⁾ Meskipun demikian, perubahan posisi ini tetap penting untuk dilakukan pada pasien neurologi karena dapat mencegah terjadinya luka dekubitus,⁽⁹⁾ memberikan keamanan dan kenyamanan,⁽¹⁰⁾ serta mencegah risiko terjadinya komplikasi tromboemboli vena akibat imobilisasi dan tirah baring lama.⁽¹¹⁾ Namun, untuk meminimalisir dampaknya terhadap TIK, perubahan posisi harus dilakukan dengan tepat dan selalu memperhatikan posisi leher agar tidak terjadi penurunan aliran balik vena akibat fleksi dan rotasi yang berlebihan.^(12,13) Oleh karena itu, penting juga bagi perawat untuk mengetahui berbagai posisi tubuh yang dapat berisiko meningkatkan TIK pasien, sehingga tujuan dari tinjauan literatur ini adalah untuk mengidentifikasi berbagai posisi tubuh yang dapat mempengaruhi TIK pasien neurologi.

METODE

Pencarian artikel dilakukan dengan menelusuri hasil-hasil publikasi ilmiah pada rentang waktu antara tahun 2010-2020 dengan menggunakan 4 database elektronik yaitu PubMed, Ebsco Host, Google Scholar dan SpringerLink. Kata kunci pencarian yang digunakan adalah "*neurology patient*" OR "*neurology AND reposition*" OR "*body position*" OR "*change position*" OR "*head position*" OR "*head elevation*" OR "*head of bed position*" AND "*intracranial pressure*" OR "*elevated intracranial pressure*".

Setelah menggunakan kata kunci yang relevan, kami mendapatkan 3.430 artikel yang diidentifikasi, masing-masing 40 dari *Pubmed*, 320 dari *EBSCO host*, 2.560 dari *Google Scholar* dan 510 dari *SpringerLink*, yang sudah dalam rentang 10 tahun terakhir serta berbahasa Inggris. Kemudian kami melakukan skrining dengan membaca judul dan abstrak untuk menilai kelayakannya sehingga tersisa 86 artikel. Selanjutnya kami eksklusikan artikel yang tidak *full text*, populasi bukan pada manusia, dan artikel yang publikasi ganda sehingga tersisa 14 artikel. Kami membaca secara detail 14 artikel yang *full text* ini, kemudian kami eksklusikan lagi 9 artikel karena bukan hasil penelitian, sehingga tersisa 5 artikel yang relevan dan dijadikan sebagai referensi utama (gambar 1). Kriteria inklusi dalam ulasan literatur ini adalah studi dengan: (1) Populasi pasien neurologi, (2) membahas posisi tubuh dan efeknya terhadap TIK pasien (3) diterbitkan dalam 10 tahun terakhir. Kriteria eksklusikan: (1) populasi bukan manusia, (2) artikel bukan bahasa Inggris (3) tidak *full text*, dan (4) bukan hasil penelitian

HASIL

Hasil penelusuran akhir kami menemukan 5 artikel yang terdiri dari 3 studi observasional⁽¹⁴⁻¹⁶⁾ dan 2 studi kuasi eksperimen.^(17,18) Semua studi membahas tentang pengaruh perubahan posisi tubuh dan dampaknya terhadap TIK pasien, populasi dalam penelitian merupakan pasien dengan penyakit neurologi seperti *traumatic brain injury*, *subarachnoid hemorrhage*, *intracerebral hemorrhage*, *intracranial mass*, *cerebral ischemic infarction* dan *hydrocephalus*.

Berdasarkan hasil studi kami, terdapat beberapa posisi tubuh yang dapat mempengaruhi TIK pasien neurologi, di antaranya sebagai berikut:

