



Recibido: 03-05-2023  
Aceptado: 22-11-2023

## Utilidad del *Surgical Pleth Index* como factor predictor de dolor en el postoperatorio

*Usefulness of the Surgical Pleth Index as a predictor of pain in the postoperative period*

Dra. Mariel Alejandra Dávila-Zenteno,<sup>\*,‡</sup> Dr. Raúl Meza-Ruiz<sup>\*,§</sup>

**Citar como:** Dávila-Zenteno MA, Meza-Ruiz R. Utilidad del *Surgical Pleth Index* como factor predictor de dolor en el postoperatorio. Rev Mex Anestesiología. 2024; 47 (2): 81-85. <https://dx.doi.org/10.35366/115313>

### Palabras clave:

dolor postoperatorio, *Surgical Pleth Index*, dolor en anestesia, monitoreo del dolor.

### Keywords:

postoperative pain, surgical pleth index, anesthesia and pain, pain monitoring.

**RESUMEN. Introducción:** aunque existen elementos para guiar la analgesia en el transoperatorio, no hay una herramienta estandarizada que además sea predictora de dolor en el postoperatorio. El *Surgical Pleth Index* (SPI) podría ser esa prueba diagnóstica. **Objetivo:** establecer un valor de corte para SPI para predecir el dolor postoperatorio de moderado a intenso. **Material y métodos:** fueron evaluados 60 pacientes, sometidos a cirugía programada con anestesia general balanceada. Las variables analizadas: frecuencia cardíaca, presión arterial media y entropía de estado (SE) se registraron cada dos minutos durante los últimos 10 minutos de la cirugía y al despertar. Durante la recuperación, se midió el dolor postoperatorio mediante la escala numérica análoga (ENA), cada tres minutos durante 15 minutos. **Resultados:** se analizaron los datos obtenidos mediante una curva ROC que reveló un valor de corte óptimo intraoperatorio de 36 SPI discriminando entre pacientes sin dolor o dolor leve (ENA = 0-3) vs pacientes con dolor moderado a severo (ENA = 4-10) en el postoperatorio. Para este valor corte, tanto el valor predictivo negativo, como el valor predictivo positivo, fueron altos, (80 y 88.7%, respectivamente). **Conclusiones:** un valor de SPI de 36 puede ser un predictor útil de dolor postoperatorio, con mayor efectividad que las variables hemodinámicas analizadas.

**ABSTRACT. Introduction:** although there are elements to guide intraoperative analgesia, there is no standardized tool that is also a predictor of postoperative pain. *Surgical Pleth Index* (SPI) could be that diagnostic test. **Objective:** to establish a cut-off value for SPI to predict moderate to severe postoperative pain. **Material and methods:** 60 patients who underwent elective surgery with balanced general anesthesia were evaluated. The analyzed variables: heart rate, mean arterial pressure and state entropy (SE) were recorded every 2 minutes during the last 10 minutes of surgery and upon awakening. During recovery, postoperative pain was measured using the numerical rating scale (NRS) every 3 minutes for 15 minutes. **Results:** the data obtained were analyzed using a ROC curve that revealed an optimal intraoperative cut-off value of 36 SPI, discriminating between patients without pain or mild pain (NRS = 0-3) vs patients with moderate to severe pain (NRS = 4-10) in the postoperative period. For this cut-off value, both the negative predictive value and the positive predictive value were high (80 and 88.7%, respectively). **Conclusions:** an SPI value of 36 can be a useful predictor of postoperative pain, with greater effectiveness than the hemodynamic variables analyzed.

\* Hospital Español de México.

‡ Médico asociado al Servicio de Anestesiología.

§ Médico adscrito al Servicio de Anestesiología.

### Correspondencia:

**Dra. Mariel Alejandra Dávila-Zenteno**

**E-mail:** marielavila10@gmail.com

## INTRODUCCIÓN

El dolor agudo en el postoperatorio es en la actualidad uno de los problemas asistenciales más comunes en los hospitales a pesar de los medios terapéuticos que se disponen para su prevención y tratamiento. Sin mencionar el incremento de gastos debido a una estancia prolongada tanto en las salas de recuperación como en hospitalización. Y un aumento en el grado de insatisfacción general del paciente en relación a la atención médica recibida.

