



<https://doi.org/10.20986/revcma.2026.1035/2026>

Monitorización de la nocicepción intraoperatoria Intraoperative nociception monitoring

Leonor Veiga Gil

Servicio de Anestesiología, Reanimación y Tratamiento del Dolor. Hospital Universitario de Navarra, Pamplona

Autora para correspondencia: Leonor Veiga Gil (leonor.veiga.gil@navarra.es)

INTRODUCCIÓN

La anestesia nace de la necesidad de controlar el dolor, pero así como somos capaces de medir muchos parámetros hemodinámicos, respiratorios, neurológicos... Hasta hace pocos años no hemos encontrado la manera de medir el dolor en el paciente bajo anestesia general. Para ser estrictos, ante un paciente bajo anestesia general deberíamos hablar de nocicepción, ya que el **dolor** es una sensación y experiencia emocional desagradable y, por tanto, es algo subjetivo que solo ocurre en una persona consciente. La respuesta fisiológica al daño quirúrgico se denomina **nocicepción**, y cuando ese estímulo nociceptivo llega a la corteza cerebral es cuando percibimos el dolor.

Si seguimos el circuito neuroanatómico tras un estímulo dañino, veremos que, desde el nociceptor de la piel, músculo, etc., el estímulo llega a través de fibras A delta y C hasta el asta posterior de la médula espinal. Ahí se realiza una primera sinapsis y una segunda neurona decusa hacia el fascículo anterolateral y, por el haz espino-talámico, asciende hasta el tálamo, donde realiza una segunda sinapsis. Antes de realizar esta sinapsis en el tálamo, existen conexiones del haz espino-talámico con núcleos del tronco del encéfalo. Desde el tálamo, una tercera neurona lleva la información nociceptiva hasta distintas zonas de la corteza cerebral (1). Siguiendo este camino, cuando el estímulo nociceptivo llega a nivel medular, se produce una respuesta fisiológica en forma de movimiento. De esta respuesta nacen los monitores de nocicepción que se basan en el reflejo de retirada, como el Reflejo RIII® (mide el reflejo de retirada en el bíceps femoral tras la estimulación con electromiografía). Cuando la segunda neurona envía conexiones a núcleos del tronco del encéfalo (núcleos respiratorios y vasomotores, como el núcleo del tracto solitario [NTS], *medulla* rostral y

caudal ventrolateral [MRVL y MCVL], sustancia gris periaqueductal, etc.) se desencadena una respuesta autonómica: taquicardia, HTA, sudoración, midriasis, taquipnea, etc. De estas conexiones neuroanatómicas nacen los monitores de nocicepción, que se basan en la respuesta autonómica al daño, como el NOL®, el ANI®, el SPI®, la pupilográfica... Si seguimos subiendo en esta vía nociceptiva aferente, el estímulo llega al tálamo y desde ahí a diferentes zonas de la corteza. Este estímulo provoca cambios a nivel del EEG. Con esta base, se desarrolló una monitorización indirecta de la nocicepción como el Índice Compuesto de Variabilidad, la Entropía espectral o el índice qNOX® (2).

Hasta hace poco, guiábamos la administración de opioideos y otros analgésicos intraoperatorios según la respuesta hemodinámica de taquicardia e HTA de los pacientes ante el estímulo quirúrgico. Los estudios clínicos realizados demuestran que la sensibilidad para detectar estímulos nociceptivos de estos parámetros hemodinámicos (frecuencia cardiaca y presión arterial) es mucho menor que la combinación de parámetros medidos con los monitores de nocicepción multiparamétricos, como el NOL® (3).

Monitorizar la nocicepción es importante por varios motivos:

- Nos permite dosificar de manera personalizada la dosis de opioide que necesita cada paciente en una cirugía concreta.
- Permite titular la necesidad de analgesia en pacientes especialmente complejos en este aspecto, como pacientes con dolor crónico, pacientes sometidos a cirugía especialmente dolorosa, paciente frágil...
- Permite comprobar la eficacia de la anestesia regional asociada a la anestesia general (epidural o bloqueos de plexo).

- Permite dosificar la analgesia en cirugía laparoscópica, donde la propia respuesta al neumoperitoneo nos puede llevar a una sobredosificación de opioide debido a la reacción hemodinámica que provoca la insuflación de CO₂.
- En el caso de la anestesia multimodal, los monitores de nocicepción son muy útiles para la dosificación de fármacos utilizados en esta técnica anestésica.
- Los monitores de nocicepción derivados de parámetros autonómicos pueden convertirse en monitores de respuesta al estrés. Controlar esta respuesta es una de las funciones del anestesiólogo y debe traducirse en un menor número de complicaciones postoperatorias, aunque no tenemos evidencia de peso todavía en este aspecto.
- Por último, una analgesia intraoperatoria óptima puede evitar estados de sensibilización del sistema nervioso periférico y central, evitado el dolor persistente postoperatorio y el dolor crónico.