1) Posisi terlentang

Posisi terlentang dengan ketinggian *Head of Bed* (HOB) berbeda berpengaruh terhadap nilai TIK dan *Cerebral Perfusion Pressure* (CPP) pasien. Penelitian oleh Ugras et al., (2018) di Turki, dengan tujuan untuk mengevaluasi efek dari perbedaan ketinggian *Head of Bed* (HOB) dan posisi tubuh terhadap TIK dan CPP serta untuk mengidentifikasi posisi yang aman untuk pasien bedah saraf dengan *Glasgow Coma Scale* (GCS) yang berbeda, diketahui bahwa setelah pasien berada pada posisi terlentang dengan HOB berbeda (15, 30 dan 45 derajat), TIK meningkat dan CPP menurun dibandingkan dengan nilai pra posisi, meskipun tidak signifikan secara statistik ($p < 0,05$).⁽¹⁸⁾ Ledwith et al., (2010) juga dalam penelitiannya di Philadelphia, melaporkan bahwa posisi terlentang dengan HOB 45° dapat menurunkan TIK pada pasien *traumatic brain injury* dan *hemorrhagic stroke*.⁽¹⁷⁾

Penelitian secara retrospektif oleh Norager et al., (2020) di Denmark, untuk mengetahui efek pergeseran posisi terhadap *Pulse Wave Amplitude* (PWA) pada 29 pasien hidrosefalus, diketahui bahwa nilai TIK menurun secara signifikan selama pergeseran posisi dari terlentang ke posisi tegak ($p < 0,01$). Rata-rata nilai TIK (SD) adalah 14,0 mmHg $\pm$ 5,5 mmHg dalam posisi terlentang dan - 0,2 mmHg $\pm$ 5,9 mmHg dalam posisi tegak. Jadi, rata-rata perubahan TIK setelah pergeseran posisi adalah 14,1 mmHg.⁽¹⁵⁾ Demikian pula studi Farahmand et al., (2015), untuk menganalisis TIK dan amplitudo gelombang TIK pada pengaturan *shunt* dan posisi tubuh yang berbeda secara prospektif pada 15 pasien hidrosefalus diketahui bahwa rata-rata nilai TIK secara signifikan lebih rendah pada posisi duduk dibandingkan dengan posisi terlentang, rata-rata ICP adalah 11,5 $\pm$ 1,1 (mean $\pm$ SD) mmHg lebih rendah saat duduk dan 10,5 $\pm$ 1,1 mmHg lebih rendah saat berjalan ($p < 0,001$).⁽¹⁴⁾

2) Posisi lateral kiri dan kanan

Dalam ulasan ini juga ditemukan beberapa studi yang mengatakan bahwa posisi lateral kiri dan kanan dengan HOB berbeda mempengaruhi nilai TIK pasien, dibuktikan dengan penelitian oleh Ledwith et al., (2010) dalam mengamati efek dari 12 posisi tubuh yang berbeda terhadap neurodinamik dan hemodinamik pada pasien *traumatic brain injury* dan *hemorrhagic stroke*, melaporkan bahwa posisi lateral kiri dan lateral kanan dengan HOB 15 dan 30 derajat dapat meningkatkan TIK. Pada posisi lateral kiri dengan HOB 15 derajat, nilai TIK meningkat dari 9,92 mmHg $\pm$ 6,4 mmHg menjadi 11,42 mmHg $\pm$ 5,1 mmHg, pada posisi lateral kiri dengan HOB 30 derajat, nilai TIK meningkat dari 10 mmHg $\pm$ 6,1 mmHg menjadi 10,11 mmHg $\pm$ 6,3 mmHg, dan TIK menurun pada posisi lateral kiri dengan HOB 45 derajat yaitu 9,19 mmHg $\pm$ 6,1 menjadi 9,04 mmHg $\pm$ 5,9 mmHg. Begitu pula pada posisi lateral kanan dengan HOB 15 derajat, nilai TIK meningkat dari 9,20 mmHg $\pm$ 6,0 menjadi 12,13 mmHg $\pm$ 7,72 mmHg, posisi lateral kanan dengan

HOB 30 derajat, nilai TIK meningkat dari $9,25 \text{ mmHg} \pm 5,9 \text{ mmHg}$ menjadi $9,68 \text{ mmHg} \pm 5,91 \text{ mmHg}$ dan TIK menurun pada lateral kanan dengan HOB 45 derajat yaitu $11,81 \text{ mmHg} \pm 7,2 \text{ mmHg}$ menjadi $9,81 \text{ mmHg} \pm 7,39 \text{ mmHg}$.⁽¹⁷⁾ Hasil yang sama dilaporkan dalam penelitian Ugras et al, (2018) pada pasien bedah saraf dengan *Glasgow Coma Scale* (GCS) yang berbeda, bahwa nilai TIK meningkat dan CPP menurun pada saat pasien diposisikan lateral kiri ataupun kanan dengan HOB 15 dan 30 derajat, dan TIK menurun serta CPP meningkat ketika pasien diposisikan lateral dengan HOB 45 derajat.⁽¹⁸⁾

