



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES
"DR. BERNARDO SEPÚLVEDA GUTIÉRREZ"

**"ÍNDICE DE PERFUSIÓN EN LA
PREDICCIÓN DE HIPOTENSIÓN DESPUÉS
DE LA INDUCCIÓN DE LA ANESTESIA
GENERAL EN PACIENTES SOMETIDOS A
CIRUGÍA NO CARDIACA."**

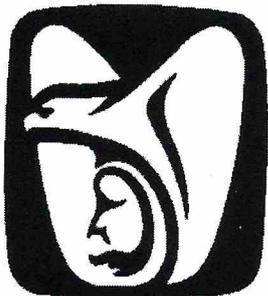
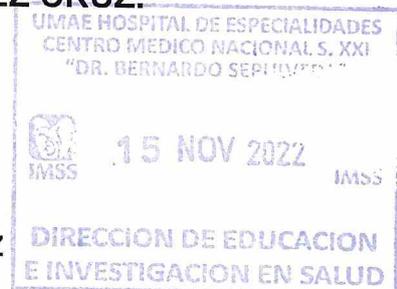
TÉSIS

PARA OBTENER EL DIPLOMA DE LA
ESPECIALIDAD EN
ANESTESIOLOGÍA

PRESENTA:
DR. RAFAEL JONATHAN GONZÁLEZ CRUZ.

TUTOR PRINCIPAL:
DR. VÍCTOR LEÓN RAMÍREZ

CO-TUTOR:
DRA. JANAÍ SANTIAGO LÓPEZ



Ciudad de México

Febrero 2023



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**“ÍNDICE DE PERFUSIÓN EN LA PREDICCIÓN DE HIPOTENSIÓN
DESPUÉS DE LA INDUCCIÓN DE LA ANESTESIA GENERAL EN
PACIENTES SOMETIDOS A CIRUGÍA NO CARDIACA.”**



DRA. VICTORIA MENDOZA ZUBIETA

Jefe de División de Educación en Salud
Del Hospital de Especialidades “Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez”
Del Centro Médico Nacional “Siglo XXI”
Del Instituto Mexicano del Seguro Social



DR. ANTONIO CASTELLANOS OLIVARES

Profesor Titular del Curso Universitario de Anestesia (UNAM)
Del Hospital de Especialidades “Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez”
Del Centro Médico Nacional “Siglo XXI”
Del Instituto Mexicano del Seguro Social

Hosp. Especialidades CMN XXI
Jefatura de Quirofano
Dr. León Ramírez Víctor
Anestesiólogo Cardiovascular Pediatra
IMSS Mat. 10792988

DR. VÍCTOR LEÓN RAMÍREZ

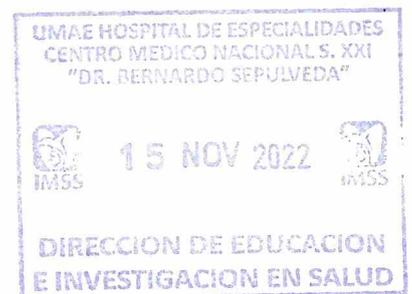
Médico Jefe de Quirófanos
Del Hospital de Especialidades “Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez”
Del Centro Médico Nacional “Siglo XXI”
Del Instituto Mexicano del Seguro Social



DRA. JANAÍ SANTIAGO LÓPEZ

Médico de base adscrito al Departamento de Anestesiología
Del Hospital de Cardiología
Del Centro Médico Nacional “Siglo XXI”
Del Instituto Mexicano del Seguro Social

Número de Folio: F-2022-3601-248.
Número de Registro: R-2022-3601-230.



11/11/22, 07:25

SIRELCIS



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS



Dictamen de Aprobado

Comité Local de Investigación en Salud 3601.
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES Dr. BERNARDO SEPULVEDA GUTIÉRREZ, CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI

Registro COFEPRIS 17 CI 09 015 034
Registro CONBIOÉTICA CONBIOÉTICA 09 CEI 022 2017082

FECHA: Viernes, 11 de noviembre de 2022

Dr. Victor Leon Ramirez

PRESENTE

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de Investigación con título **Índice de perfusión en la predicción de hipotensión después de la inducción de la anestesia general en pacientes sometidos a cirugía no cardiaca**, que sometió a consideración para evaluación de este Comité, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de ética y de investigación, por lo que el dictamen es **A P R O B A D O**:

Número de Registro Institucional
R-2022-3601-230

De acuerdo a la normativa vigente, deberá presentar en junio de cada año un informe de seguimiento técnico acerca del desarrollo del protocolo a su cargo. Este dictamen tiene vigencia de un año, por lo que en caso de ser necesario, requerirá solicitar la reaprobación del Comité de Ética en Investigación, al término de la vigencia del mismo.

