НЕВРОМОНИТОРИНГ ПРИ АНЕСТЕЗИЯ В СПИНАЛНАТА НЕВРОХИРУРГИЯ: ЗНАЧЕНИЕ И ПРИЛОЖЕНИЕ (ОБЗОР)

Димитър Монов, Николай Лилянов, Росица Танова

Отделение по анестезиология и интензивно лечение, УМБАЛ „Св. Иван Рилски“, София

NEUROMONITORING DURING ANESTHESIA IN SPINAL NEUROSURGERY: SIGNIFICANCE AND APPLICATION— A REVIEW

Dimitar Monov, Nikolay Lilyanov, Rositsa Tanova

Department of Anesthesiology and Intensive Care, St. Ivan Rilski University Hospital, Sofia

РЕЗЮМЕ

Невромониторингът (интраоперативен неврофизиологичен мониторинг - ИОНМ) е ключова част от съвременната неврохирургия, особено при операции на гръбначния стълб. Това е техника за непрекъснато наблюдение на функцията на нервите и гръбначния мозък по време на хирургични интервенции. Основната цел на невромониторинга е да предотврати увреждане на нервната система и да подобри постоперативните резултати (1,2).

Анестезията по време на такива операции играе критична роля, тъй като правилният избор на анестетични агенти и техники може да повлияе както на невромониторинга, така и на сигурността на пациента (3).

Ключове думи: *интраоперативен неврофизиологичен мониторинг (ИОНМ), спинална неврохирургия, анестезия*

ABSTRACT

Neuromonitoring, or intraoperative neurophysiological monitoring (IONM), is a key component of modern neurosurgery, particularly in spine surgery. This technique enables continuous monitoring of nerve and spinal cord function during surgical interventions. The primary goal of neuromonitoring is to prevent damage to the nervous system and improve postoperative outcomes (1, 2).

Anesthesia during such operations plays a critical role, as the appropriate choice of anesthetic agents and techniques can impact both neuromonitoring effectiveness and patient safety (3).

Keywords: *intraoperative neurophysiological monitoring, spinal neurosurgery, anesthesia*

Цели на невромониторинга при спинална неврохирургия

1. Предотвратяване на неврологични увреждания: При сложни интервенции върху гръбначния стълб и гръбначния мозък съществува висок риск от увреждане на нервните структури. Невромониторингът дава възможност в реално време за наблюдение и предупреждение при настъпване на промени в нервната функция.
2. Оценка на неврологичния статус: Чрез наблюдение на електрическата активност на нервните пътища хирургът може да оцени текущото състояние на нервните структури и да коригира техниката на операцията в случай на нарушена функция.
3. Минимизиране на анестетичните рискове: В зависимост от използваните анестетици ИОНМ може да бъде повлиян както положително, така и отрицателно, което налага внимателно планиране на анестезията.

Видове невромониторинг

Има няколко основни техники на невромониторинг, които се използват по време на спинална неврохирургия:

1. Соматосензорни предизвикани потенциали (ССП): Те се използват за мониториране на сетивните пътища. Стимулират се периферни нерви (напр. тибиален или медиален нерв), а сигналите се регистрират в мозъчната кора или други централни структури. Намаляването на амплитудата или удължаването на латентността на сигналите може да укаже на компресия или исхемия на сетивните пътища.
2. Моторни предизвикани потенциали (МПП): Те дават информация за моторните пътища. Стимулирането на кората предизвиква двигателни реакции, които се регистрират в мускулите. Измененията в тези потенциали могат да сигнализират за увреждане на моторните пътища.
3. Електромиография (ЕМГ): Използва се за наблюдение на периферните нерви, като позволява директно измерване на активността в мускулите, свързани с конкретни нерви. Този метод е особено полезен за избягване на увреждане на коренчета и периферни нерви.
4. Електроенцефалография (ЕЕГ): Използва се за наблюдение на общата мозъчна активност и може да покаже глобални промени в нервната функция при нарушена перфузия на мозъка или анестетична дълбочина (4,5).