3) Posisi tengkurap

Terdapat satu artikel yang menyatakan bahwa posisi tengkurap dapat mempengaruhi TIK pasien.⁽¹⁶⁾ Studi oleh Roth et al., (2014) di Jerman, untuk mengetahui pengaruh *prone position* pada TIK dan oksigenasi dalam pengaturan rutin, pada pasien dengan *subarachnoid hemorrhage*, *traumatic brain injury*, *intracerebral hemorrhage*, dan *cerebral ischemic infarction*, melaporkan bahwa Nilai TIK >20 mmHg terjadi lebih sering selama *Prone Positioning* (PP) dari pada *Supine Positioning* (SP) ($p < 0,0001$) dan dikaitkan dengan episode penurunan CPP <70 mmHg yang signifikan ($p < 0,0022$).

Tabel 1. *Synthesis grid*

No	Penulis, negara	Judul	Metode	Populasi	Hasil
1.	Uğraş et al., 2018 ⁽¹⁸⁾ Turkey	Effects of Different Head-of-Bed Elevations and Body Positions on Intracranial Pressure and Cerebral Perfusion Pressure in Neurosurgical Patients	A quasi-experimental	Traumatic brain injury, subarachnoid hemorrhage, dan intracranial mass	Setelah pasien berada dalam posisi terlentang, lateral kiri dan lateral kanan dengan HOB berbeda, TIK meningkat dan CPP menurun dibandingkan dengan nilai pra posisi. Namun, perbedaan tersebut tidak signifikan secara statistik ($p < 0,05$)
2.	Ledwith et al., 2010 ⁽¹⁷⁾ Amerika Serikat	Effect of Body Position on Cerebral Oxygenation and Physiologic Parameters in Patients with Acute Neurological Conditions	A quasi-experimental	Traumatic Brain Injury	Empat posisi menyebabkan perubahan signifikan dalam TIK: telentang dengan HOB 45° (TIK menurun), $p < 0,01$; lateral kiri dengan HOB 15° (TIK meningkat), $p < 0,05$; lateral kanan dengan HOB 15° (TIK meningkat), $p < 0,05$ dan elevasi lutut dengan HOB 30° dan 45° (TIK menurun), $p < 0,05$
3.	Farahmand et al., 2015 ⁽¹⁴⁾ Swedia	Intracranial pressure in hydrocephalus: impact of shunt adjustments and body positions	Prospektive observasional study	Hidrosefalus	Rata-rata nilai TIK secara signifikan lebih tinggi pada posisi terlentang dibandingkan dengan posisi duduk. Bila dibandingkan dengan posisi terlentang rata-rata nilai TIK adalah 11,5 (10,5-12,6) mm Hg lebih rendah saat duduk, ($p < 0,001$)
4.	Roth et al., 2014 ⁽¹⁶⁾ Germany	Does Prone Positioning Increase Intracranial Pressure? A Retrospective Analysis of Patients with Acute Brain Injury and Acute Respiratory Failure	Retrospective observational study	Subarachnoid hemorrhage, Traumatic brain injury, Intracerebral hemorrhage, dan Cerebral ischemic infarction	TIK awal rata-rata dalam SP adalah $9,5 \pm 5,9 \text{ mmHg}$ dan meningkat secara signifikan selama PP ($p < 0,0001$). Tidak ada perbedaan yang signifikan antara CPP di SP ($82 \pm 14,5 \text{ mmHg}$) dibandingkan dengan PP ($p > 0,05$). Nilai TIK > 20 mmHg terjadi lebih sering selama PP daripada SP ($p < 0,0001$) dan dikaitkan dengan episode penurunan CPP <70 mmHg yang signifikan ($p < 0,0022$).
5.	Norager, Olsen, Riedel, & Juhler, 2020 ⁽¹⁵⁾ Austria	Changes in intracranial pressure and pulse wave amplitude during postural shifts	Retrospective observational study	Hidrosefalus	Nilai TIK menurun secara signifikan selama pergeseran posisi dari terlentang ke posisi tegak ($p < 0,01$).