Dentro de los diferentes monitores de nocicepción que existen en el mercado, en el Hospital Universitario de Navarra trabajamos con el Nociception level index (NOL® PMD200- Medasense Biometrics Ltd. Ra,at Gan, Israel). Este dispositivo consta de un dedil de silicona que contiene varios sensores: fotopletismógrafo, acelerómetro, sensor de temperatura y de conductancia. Esta última se mide con un sensor desechable que se incorpora al dedil. De modo que, de manera no invasiva, mide estos parámetros principales: la frecuencia cardiaca, la variabilidad de la frecuencia cardiaca, la amplitud de la onda de pulso y la conductancia de la piel a la electricidad (respuesta galvánica de la piel). También mide la temperatura y el movimiento como parámetros secundarios que, aunque no se utilizan para el cálculo directo del índice NOL, solo protegen el algoritmo de artefactos e interferencias (4).

Tras medir todos estos parámetros y sus derivadas en el tiempo, el procesamiento de los datos se realiza mediante un análisis no lineal llamado el bosque aleatorio o *random forest*, un sistema de aprendizaje automático empleado en inteligencia artificial que combina varios árboles de decisión consiguiendo un resultado final muy fiable y robusto. El índice final puede variar entre 0 y 100, siendo 0 la ausencia de estímulo nociceptivo y 100 una respuesta máxima a ese estímulo nociceptivo. La recomendación es tener valores por debajo de 25, de manera que debemos administrar analgesia cuando el índice se mantiene más de dos minutos sobre este umbral, guiándonos así en la administración de opioides intraoperatorios (5).

Como conclusión: la monitorización de la nocicepción existe y está disponible en el mercado. No debemos olvidar la importancia de controlar los estados de aumento de nocicepción, no siendo la frecuencia cardíaca ni la presión arterial parámetros suficientemente sensibles. La analgesia y el control de la respuesta al estrés son unos de los pilares de la anestesia y, aunque no existe todavía evidencia de peso, algunos artículos ya han demostrado una reducción en la intensidad del dolor postoperatorio cuando se guía la administración de opioide según el NOL (6). El hecho de controlar la respuesta al estrés debe disminuir las complicaciones postoperatorias, ya que es este desequilibrio entre nocicepción-antinocicepción, inflamación-antinflamación, el que lleva a múltiples complicaciones posoperatorias (7).

Así como personalizamos muestras anestésicas utilizando monitores de profundidad anestésica y monitores hemodinámicos, el NOL® u otros monitores de nocicepción cumplen también una función muy importante, guiándonos en la administración de la analgesia y en el control de la respuesta al estrés.

BIBLIOGRAFÍA

1. Cividjian A, Petitjeans F, Liu N, Ghignone M, de Kock M, Quintin L. Do we feel pain during anaesthesia? A critical review on surgery-evoked circulatory changes and pain perception. Best Pract Res Clin Anaesthesiol. 2017;31(4):445-67. DOI: 10.1016/j.bpa.2017.05.001.
2. Abad-Gurumeta A, Ripollés-Melchor J, Casans-Francés R, Calvo-Vicino JM. Monitoring of nociception, reality or fiction? Rev Esp Anestesiol Reanim. 2017;64(7):406-14. DOI: 10.1016/j.redar.2017.01.009.
3. Martini CH, Boon M, Broens SJL, Hekkelman EF, Oudhoff LA, Buddeke AW, et al. Ability of the nociception level, a multiparameter composite of autonomic signals, to detect noxious stimuli during propofol-remifentanil anesthesia. Anesthesiology. 2015;123(3):524-34. DOI: 10.1097/ALN.00000000000000757.
4. Ben-Israel N, Klinger M, Zuckerman G, Katz Y, Edry R. Monitoring the nociception level: a multi-parameter approach. J Clin Monit Comput. 2013;27(6):659-68. DOI: 10.1007/s10877-013-9487-9.
5. Luis Navarro JC, Bueno Pérez-Victoria MB., López Romero JL. Monitorización de la nocicepción: índice NOL. Revisión narrativa. Rev Esp Anestesiol Reanim. 2023;70:S18-S26. DOI: 10.1016/j.redar.2022.09.001.
6. Fuica R, Krochek C, Weissbrod R, Greenman D, Freundlich A, Gozal Y. Reduced postoperative pain in patients receiving nociception monitor guided analgesia during elective major abdominal surgery: a randomized, controlled trial. J Clin Monit Comput. 2023;37(2):481-91. DOI: 10.1007/s10877-022-00906-1.
7. Hirose M, Okutani H, Hashimoto K, Ueki R, Shimode N, Kariya N, et al. Intraoperative Assessment of Surgical Stress Response Using Nociception Monitor under General Anesthesia and Postoperative Complications: A Narrative Review. J Clin Med. 2022;11(20):6080. DOI: 10.3390/jcm11206080.