



# ИНДЕКС ДИАМЕТРА ЗРИТЕЛЬНОГО НЕРВА С ОБОЛОЧКАМИ (ДЗНО) В ДИАГНОСТИКЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИИ ВНУТРИЧЕРЕПНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ (ВЧГ) ПРИ ОТЕКЕ ГОЛОВНОГО МОЗГА

К. Р. Мурадян, О. Ю. Сосновская, А. М. Туркин,  
А. В. Ошоров, И. А. Савин, А. Д. Кравчук

ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им акад. Н. Н. Бурденко» МЗ РФ, Москва

**РЕЗЮМЕ.** Значительный объем проведенных исследований, посвященных изучению корреляции между развитием внутричерепной гипертензии (ВЧГ) и изменениями в диаметре зрительного нерва с оболочками (ДЗНО), позволил установить с одной стороны наличие зависимости и возможность применения ДЗНО с диагностической и прогностической целью, а с другой стороны выявить ряд ограничений данной методики, таких как вариабельность ДЗНО ввиду индивидуальных анатомических особенностей строения структур глазного яблока и зрительного нерва. В связи с этим наблюдением целесообразным является введение такого параметра, как индекс ДЗНО — отношение диаметра зрительного нерва с оболочками к диаметру глазного яблока, позволяющего нивелировать значение индивидуальных различий.

**ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ.** Оценка возможности использования рентгенологического параметра индекс ДЗНО в диагностике и прогнозировании развития ВЧГ.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ:** на базе НМИЦ Нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко за период с 2020 по 2021 год проведено проспективное одноцентровое наблюдательное прикладное исследование, включившее 21 пациента (5 женщин и 16 мужчин) с инвазивным мониторингом ВЧД, из них 17 больных с тяжелой (ШКТ < 8 балла) черепно-мозговой травмой (ЧМТ) и 4 пациента после аневризматического субарахноидального кровоизлияния (аСАК) (Hunt-Hess 3–4). Оценка индекса ДЗНО проводилась на основании данных входящей и повторных КТ головного мозга, выполненных срезами толщиной до 1,25 мм, и рассчитывалось как отношение ДЗНО к поперечному диаметру глазного яблока.

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** Оценка полученных данных с помощью ROC анализа позволила выявить взаимосвязь между повышением ВЧД (>20 мм рт.ст.) и увеличением индекса ДЗНО и показателями среднего ВЧД и медианы ВЧД за первые сутки мониторинга. Также прослеживалась зависимость между индексом ДЗНО и максимальными значениями ВЧД за первые 48 часов мониторинга.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Полученные результаты достоверно подтверждают возможность применения параметра индекса ДЗНО с прогностической целью и диагностической целью у пациентов с синдромом ВЧГ.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** внутричерепное давление, внутричерепная гипертензия, черепно-мозговая травма, субарахноидальное кровоизлияние, диаметр зрительного нерва с оболочками, индекс диаметра зрительного нерва с оболочками, нейрореанимация, компьютерная томография

*Для цитирования:* Мурадян К. Р., Сосновская О. Ю., Туркин А. М., Ошоров А. В., Савин И. А., Кравчук А. Д. Индекс диаметра зрительного нерва с оболочками (ДЗНО) в диагностике и прогнозировании внутричерепной гипертензии (ВЧГ) при отеке головного мозга. Российский нейрохирургический журнал им. проф. А. Л. Поленова. 2022;14(2):102–104

## INDEX ONSD/ETD (OPTIC NERVE SHEATH DIAMETER/ EYEBALL TRANSVERS DIAMETER) IN THE DIAGNOSTICS AND PREDICTION OF INTRACRANIAL HYPERTENSION (ICH) IN PATIENTS WITH CEREBRAL EDEMA

K. R. Muradyan, O. Yu. Sosnovskaya, A. M. Turkin, A. V. Oshorov, I. A. Savin, A. D. Kravchuk

“N. N. Burdenko National Medical Research Center of Neurosurgery”, Moscow

**SUMMARY.** A significant amount of research devoted to the study of the correlation between intracranial hypertension (ICH) and changes in the optic nerve sheaths diameter (ONSD) made it possible to establish, on the one hand, possibility of using ONSD for diagnostic and prognostic purposes, and on the other hand, to identify number of limitations of this technique, such as variability of ONSD due to individual anatomical features of the structure of the eyeball and optic nerve. In connection with this observation, it is advisable to introduce parameter ONSD index — the ratio of the optic nerve sheath diameter to the eyeball diameter, which allows decrease the significance of individual differences.