El SPI (*Surgical Pleth Index*) es un puntaje estandarizado, que se basa en el análisis fotopleto-tismográfico de la onda del pulso y el intervalo de latidos cardíacos<sup>(1)</sup>. Aunque no existe un estándar de oro para la evaluación de la nocicepción, se ha encontrado que las puntuaciones transoperatorias de SPI reflejan diferentes estímulos quirúrgicos y no quirúrgicos, así como diferentes niveles de activación del sistema nervioso autónomo con cierta precisión<sup>(2,3)</sup>.

En el estudio llevado a cabo por Bergmann se comparaba el consumo de propofol y remi-



fentanilo y la duración de la intervención quirúrgica entre el grupo de anestesia guiada por el SPI/entropía y un grupo de referencia con parámetros clínicos estándar y entropía en anestesia ambulatoria, demostrando que el uso del SPI durante la anestesia general con propofol y remifentanilo reduce el número de eventos adversos, disminuye el uso de anestésicos y acorta el tiempo de la intervención<sup>(4)</sup>.

Ledowski y colaboradores realizaron en Australia un estudio correlacionando los valores de SPI y SE en el transoperatorio y durante la emersión anestésica, así como variables hemodinámicas para lograr establecer un valor de corte para SPI, que sirviera como factor predictor de dolor en el postoperatorio y encontraron que al establecer una cifra de corte de 30, de este modo, el SPI se convierte en un elemento de mayor sensibilidad y especificidad que las variables hemodinámicas para predecir dolor agudo en el postoperatorio<sup>(5)</sup>.

Young Ju Won y su equipo realizaron una revisión sistemática y metaanálisis de estudios aleatorizados controlados, sobre la utilidad de la analgesia guiada por SPI, concluyendo que ésta, en comparación con la analgesia convencional, puede reducir el consumo de opioides en el transoperatorio y facilitar la extubación<sup>(6)</sup>.

Park realizó un estudio observacional sobre predicción de dolor postoperatorio y requerimiento analgésico, utilizando SPI, encontrando que un valor de 60 fue el mejor predictor de dolor moderado a severo y que un valor mayor a este se relaciona con mayor consumo de opioides en el postoperatorio<sup>(7)</sup>.

Diversos estudios han reportado el resultado postoperatorio después de la anestesia guiada por SPI<sup>(6-9)</sup>. Algunos autores informaron beneficios tales como una recuperación más rápida, mientras que otros encontraron que la tasa de agitación en el postoperatorio y las puntuaciones de dolor eran más altas después de la anestesia guiada por SPI<sup>(8)</sup>. Se cree que esta problemática se debe a que no se ha establecido un valor de corte adecuado para SPI en el transoperatorio y que únicamente se considera como parámetro de referencia un SPI menor a 50<sup>(10)</sup>.

Por lo tanto, el objetivo principal de este estudio fue establecer un valor de corte para SPI, que permitiera predecir el dolor agudo en el postoperatorio, de moderado a severo en la Unidad de Cuidados Posanestésicos (UCPA), evitando a su vez, infra y sobredosificaciones en el transoperatorio, favoreciendo una analgesia adecuada para el paciente.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño del proyecto: se realizó un estudio observacional, prolectivo, transversal, de tipo prueba diagnóstica; previa autorización del Departamento de Enseñanza e Investigación y del Comité de Ética del Hospital Español.

Población: pacientes de 18 a 54 años, clasificación del estado físico de la Sociedad Americana de Anestesiólogos (ASA) I y II sometidos a cirugía programada, bajo anestesia

general balanceada en el periodo comprendido entre mayo a diciembre 2019 en el Hospital Español de México.

Tamaño de muestra: el cálculo del tamaño de la muestra de 60 pacientes se realizó mediante una fórmula de cálculo de muestra para poblaciones finitas, utilizando como universo el promedio de pacientes que cumplen los criterios de inclusión en los meses expuestos durante los últimos 5 años (70.6 pacientes). Considerando una proporción esperada de 5%, con una seguridad de 95% y una precisión de 5%.