Влияние на анестезията върху невромониторинга

Анестезията играе ключова роля в успеха на невромониторинга. Различните анестетични агенти могат да имат различни ефекти върху нервните потенциали, които се записват по време на операцията. Например:

1. Инхалационни анестетици: Агенти като изофлуран и севофлуран потискат както ССП, така и МПП, като могат да намалят амплитудата и да удължат латентността. Затова използването на високи концентрации на инхалационни анестетици не е препоръчително при невромониторинг. Обикновено се предпочита ниско или минимално приложение на тези агенти.
2. Интравенозни анестетици: Пропофолът, който често се използва като интравенозен анестетик, има по-малко негативно влияние върху невромониторинга, което го прави по-добър избор за поддържане на стабилни неврофизиологични сигнали.
3. Мускулни релаксанти: Те влияят върху ЕМГ и МПП, като потискат моторната активност. Затова при мониторинг на моторни функции използването на мускулни релаксанти трябва да бъде ограничено или дозирано с повишено внимание. При ЕМГ мониторинг най-често се избягва използването на дългодействащи мускулни релаксанти.
4. Опиоиди: Те имат малко или никакво влияние върху ИОНМ и често се използват за контрол на болката, без да засягат невромониторинга (6,7).

Приложение на невромониторинга при различни видове спинални операции

1. Операции за сколиоза: При корекция на сколиоза МПП и ССП са ключови за избягване на увреждане на гръбначния мозък и периферните нерви. Тъй като тези операции включват манипулация на гръбначния стълб, рискът от компресия на нервните структури е висок.
2. Тумори на гръбначния мозък: При резекция на тумори, които ангажират гръбначния мозък, мониторингът на МПП и ССП позволява на хирурга да оцени границите на безопасна резекция.
3. Интервенции за дискови хернии и стеноза: Невромониторингът се използва, за да се избегне увреждане на коренчетата на нервите, като в тези случаи ЕМГ играе основна роля.

ОБСЪЖДАНЕ

Интраоперативният невромониторинг (ИОНМ) при спинална неврохирургия представлява критично важен инструмент за предотвратяване на неврологични увреждания, което значително подобрява безопасността на пациента и хирургичния изход. През последните десетилетия, с напредъка на технологиите и увеличаването на разбирането за неврофизиологията, невромониторингът се утвърди като стандартна практика в голяма част от спиналните интервенции.

Някои от основните предимства на невромониторинга включват възможността за ранно откриване на компресия или увреждане на гръбначния мозък и нервните коренчета, което позволява на хирурга да вземе незабавни мерки, за да предотврати трайни увреждания. Това е особено важно при манипулации, които включват преместване на костни структури или протези, както и при резекции на тумори. В тези случаи нервните структури могат да бъдат механично компресирани или изложени на исхемия, което, ако не бъде открито своевременно, би могло да доведе до необратими последствия за пациента (8,9).

ИОНМ е особено полезен при сложни и високорискови операции като корекция на сколиоза или премахване на тумори на гръбначния мозък,

където анатомията е силно изменена или патологията е свързана с компресия на гръбначния мозък. В тези случаи неврологичният риск е значителен и възможността да се наблюдава в реално време моторната и сензорната функция на пациента е от решаващо значение. Така хирургът може да регулира своята техника в реално време, като адаптира интервенцията, за да минимизира рисковете.

Въпреки това прилагането на ИОНМ не е без предизвикателства. Едно от тях е изборът на подходяща анестетична схема, тъй като някои анестетични средства могат да потиснат нервните потенциали и да затруднят правилното тълкуване на данните от мониторинга. Например, както беше споменато по-рано, инхалационните анестетици като изофлуран и севофлуран могат да доведат до значителна редукция на амплитудата на сигналите, което може да затрудни адекватното проследяване на неврофизиологичната функция. Това ограничава тяхното използване при операции, при които мониторингът е критичен. Вместо това много често се предпочитат интравенозни анестетици като пропофол, които имат по-малко влияние върху неврофизиологичните записи и позволяват по-стабилен мониторинг (10).

Друго предизвикателство е използването на мускулни релаксанти. При някои видове невромониторинг, като моторните предизвикани потенциали (МПП) и електромиографията (ЕМГ), приложението на мускулни релаксанти може да потисне желаните моторни отговори, което значително затруднява мониторинга на моторните пътища. Следователно при тези случаи е необходимо внимателно дозиране и планиране на релаксацията, за да не се компрометира ефективността на наблюдението.

Важно е също така да се подчертае, че ефективността на ИОНМ зависи от добрата комуникация между хирургичния екип и анестезиолога. Анестезиологът трябва да бъде напълно информиран за изискванията на невромониторинга и да поддържа стабилна хемодинамика и оптимална анестетична дълбочина, които да позволяват точни и последователни записи. Това изисква добро планиране и предварително обсъждане на стратегията за анестезия и мониторинг.