PEMBAHASAN

Ketinggian HOB yang berbeda (15, 30, dan 45) baik pada posisi terlentang, lateral kiri atau lateral kanan berpengaruh terhadap TIK dan CPP. Ketika pasien pada posisi HOB 15 derajat, nilai TIK meningkat dan CPP menurun,^(17,18) dan TIK menjadi menurun saat diposisikan pada HOB 30 dan 45 derajat.⁽¹⁷⁾ Posisi HOB 30 dan 45 derajat dikaitkan dengan adanya penurunan tekanan hidrostatik pada tengkorak akibat posisi kepala lebih tinggi dari jantung, penurunan volume darah vena serebral dan bergesernya volume CSF dari rongga tengkorak ke kanalis spinal, sehingga mengakibatkan penurunan total volume dalam rongga kranium.⁽¹⁷⁻¹⁹⁾ Hal ini sejalan dengan penelitian oleh Palazón, Asensi, López, Bautista, & Candel, (2008), dalam mempelajari efek dinamika otak dari posisi setengah duduk, ketinggian kepala 30 derajat dan 45 derajat, dimana nilai rata-rata TIK secara signifikan lebih rendah di kedua posisi semi fowler dibandingkan dengan posisi terlentang.⁽²⁰⁾ Nilai TIK semakin turun ketika posisi kepala semakin tinggi, dibuktikan pula dengan penelitian oleh Farahmand et al., (2015); Norager et al., (2020), bahwa perubahan posisi terlentang ke posisi tegak dapat mempengaruhi TIK pasien, dimana rata-rata nilai TIK secara signifikan lebih rendah pada posisi duduk dibandingkan dengan posisi terlentang.^(14,15)

Posisi lain yang berpengaruh terhadap TIK pasien adalah tengkurap, dibuktikan oleh Roth et al. (2014), TIK >20 mmHg terjadi lebih sering selama posisi tengkurap dari pada posisi terlentang. Hal ini dikaitkan dengan rotasi kepala yang mempengaruhi aliran balik vena selama posisi tengkurap. Penurunan aliran balik vena dapat

menyebabkan gangguan aliran darah serebral, sehingga kemudian mengakibatkan peningkatan volume darah otak.⁽¹⁶⁾ Sejalan pula dengan hasil penelitian Nekludov, Bellander, & Mure, (2006) yang mempelajari pengaruh posisi tengkurap terhadap TIK pada pasien cedera kepala dan subarachnoid hemorrhage (SAH), melaporkan bahwa posisi tengkurap menyebabkan peningkatan TIK dan *Mean Artery Pressure* (MAP) yang signifikan.⁽²¹⁾

KESIMPULAN

Ketinggian posisi kepala mempengaruhi nilai TIK pasien, baik pada posisi terlentang, lateral kiri maupun lateral kanan. Ketinggian HOB 15 derajat menyebabkan TIK meningkat dan HOB 30 dan 45 derajat menyebabkan TIK menurun. Posisi tengkurap yang menyebabkan adanya rotasi leher dapat mempengaruhi aliran balik vena sehingga berisiko meningkatkan TIK pasien. Hal ini harus menjadi perhatian bagi petugas kesehatan, khususnya yang menangani pasien neurologi dengan peningkatan TIK, pengaturan posisi kepala yang rendah serta posisi yang menyebabkan rotasi pada leher harus dihindari karena dapat menyebabkan TIK semakin meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