Criterios de inclusión: pacientes de 18 a 65 años, ASA I y II con índice de masa corporal (IMC) normal (18.5 a 24.9) sometidos a cirugía programada, bajo anestesia general balanceada.

Criterios de exclusión: pacientes con neuropatía periférica o cardíaca grave, arritmia significativa, marcapasos, tratamiento con fármacos vasoactivos durante el intervalo de adquisición de datos y cualquier tratamiento intraoperatorio con ketamina, bloqueadores de los receptores  $\beta$ , clonidina, agonistas de los receptores  $\beta$  o cualquier otro fármaco que pudiera alterar el equilibrio simpato-vagal. Paciente bajo anestesia neuroaxial o aquéllos en los que se requiriera cirugía con un torniquete. Pacientes que se nieguen a participar en el estudio, debido al uso de información personal.

Variables y escalas de medición: edad, sexo, clasificación ASA, frecuencia cardíaca, presión arterial media, *surgical pleth index*, entropía de estado.

Procedimiento: el estudio comenzó posterior a la inducción anestésica que se realizó de forma protocolizada con: midazolam, fentanilo, lidocaína, propofol y cisatracurio, evaluando las variables (SPI, SE, frecuencia cardíaca [FC] y presión arterial media [PAM]) cada dos minutos, durante los 10 minutos posteriores al final anticipado de la cirugía (a partir del inicio del cierre de piel). Cabe mencionar que el mantenimiento anestésico se realizó con sevoflurano y fentanilo en todos los pacientes y que la entropía de estado (SE) se mantuvo entre 40 y 60 durante todo el procedimiento, además de mantener en todo momento el monitoreo estándar.

Se permitió que el SE aumentara a  $> 60$  sólo después del término del cierre de la piel, y el registro de todos los valores continuaron durante la fase de despertar. Después de la extubación endotraqueal o retiro de mascarilla laríngea (LMA), todos los pacientes fueron ingresados a la Unidad de Cuidados Postanestésicos. Una vez que pudieron comunicarse, se les pidió a los pacientes que cuantificaran su nivel de dolor en una escala numérica análoga (ENA) de 0 a 10 puntos cada tres minutos durante 15 minutos. El tratamiento del dolor fue guiado por un protocolo estándar en sala de recuperación (morfina 3 mg cada vez que se identificara dolor con  $ENA \geq 4$ , a un máximo de 5 mg (vigilado por el anestesiólogo encargado en recuperación). El puntaje máximo de dolor de los cinco puntajes evaluados durante el intervalo de observación se usó para el análisis posterior.

Todos los datos fueron probados para la distribución normal utilizando la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Los datos demográficos, perioperatorios y resultados clínicos fueron examinados mediante la prueba de  $\chi^2$  y para los datos categóricos se utilizó la prueba exacta de Fisher. Las variables continuas se compararon mediante análisis de varianza. Los valores de corte para el SPI, la frecuencia cardíaca y la presión arterial media para predecir el dolor moderado a intenso en la sala de recuperación se calcularon mediante curvas de ROC (*Receiver Operating Characteristic*). Las curvas de ROC calculan la sensibilidad y la especificidad para múltiples valores de corte hipotéticos de un parámetro (como SPI). El análisis se realizó utilizando una base de datos en Microsoft Excel, a través del software estadístico XLSTAT- Premium (2019, By Addinsoft, versión de prueba).

El valor ideal para cada parámetro se definió como el valor con la mayor sensibilidad y especificidad combinadas. Los datos se proporcionan como la media [desviación estándar (DE)] y los intervalos de confianza de 95%, según fuera más apropiado.