**MATERIALS AND METHODS:** on the basis of the Burdenko Neurosurgery Institute for the period from 2020 to 2021, a prospective single-center observational applied study was conducted, which included 21 patients (5 women and 16

men) with invasive ICP monitoring, of which 17 patients with severe (GCS<8 points) traumatic brain injury (TBI) and 4 patients after aneurysmal subarachnoid haemorrhage (aSAH) (Hunt-Hess 3–4). The evaluation of the ONSD index was carried out on the basis of the data of the incoming and repeated brain CT, performed with slices up to 1.25 mm thick, and was calculated as the ratio of the ONSD to the transverse eyeball diameter.

**RESULTS.** Evaluation of the obtained data using ROC analysis revealed the correlation between the increase in ICP (>20 mm Hg) and the increase in the ONSD index and the indicators of the average ICP and median ICP for the first day of monitoring. There was also a correlation between the ONSD index and the maximum values of ICP for the first 48 hours of monitoring.

**CONCLUSION.** The results obtained reliably confirm the possibility of using the ONSD index parameter for prognostic and diagnostic purposes in patients with ICH syndrome.

**KEYWORDS:** intracranial pressure, intracranial hypertension, traumatic brain injury, subarachnoid haemorrhage, optic nerve sheath diameter, optic nerve sheath diameter index, intensive care, computer tomography

*For citation:* Muradyan K. R., Sosnovskaya O. Yu., Turkin A. M., Oshorov A. V., Savin I. A., Kravchuk A. D. Index ONSD/ETD (optic nerve sheath diameter/ eyeball transvers diameter) in the diagnostics and prediction of intracranial hypertension (ICH) in patients with cerebral edema. Rossiiskii neirokhirurgicheskii zhurnal imeni professora A. L. Polenova. 2022;14(2):102–104

**Введение.** Согласно наблюдениям в отделении нейрореанимации повышение внутричерепного давления (ВЧД) и возникновение синдрома внутричерепной гипертензии (ВЧГ) — одно из наиболее часто встречающихся и тяжелых осложнений у пациентов с отеком головного мозга, определяющее тяжесть течения заболевания, агрессивность интенсивной терапии и возможные исходы [1,2]. При этом контроль уровня ВЧД сопровождается рядом сложностей, учитывая проводимую седацию и тяжесть состояния пациентов, детальная оценка неврологического статуса крайне затруднена. Золотым стандартом в данном случае является инвазивный мониторинг ВЧД с установкой паренхиматозного или вентрикулярного датчика ВЧД. Однако, данный метод сопряжен с риском развития геморрагических и инфекционных осложнений, а также требует дополнительного дорогостоящего оборудования. Таким образом, актуальной представляется дальнейшая разработка неинвазивных методов диагностики и прогнозирования ВЧГ, в том числе для формирования комплекса показаний к началу инвазивного мониторинга [2,6].

Одним из таких показателей является диаметр зрительного нерва с оболочками, определение которого возможно по данным УЗИ, КТ и МРТ [3,5]. Целью данного исследования является оценка показателя индекса ДЗНО, полученного на основании данных компьютерной томографии (КТ), в качестве нового диагностического критерия развития ВЧГ. Ожидается, что применение параметра индекса ДЗНО (отношение диаметра зрительного нерва с оболочками к диаметру глазного яблока) позволит нивелировать влияние индивидуальных анатомических особенностей строения структур глазного яблока и зрительного нерва на изменения ДЗНО при повышении ВЧД [7,8].

**Цель исследования.** Оценка возможности использования рентгенологического параметра индекс ДЗНО в диагностике и прогнозировании развития ВЧГ.