1. Juelsgaard J, Rognås L, Knudsen L, Hansen TM, Rasmussen M. Prehospital treatment of patients with acute intracranial pathology: adherence to guidelines and blood pressure recommendations by the Danish Air Ambulance. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2018;26(1):68.
2. Fekadu G, Chelkeba L, Kebede A. Burden, clinical outcomes and predictors of time to in hospital mortality among adult patients admitted to stroke unit of Jimma university medical center: a prospective cohort study. *BMC Neurol*. 2019;19(1):213.
3. Wong GKC, Mak CHKM, Lu YY. Review and recommendations on management of refractory raised intracranial pressure in aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *Vasc Health Risk Manag*. 2013;9(1):353.
4. Sari W, Halimuddin. Kejadian Henti Jantung, Henti Nafas, dan Peningkatan Tekanan Intrakranial Pada Pasien Stroke Akut. *JIM*. 2019;4(2):34–41.
5. Castillo LR, Gopinath S, Robertson CS. Management of Intracranial Hypertension. *Neurol Clin*. 2008;26(2):521–41.
6. Barami K, Sood S. The cerebral venous system and the postural regulation of intracranial pressure: implications in the management of patients with cerebrospinal fluid diversion. *Child's Nerv Syst*. 2016;32(4):599–607.
7. Szabo CM. The Effect of Oral Care on Intracranial Pressure. *J Neurosci Nurs*. 2011;43(5):E1–9.
8. Hickey J V., Olson DWM, Turner DA. Intracranial pressure waveform analysis during rest and suctioning. *Biol Res Nurs*. 2009;11(2):174–86.
9. Gillespie BM, Chaboyer WP, McInnes E, Kent B, Whitty JA. Repositioning for pressure ulcer prevention in adults. In: Chaboyer WP, editor. *Cochrane Database of Systematic Reviews* [Internet]. Chichester: John Wiley & Sons, Ltd; 2012.
10. Fragala G, Fragala M. Improving the Safety of Patient Turning and Repositioning Tasks for Caregivers. *Workplace Health Saf*. 2014;62(7):268–73.
11. Bradford NK. Repositioning for pressure ulcer prevention in adults-A Cochrane review. *Int J Nurs Pract*. 2016;22(1):108–9.
12. Rozet I, Vavilala MS. Risks and Benefits of Patient Positioning During Neurosurgical Care. *Anesthesiol Clin* [Internet]. 2007 Sep;25(3):631–53. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1932227507000390>
13. Yeoh TY, Tan A, Manninen P, Chan VWS, Venkatraghavan L. Effect of different surgical positions on the cerebral venous drainage: a pilot study using healthy volunteers. *Anaesthesia*. 2016;71(7):806–13.
14. Farahmand D, Qvarlander S, Malm J, Wikkelso C, Eklund A, Tisell M. Intracranial pressure in hydrocephalus: impact of shunt adjustments and body positions. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2015;1;86(2):222–8.
15. Norager NH, Olsen MH, Riedel CS, Juhler M. Changes in intracranial pressure and pulse wave amplitude during postural shifts. *Acta Neurochir (Wien)*. 2020.
16. Roth C, Ferbert A, Deinsberger W, Kleffmann J, Kästner S, Godau J, et al. Does Prone Positioning Increase Intracranial Pressure? A Retrospective Analysis of Patients with Acute Brain Injury and Acute Respiratory Failure. *Neurocrit Care*. 2014;21(2):186–91.
17. Ledwith MB, Bloom S, Maloney-Wilensky E, Coyle B, Polomano RC, Le Roux PD. Effect of Body Position on Cerebral Oxygenation and Physiologic Parameters in Patients With Acute Neurological Conditions. *J Neurosci Nurs* [Internet]. 2010 Oct;42(5):280–7. Available from: <http://journals.lww.com/01376517-201010000-00008>
18. Uğraş GA, Yüksel S, Temiz Z, Eroğlu S, Şirin K, Turan Y. Effects of Different Head-of-Bed Elevations and Body Positions on Intracranial Pressure and Cerebral Perfusion Pressure in Neurosurgical Patients. *J Neurosci Nurs* [Internet]. 2018 Aug;50(4):247–51. Available from: <http://insights.ovid.com/crossref?an=01376517-201808000-00013>
19. Nakagawa K, Smith WS. Evaluation and management of increased intracranial pressure. *Contin Lifelong Learn Neurol*. 2011;17(5):1077–93.
20. Palazón JH, Asensi PD, López SB, Bautista FP, Candel AG. [Effect of head elevation on intracranial pressure, cerebral perfusion pressure, and regional cerebral oxygen saturation in patients with cerebral hemorrhage]. *Rev Esp Anesthesiol Reanim*. 2008 May;55(5):289–93.
21. Nekludov M, Bellander B-M, Mure M. Oxygenation and cerebral perfusion pressure improved in the prone position. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2006;50(8):932–6.