### RESULTADOS

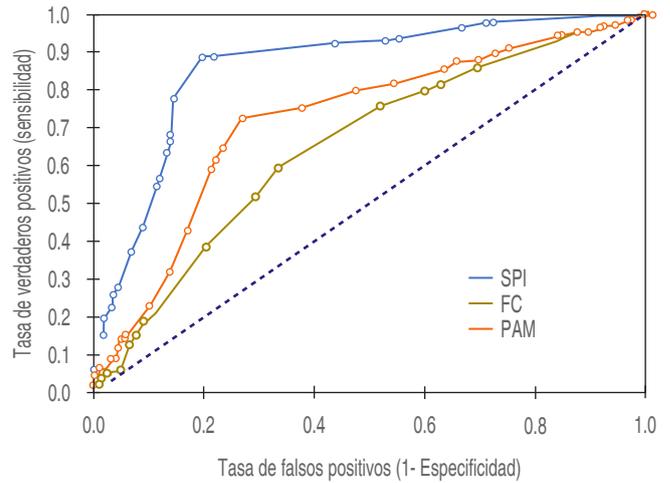
Se analizaron datos de 60 pacientes (36 mujeres y 24 hombres). En 44 pacientes se realizó intubación orotraqueal y en 16 de ellos se colocó mascarilla laríngea. Las operaciones realizadas fueron de cirugía general (43), ortopedia (10), ginecología (5) y cirugía plástica (2) (*Tabla 1*).

Después de la extubación endotraqueal o el retiro de LMA, se evaluó el primer valor de ENA después de transcurridos aproximadamente ocho minutos (tiempo que tarda el paciente desde la salida del quirófano, hasta llegar a la Unidad de Cuidados Postanestésicos y posterior monitorización). Durante el tiempo de observación de 15 minutos, se obtuvieron cinco calificaciones de dolor de cada paciente.

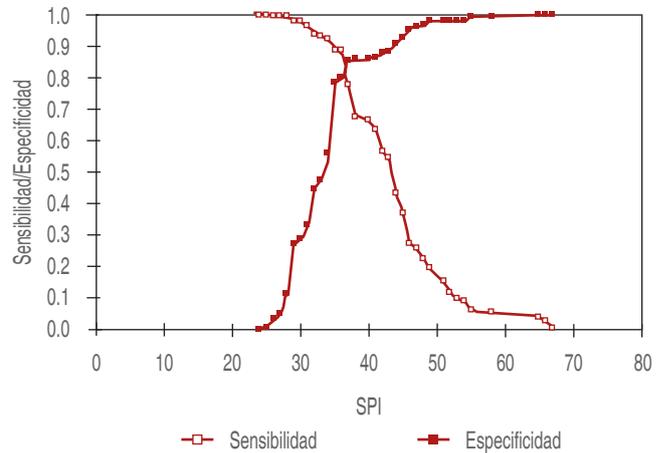
Las puntuaciones de dolor más altas de cada paciente se calificaron como: sin dolor (ENA 0; n = 7), leve (ENA 1-3;

**Tabla 1:** Datos demográficos de la muestra.

	n (%)
Género	
Mujer	36 (60)
Hombre	24 (40)
Edad	
Promedio	40.7 ± 15.5
Rango	(25.2-56.2)
Tipo de cirugía	
Cirugía general	43 (71)
Ortopedia	10 (16)
Ginecología	5 (8)
Cirugía plástica	2 (3)



**Figura 1:** Curva de *Receiver Operating Characteristic* para *Surgical Pleth Index* (SPI), frecuencia cardíaca (FC) y presión arterial media (PAM), para distinguir entre el dolor postoperatorio agudo calificado por el paciente en una escala de evaluación numérica (0-10) de 0-3 vs 4-10.



**Figura 2:** Nivel de sensibilidad y especificidad del valor de corte ideal para *Surgical Pleth Index* (SPI) de 36.

n = 15), moderada (ENA 4-5; n = 15) o dolor severo [ENA 6-10; n = 23 (ENA 6, n = 5; ENA 7, n = 4; ENA 8, n = 7; ENA 9, n = 2; ENA 10, n = 5)].

Los puntajes intraoperatorios de SPI fueron significativamente más altos para los pacientes con dolor postoperatorio de moderado a intenso (ENA 4-10) versus aquéllos que no presentaron dolor o que tuvieron dolor leve (ENA 0-3) {media [(DE); IC95%]: 42.1 [(7.3); 49.4-34.8] vs 29.7 [(7.3); 37-22.4]; p = 0.023. Sin embargo, no se encontró una correlación significativa entre el SPI y las puntuaciones de dolor postoperatorio per se (ENA 0-10).