ATENTAMENTE

Dr. José Luis Martínez Ordaz

Presidente del Comité Local de Investigación en Salud No. 3601

Impresa

IMSS
SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL

ÍNDICE

	Contenido	Página
1.	Índice	4
2.	Resumen	5
3.	Ficha de identificación	7
4.	Introducción	8
5.	Material y Métodos	11
6.	Resultados	13
7.	Discusión	18
8.	Conclusión	20
9.	Referencias bibliográficas	21
10.	Anexos	25

RESÚMEN

Título: Índice de perfusión en la predicción de hipotensión después de la inducción de la anestesia general en pacientes sometidos a cirugía no cardíaca.

Antecedentes: La hipotensión inducida por anestesia puede tener consecuencias deletéreas en determinado grupo de pacientes. Por lo tanto, la predicción de esta sigue siendo un tema importante para los anestesiólogos. La estimación del índice de perfusión (Pi) proporciona información sobre el estado hídrico del paciente, por lo que puede resultar de utilidad en su predicción.

Objetivo: Evaluar si un índice de perfusión predice la hipotensión después de la inducción de la anestesia general en pacientes sometidos a cirugía no cardíaca.

Material y métodos: Se realizó un estudio de en 30 pacientes sometidos a cirugía no cardíaca mediante anestesia general balanceada, a los que se le midió el índice de perfusión perioperatoria y se evaluó si predice la presencia de hipotensión posterior a la inducción anestésica. Para el análisis de variables se utilizó estadística descriptiva e inferencial, mediante la prueba t de muestras independientes, chi-cuadrado (X^2) según el caso. Para el análisis de la correlación entre el índice de perfusión y los valores de presión arterial se utilizó la prueba de correlación de Pearson, mientras que el poder predictivo se evaluó mediante el análisis de la curva característica operativa del receptor (ROC). Un valor de $p < 0.05$ fue aceptado como estadísticamente significativo.

Resultados: 56.67% desarrolló hipotensión pos-inducción anestésica. El porcentaje de disminución de presión arterial media después de la anestesia tuvo una correlación positiva débil con el índice de perfusión inicial ($\rho = 0.273$; $p = 0.144$). De manera similar, el análisis de la curva característica del receptor operativo reveló que el índice de perfusión inicial (AUC = 0.410) es inadecuado para detectar la hipotensión posterior a la inducción. **Conclusión:** El índice de perfusión no predice la hipotensión después de la inducción de la anestesia general en pacientes sometidos a cirugía no cardíaca.

Palabras clave: Índice de perfusión; Hipotensión; Anestesia general.

ABSTRACT

Title: Perfusion index in the prediction of hypotension after induction of general anesthesia in patients undergoing noncardiac surgery.

Background: Anesthesia-induced hypotension can have deleterious consequences in a certain group of patients. Therefore, the prediction of this remains an important issue for anesthesiologists. The estimation of the perfusion index (Pi) provides information on the fluid status of the patient, so it can be useful in its prediction.

Objective: To evaluate whether a perfusion index predicts hypotension after induction of general anesthesia in patients undergoing noncardiac surgery.

Material and methods: A study was carried out in 30 patients undergoing non-cardiac surgery under balanced general anesthesia, in whom the perioperative perfusion index was measured and evaluated if it predicted the presence of hypotension posterior anesthetic induction. For the analysis of variables, descriptive and inferential statistics were used, using the t-test of independent samples, chi-square (X^2) depending on the case. For the analysis of the correlation between the perfusion index and the blood pressure values, the Pearson correlation test was used, while the predictive power was evaluated by means of receiver operating characteristic (ROC) curve analysis. A value of $p < 0.05$ was accepted as statistically significant.