Друго съображение, което трябва да се вземе предвид, е, че невромониторингът може да бъде повлиян от индивидуалните характеристики на пациента. Например пациенти с предшестващи неврологични увреждания или други заболявания на нервната система могат да имат по-слаби или променени сигнали, което затруднява интерпретацията им. Затова е важно предоперативно изследване на нервната функция, за да се установи базова линия на нормалната активност за конкретния пациент.

Все пак, дори при тези предизвикателства, ИОНМ остава незаменим метод за осигуряване на безопасността на пациента по време на операции на гръбначния стълб. Използването на този метод води до по-добри резултати, намаляване на честотата на постоперативни неврологични усложнения и по-кратък период на възстановяване. С нарастващото развитие на технологиите и методите за мониторинг бъдещето на спиналната хирургия изглежда още по-сигурно и безопасно.

ИОНМ се прилага успешно и с дългогодишна практика в УМБАЛ „Св. Иван Рилски“ – София, по повод операции на гръбначния стълб при необходимост и в пряка колаборация между хирурзи и анестезиолози.

В заключение интраоперативният невромониторинг в комбинация с оптимална анестезия е ключов компонент на съвременната спинална неврохирургия. Макар и да изисква внимателно планиране и координация между различни специалисти, ползите му са безспорни, тъй като предоставя възможност за навременна интервенция и предотвратяване на сериозни усложнения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Невромониторингът е изключително важен инструмент при спиналната неврохирургия, който подобрява сигурността на пациентите и оптимизира хирургичните резултати. С правилно подбраната анестетична техника и непрекъснатото наблюдение на нервната функция рискът от неврологични усложнения може да бъде значително намален. Тази техника е незаменима при операции с висока степен на сложност като сколиоза, тумори на гръбначния мозък и други дегенеративни заболявания на гръбначния стълб.

ЛИТЕРАТУРА

1. Macdonald, D. B., Skinner, S., Shils, J., Yingling, C. (2013). Intraoperative motor evoked potential monitoring – a position statement by the American Society of Neurophysiological Monitoring. Clinical Neurophysiology, 124(12), 2291-2316.
2. Lyon, R., Feiner, J., Lieberman, J. A. (2004). Progressive suppression of motor evoked potentials during general anesthesia: the role of

inhalational anesthetic agents. Anesthesiology, 100(2), 478-482.

3. Sala, F., Lanteri, P., Bricolo, A. (2007). Intraoperative neurophysiological monitoring in spine surgery. European Spine Journal, 16(Suppl 2), S229-S234.
4. Calancie, B., Molano, M. R. (2008). Alarm criteria for motor-evoked potentials: what's valid and what's not. Spine, 33(4), 406-414.
5. Lall, R. R., Lall, R. R., Hauptman, J. S., Munoz, C., Cybulski, G. R., Koski, T. R., & Ondra, S. L. (2012). Intraoperative neurophysiological monitoring in spine surgery: indications, efficacy, and role of the preoperative motor evoked potential baseline. Neurosurgical Focus, 33(5), E6.
6. Nuwer, M. R., Dawson, E. G., Carlson, L. G., Kanim, L. E., Sherman, J. E., & Reed, S. (1995). Somatosensory evoked potential spinal cord monitoring reduces neurologic deficits after scoliosis surgery: results of a large multicenter survey. Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, 96(1), 6-11.
7. Koht, A., Sloan, T. B., & Toleikis, J. R. (2017). Monitoring the Nervous System for Anesthesiologists and Other Health Care Professionals. Springer International Publishing.
8. Deletis, V., Sala, F. (2008). Intraoperative Neurophysiological Monitoring in Neurosurgery. Springer Science & Business Media.
9. Thirumala, P. D., Bodily, L. M., & Tint, D. (2016). Evidence-based guidelines for the use of somatosensory evoked potentials and motor evoked potentials to monitor the integrity of the spinal cord during spinal deformity surgery. Journal of Clinical Neurophysiology, 33(1), 1-12.
10. Sloan, T. B., Heyer, E. J. (2002). Anesthesia for intraoperative neurophysiological monitoring of the spinal cord. Journal of Clinical Neurophysiology, 19(5), 430-443.

Адрес за кореспонденция:
д-р Димитър Монов, д. м.
УМБАЛ „Св. Иван Рилски“
бул. „Акад. Иван Гешов“ 15
София, 1000
e-mail: d_monov@abv.bg