Se investigaron las curvas ROC para determinar los valores medios intraoperatorios (en los últimos 10 minutos de la cirugía) de SPI, frecuencia cardíaca y presión arterial media para distinguir entre ENA 0-3 y 4-10. El único vínculo significativo entre uno de estos parámetros y los estados de dolor postoperatorio se encontró para SPI (área bajo la curva 0.859;  $p = 0.001$ ; *Figura 1*).

A partir del SPI ROC, se definió posteriormente un valor de corte «ideal» (sensibilidad y especificidad más altas) de 36 para distinguir entre los estados de dolor anteriores. Tanto el valor predictivo negativo de SPI 36, como el valor predictivo positivo fueron altos, (80 y 88.7%, respectivamente) (*Figura 2*).

## DISCUSIÓN

De acuerdo a lo observado, encontramos que los valores de SPI obtenidos durante los últimos 10 minutos de la cirugía fueron capaces de distinguir o predecir la presencia de dolor en los primeros 15 minutos después de la admisión al cuarto de recuperación de acuerdo a la escala numérica análoga, diferenciando entre pacientes sin dolor o dolor leve (ENA = 0-3) vs pacientes con dolor moderado a severo (ENA = 4-10).

Después de realizado el análisis ROC se reveló un corte de SPI 36 como el ideal. Un SPI de 36 tenía un valor predictivo negativo de 80% para excluir el dolor postoperatorio, y un VPP también elevado de 88.7% (sólo 11.3% habría sido sobredosificado), es decir, se administraron opioides en ausencia de al menos dolor moderado). Dado que, durante los últimos minutos de la cirugía, una sobredosificación con opioides es altamente indeseable (debido a un despertar prolongado y mayor tiempo en sala de quirófano), tanto el alto valor predictivo negativo (VPN), como el alto valor predictivo positivo (VPP) pueden considerarse favorables disminuyendo el riesgo de infra o sobredosificación, respectivamente.

En el contexto de la analgesia preventiva guiada por SPI durante el final de la cirugía, los resultados de este estudio sugieren un SPI de 36, por encima del cual la administración de opioides podría haber sido beneficiosa para prevenir el dolor postoperatorio moderado a severo. Este nivel de SPI es significativamente más bajo que el utilizado en investigaciones previas, donde generalmente se usó un SPI menor de 50 como valor objetivo<sup>(7-9)</sup> y a su vez, es similar al valor de corte de SPI de 30 encontrado por Ledowsky y colaboradores<sup>(10)</sup>, contrastando con este último en el valor predictivo del SPI como prueba diagnóstica, ya que ellos encontraron un VPN de 50 y VPP de 89.7% y en nuestro trabajo se reporta un VPN de 80 con un VPP de 88.7%.

Dicha variación podría ser explicada debido a la diferencia en el número de pacientes con dolor agudo en el postoperatorio entre ambos estudios.

El valor objetivo de 36 identificado posterior a esta investigación, podría ser válido únicamente en condiciones de

anestesia general balanceada en donde se utilice una técnica anestésica similar a la reportada en este estudio. Por lo que es posible que en el caso de utilizar anestesia total endovenosa pudiera ser necesario calcular puntos de corte específicos para dicha técnica anestésica.

Una limitación de la interpretación de los resultados de nuestro estudio, es que el valor de SPI de 36 fue calculado posterior a la realización de este estudio y no se ha probado de forma prospectiva ni se ha utilizado en un estudio de anestesia guiada por SPI.

La analgesia adecuada del paciente, constituye la piedra angular de la anestesia, por lo que encontrar una herramienta que sirva como prueba diagnóstica de dolor en el trans y postoperatorio inmediato se vuelve vital, máxime si este elemento de monitoreo, es accesible, reproducible, de bajo costo y no invasivo.