Results: 56.67% developed hypotension posterior anesthetic induction. The percentage decrease in mean arterial pressure after anesthesia had a weak positive correlation with the initial perfusion index ($\rho = 0.273$; $p = 0.144$). Similarly, analysis of the operating receiver characteristic curve revealed that the baseline perfusion index ($AUC = 0.410$, 95% $CI = 0.622 - 0.812$) is inadequate to detect hypotension posterior anesthetic induction. **Conclusion:** The perfusion index does not predict hypotension after induction of general anesthesia in patients undergoing noncardiac surgery.

Keywords: Perfusion index; hypotension; General anesthesia.

1. Datos del alumno (Autor)	
Apellido paterno:	González
Apellido materno	Cruz
Nombre (s)	Rafael Jonathan
Teléfono:	55.36.69.08.25
Universidad:	Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad o escuela:	Facultad de Medicina
Carrera:	Anestesiología
No de Cuenta:	413084938
Correo electrónico:	rafajgc4@gmail.com
2. Datos del tutor (es)	
Tutor principal	León Ramírez Víctor Anestesiólogo Cardiovascular Pediátrico Maestría en Alta Dirección de Hospitales Jefatura de quirófanos del Hospital de Especialidades "Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez" del Centro Médico Nacional "Siglo XXI" Tel. 55-56-27-69-00 Ext. 21436 Correo electrónico: viler15@hotmail.com ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3213-5650
Co-Tutor	Santiago López Janai Neurocardioanestesiólogo Doctorado en Educación Médico de base adscrito al Hospital de Cardiología del Centro Médico Nacional "Siglo XXI", Tel. 55-56-27-69-00 Ext. 22181 Correo electrónico: janai_santiago@yahoo.com.mx ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9278-1590
3. Datos de la tesis	
Título	Índice de perfusión en la predicción de hipotensión después de la inducción de la anestesia general en pacientes sometidos a cirugía no cardíaca.
No. de páginas	29
Año	2023
No. de registro	R-2022-3601-230.

INTRODUCCIÓN

La hipotensión arterial post-inducción anestésica se define como una entidad fisiopatológica multifactorial caracterizada por la caída de las cifras de presión arterial media $> 20\%$ y que puede presentarse desde la inducción de la anestesia hasta los 20 minutos de esta [1-4], bajo esta perspectiva podemos afirmar que es un evento con una alta prevalencia [5,6]. Se ha reportado que alrededor de un tercio de los pacientes desarrollaron una presión arterial media inferior a 55 mmHg y dos tercios experimentaron un descenso superior a 30 mmHg en los primeros 15 minutos posteriores a la inducción [2].

Sin embargo, su prevalencia puede verse afectada por múltiples causas, y aunque los mecanismos subyacentes de reducción de la presión arterial asociada a los anestésicos no se conocen por completo es probable que se induzca hipotensión por una inhibición dosis-dependiente del sistema nervioso simpático, por la alteración de la regulación barorrefleja con reducción de las resistencias vasculares periféricas; y precarga reducida por dilatación venosa y ventilación con presión positiva. Mecanismos adicionales pueden involucrar sustancias vasoactivas endógenas, incluido el tromboxano-A₂, el óxido nítrico y por los efectos inotrópicos negativos directos [2]. Bajo estas premisas, condiciones preexistentes como hipovolemia, insuficiencia cardíaca o hipertensión han sido reconocidas tradicionalmente como factores de riesgo para la hipotensión posterior a la inducción [2,7].

Otros factores de riesgo sugeridos son, la clase de la Sociedad Americana de Anestesiólogos (ASA), diabetes, niveles de lactato sérico, sangre en sonda nasogástrica, valores de presión arterial sistólica, índice de choque, edad, género, altura, patología carotídea, y la terapia farmacológica preoperatoria entre otras [2,3,6].

La terapia farmacológica preoperatoria juega un papel importante, en particular el uso de inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina, antagonistas de los receptores de angiotensina o bloqueadores beta. Es particularmente bien conocido que los fármacos que interfieren con el sistema de angiotensina pueden causar hipotensión

bajo anestesia. Los pacientes pueden compensar una precarga reducida o una vasodilatación significativa aumentando la frecuencia cardíaca para aumentar el gasto cardíaco y, por lo tanto, la perfusión. Esta capacidad se ve severamente restringida por el bloqueo beta. El uso de sedación también genera hipotensión, existen reportes de una disminución de la presión arterial media en alrededor de 13 mmHg con respecto a los valores medidos antes de la misma [2].