**Материалы и методы:** на базе НМИЦ Нейрохирургии им. акад. Н. Н. Бурденко за период с 2020 по 2021 годы проведено проспективное одноцентровое наблюдательное прикладное исследование,

включившее 21 пациента (5 женщин и 16 мужчин) с инвазивным мониторингом ВЧД, из них 17 больных с тяжелой (ШКГ<8 балла) черепно-мозговой травмой (ЧМТ) и 4 пациента после аневризматического субарахноидального кровоизлияния (аСАК) (Hunt-Hess 3–4). Все пациенты были госпитализированы в остром периоде, в основном на  $2 \pm 1,5$  сутки от начала заболевания. Средний возраст составил 47 лет; ШКГ на момент поступления  $6,5 \pm 1,5$  баллов. Десяти (47 %) пострадавшим была выполнена декомпрессивная краниоэктомия, одиннадцати (53 %) было произведено удаление гематомы и четверем (19 %) установлен наружный вентрикулярный дренаж (НВД). Оценка индекса ДЗНО проводилась на основании данных КТ головного мозга, выполненных срезами толщиной до 1,25мм, и рассчитывалось как отношение ДЗНО к поперечному диаметру глазного яблока. Определение ДЗНО проводилось на расстоянии 3 мм от заднего полюса глазного яблока как перпендикуляр к продольной оси зрительного нерва. Мониторинг проводился в течение  $6 \pm 2$  дней, также за данный период времени было выполнено  $2 \pm 1$  КТ головного мозга. Статистическая обработка выполнена с применением программы RedCap.

**Результаты.** Оценка полученных данных с помощью ROC анализа позволила выявить взаимосвязь между повышением ВЧД (>20 мм рт.ст.) и увеличением индекса ДЗНО. При прогнозировании ВЧГ в первые 24 использовались такие показатели, как среднее ВЧД и медиана ВЧД за первые сутки мониторинга, при этом были получены сходные результаты: значение индекса ДЗНО R (справа) более 0.32 показало чувствительность 100 %, специфичность 55 % и индекса ДЗНО L (слева) более 0.28 показало чувствительность 67 %, специфичность 83 % (площадь под ROC-кривой равна 0.67 и 0.72 соответственно); при оценке диагностической роли индекса ДЗНО при ВЧГ (определение стартового ВЧД – на момент имплантации датчика ВЧД) было выявлено, что значение индекса ДЗНО D более 0.32 демонстрирует чувствительность 100 % и специфичностью 60 % (площадь под ROC-кривой 0.62), а индекс ДЗНО L

более 0.28 обладает чувствительностью 67 % и специфичностью 88 % (площадь под ROC-кривой 0.73).

За период мониторинга в 48 часов не удалось установить достоверной связи индекса ДЗНО со значениями среднего ВЧД и медианы ВЧД, однако прослеживалась зависимость между ДЗНО и максимальными значениями ВЧД за указанный период наблюдения: индекс ДЗНО R 0.32 продемонстрировал специфичность 75 % и чувствительность 92 %, при индексе ДЗНО L 0.28 специфичность составила 63 %, а чувствительность 85 % (площадь под ROC-кривой 0.81 и 0.76, соответственно).

При анализе периода наблюдений за первые 72 часа мониторинга не удалось установить корреляцию между максимальным, средним значением, медианой ВЧД и индексом ДЗНО ( $p > 0,05$ ), что может объясняться влиянием, оказываемым на величину ВЧД терапевтических и нейрохирургических методов коррекции внутричерепной гипертензии.

**Заключение.** Включение индекса ДЗНО в комплексную оценку КТ головного мозга у пациентов с тяжелой ЧМТ и аневризматическим САК может уточнить показания к началу инвазивного мониторинга ВЧД. Наибольшие чувствительность и специфичность параметра достигались в первые 24 часа и 48 часов с момента начала проведения инвазивного измерения ВЧД. Для уточнения полученных результатов требуются дальнейшие клинические исследования.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. **Conflict of interest.** The author declares no conflict of interest.

**Финансирование.** Исследование проведено без спонсорской поддержки. **Financing.** The study was performed without external funding.

**Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики:** Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании. **Compliance with patient rights and principles of bioethics.** All patients gave written informed consent to participate in the study

#### ORCID авторов / ORCID of authors:

Мурадян Карина Рубеновна/Muradyan Karina Rubenovna  
<https://orcid.org/0000-0002-2218-693X>

Сосновская Оксана Юрьевна/Sosnovskaya Oksana Yurevna  
<https://orcid.org/0000-0002-7725-8232>

Туркин Александр Минович/Turkin Aleksandr Mirovich  
<https://orcid.org/0000-0002-8219-5205>

Ошоров Андрей Васильевич/Oshorov Andrey Vasilevich  
<https://orcid.org/0000-0002-3674-252X>

Савин Иван Анатольевич/Savin Ivan Anatolevich  
<https://orcid.org/0000-0003-3874-4147>

Кравчук Александр Дмитриевич/  
Kravchuk Aleksandr Dmitrievich  
<https://orcid.org/0000-0002-3112-8256>

## Литература/References

- Carney N, Totten AM, O'Reilly C, Ullman JS, Hawryluk GW, Bell MJ, Bratton SL, Chesnut R, Harris OA, Kissoon N, Rubiano AM, Shutter L, Tasker RC, Vavilala MS, Wilberger J, Wright DW, Ghajar J. Guidelines for the Management of Severe Traumatic Brain Injury, Fourth Edition. *Neurosurgery*. 2017 Jan 1;80(1):6–15. doi: 10.1227/NEU.0000000000001432. PMID: 27654000.
- Stocchetti N, Picetti E, Berardino M, Buki A, Chesnut RM, Fountas KN, Horn P, Hutchinson PJ, Iaccarino C, Koliass AG, Koskinen LO, Latronico N, Maas AI, Payen JF, Rosenthal G, Sahuquillo J, Signoretti S, Soustiel JF, Servadei F. Clinical applications of intracranial pressure monitoring in traumatic brain injury: report of the Milan consensus conference. *Acta Neurochir (Wien)*. 2014 Aug;156(8):1615–22. doi: 10.1007/s00701-014-2127-4. Epub 2014 May 22. PMID: 24849391.
- Sekhon MS, Griesdale DE, Robba C, McGlashan N, Needham E, Walland K, Shook AC, Smielewski P, Czosnyka M, Gupta AK, Menon DK. 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 Sep;40(9):1267–74. doi: 10.1007/s00134-014-3392-7. Epub 2014 Jul 18. Erratum in: *Intensive Care Med*. 2015 Jan;41(1):177. Erratum in: *Intensive Care Med*. 2015 Jan;41(1):177. PMID: 25034476.
- 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 Mar 27;17(2): R61. doi: 10.1186/cc12589. PMID: 23536993; PMCID: PMC3672708. <https://doi.org/10.1186/cc12589>. PMID: 23536993; PMCID: PMC3672708.
- Vaiman M, Sigal T, Kimiagar I, Bekerman I. Noninvasive assessment of the intracranial pressure in non-traumatic intracranial hemorrhage. *J Clin Neurosci*. 2016 Dec;34:177–181. doi: 10.1016/j.jocn.2016.06.008. Epub 2016 Sep 6. PMID: 27612672.
- Vaiman M, Sigal T, Kimiagar I, Bekerman I. Intracranial Pressure Assessment in Traumatic Head Injury with Hemorrhage Via Optic Nerve Sheath Diameter. *J Neurotrauma*. 2016 Dec 1;33(23):2147–2153. doi: 10.1089/neu.2015.4293. Epub 2016 May 16. PMID: 27048793.
- 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 Dec;34(12):2336–2342. doi: 10.1016/j.ajem.2016.08.045. Epub 2016 Aug 26. PMID: 27717720.
- Туркин А. М., Ошоров А. В., Погосбекян Э. Л., Смирнов А. С., Дмитриева А. С. Корреляция внутричерепного давления и диаметра оболочки зрительного нерва по данным компьютерной томографии при тяжелой черепно-мозговой травме. Журнал «Вопросы нейрохирургии» имени Н. Н. Бурденко. 2017;81(6):81–88. [Turkin AM, Oshorov AV, Pogosbekyan EL, Smirnov AS, Dmitrieva AS. Correlation of intracranial pressure and diameter of the sheath of the optic nerve by computed tomography in severe traumatic brain injury. *Zhurnal Voprosy Neurokhirurgii Imeni N. N. Burdenko*. 2017;81(6):81–88. (In Russ., In Engl.)] <https://doi.org/10.17116/neiro201781681-88>