Nuestro estudio permite concluir que un valor de SPI de 36 puede ser un predictor útil de dolor postoperatorio, moderado a severo cuando se obtiene durante los últimos minutos de la cirugía en pacientes bajo anestesia general.

El SPI presenta mayor efectividad, como predictor de dolor agudo en el postoperatorio, frente a las variables hemodinámicas (frecuencia cardíaca y presión arterial media).

## CONCLUSIONES

La analgesia adecuada del paciente constituye la piedra angular de la anestesia, por lo que encontrar una herramienta que sirva como prueba diagnóstica de dolor en el trans y postoperatorio inmediato se vuelve vital, máxime si este elemento de monitoreo, es accesible, reproducible, de bajo costo y no invasivo.

Nuestro estudio permite concluir que un valor de SPI de 36 puede ser un predictor útil de dolor postoperatorio, moderado a severo cuando se obtiene durante los últimos minutos de la cirugía en pacientes bajo anestesia general.

El SPI presenta mayor efectividad, como predictor de dolor agudo en el postoperatorio, frente a las variables hemodinámicas (frecuencia cardíaca y presión arterial media).

## REFERENCIAS

- Huiku M, Uutela K, van Gils M, Korhonen I, Kymalainen M, Merilainen P, et al. Assessment of surgical stress during general anaesthesia. *Br J Anaesth.* 2007;98:447-455. doi: 10.1093/bja/aem004.
- Struys MMRF, Vanpeteghem C, Huiku M, Uutela K, Blyeaert NBK, Mortier EP. Changes in a surgical stress index in response to standardized pain stimuli during propofol-remifentanyl infusion. *Br J Anaesth.* 2007;99:359-367.
- Mustola S, Parkkari T, Uutela K, Huiku M, Kymalainen M, Toivonen J. Performance of surgical stress index during sevoflurane-fentanyl and isoflurane-fentanyl anesthesia. *Anesthesiol Res Pract.* 2010;2010:810721.
- Bergmann I, Gohner A, Crozier TA, Hesjedal B, Wiese CH, Popov AF et al. Surgical pleth index-guided remifentanyl administration reduces remifentanyl and propofol consumption and shortens recovery times in

- outpatient anaesthesia. *Br J Anaesth.* 2013;110:622-628. doi: 10.1093/bja/aes426.
5. Ledowski T, Burke J, Hruby J. Surgical pleth index: prediction of postoperative pain and influence of arousal. *Br J Anaesth.* 2016;117:371-374. doi: 10.1093/bja/aew226.
  6. Won YJ, Lim BG, Kim YS, Lee M, Kim H. Usefulness of surgical pleth index-guided analgesia during general anesthesia: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J Int Med Res.* 2018;46:4386-4398. doi: 10.1177/0300060518796749.
  7. Park JH, Lim BG, Kim H, Lee IO, Kong MH, Kim NS. Comparison of surgical Pleth index-guided analgesia with conventional analgesia practices in children: a randomized controlled trial. *Anesthesiology.* 2015;122:1280-1287. doi: 10.1097/ALN.0000000000000650.
  8. Colombo R, Raimondi F, Corona A, Rivetti I, Pagani F, Porta VD et al. Comparison of the Surgical Pleth Index with autonomic nervous system modulation on cardiac activity during general anaesthesia: a randomised cross-over study. *Eur J Anaesthesiol.* 2014;31:76-84. doi: 10.1097/01.EJA.0000436116.06728.b3.
  9. Gruenewald M, Willms S, Broch O, Kott M, Steinfath M, Bein B. Sufentanil administration guided by surgical pleth index vs standard practice during sevoflurane anaesthesia: a randomized controlled pilot study. *Br J Anaesth.* 2014;112:898-905.
  10. Ledowski T, Sommerfield D, Slevin L, Conrad J, von Ungern-Sternberg BS. Surgical pleth index: prediction of postoperative pain in children? *Br J Anaesth.* 2017;119:979-983. doi: 10.1093/bja/aex300.

**Financiamiento:** este estudio se realizó con recursos departamentales. Hospital Español de México.

**Conflicto de intereses:** ninguno.