Evitar la hipotensión post-inducción e intraoperatoria sigue siendo un desafío cotidiano en anestesia [2], ya que una disminución de la presión sanguínea arterial media por debajo de su umbral de autorregulación podría provocar isquemia de órganos vitales como corazón, cerebro y riñón, lo que resulta en disfunción celular y muerte [2,4,5]. Incluso períodos breves de presión arterial sistólica < 100 mmHg y presión arterial media < 60-70 mmHg son perjudiciales durante la cirugía no cardíaca [2].

En este contexto, se ha descrito una asociación entre la hipotensión y los efectos desfavorables sobre la función y la integridad de los órganos en pacientes sometidos a cirugía, condición que se ha asociado con pobres resultados, estancias hospitalarias más prolongadas, lesión miocárdica, accidente cerebrovascular, lesión renal aguda e incluso incremento de la mortalidad a 1 año, por lo que son una fuente de costos hospitalarios más altos [1,3,5].

La identificación preoperatoria de pacientes con riesgo de desarrollar hipotensión posterior a la inducción podría guiar al anestesiólogo a un ajuste preoperatorio del manejo anestésico mediante una merma de las dosis de los agentes inductores, un aumento de la cantidad de fluidos durante el periodo preanestésico y la administración temprana de vasopresores profilácticos [8]. Con el objeto de mejorar la tasa de supervivencia y reducir las complicaciones potencialmente mortales después de la cirugía, sin embargo, predecir los cambios hemodinámicos en el paciente anestesiado sigue siendo una tarea difícil a pesar de los cuidadosos esfuerzos de los anestesiólogos y el uso de modernos equipos de monitorización [3,5].

En este sentido, la inestabilidad hemodinámica posterior a la inducción tiene una relevancia clínica importante, ya que representa un evento clínico potencialmente prevenible y modificable en comparación con otros factores de riesgo preexistentes del paciente [9, 10].

Se han sugerido una gran variedad de índices como predictores de una posible hipotensión posterior a la inducción, estos se basan en el reto de líquidos o en las interacciones corazón-pulmón. Desafortunadamente, estos índices requieren procedimientos invasivos, la disponibilidad de equipos sofisticados y/o un anestesista experto [8], por lo que, resulta esencial contar con un sistema que supere las limitaciones técnicas y sirva como una herramienta de diagnóstico alternativa, por lo que hemos considerado que la fotopleletismografía, puede agregar información valiosa para respaldar un diagnóstico y evaluar la respuesta al tratamiento [11-14].

La fotopleletismografía digital es una señal no invasiva producida por variaciones de absorción de luz causadas por fluctuaciones pulsátiles del volumen sanguíneo, generando curvas similares a las ondas de presión arterial invasiva. Los índices derivados de dichas señales se han utilizado al parecer con éxito para caracterizar el estado cardiovascular de los pacientes [1,7,15-19].

El índice de perfusión (P_i), es un parámetro fotopleletismográfico que representa tono simpático basal que es considerado uno de los factores determinantes fundamentales en la hipotensión posterior a la inducción, a partir de la relación entre las señales pulsátiles (cantidad de sangre expulsada en cada sístole) y no pulsátiles (correspondiente a los vasos, huesos y tejidos blandos) [8].

Dado que el índice de perfusión se ha descrito como una herramienta fiable para la evaluación y el control del tono vascular, nuestro objetivo será evaluar la capacidad del índice de perfusión para predecir la hipotensión después de la inducción de la anestesia general en pacientes sometidos a cirugía no cardíaca [20].

MATERIAL Y MÉTODOS

Con la aprobación de la Comité Local de Investigación en Salud (CLIS), y el consentimiento informado de los pacientes, se realizó un estudio de cohorte en 30 pacientes de la institución. Se incluyeron pacientes quirúrgicos sometidos a cirugía no cardíaca bajo anestesia general balanceada, mayores de edad, de sexo indistinto, con riesgo anestésico- quirúrgico ASA I-IV. Excluyéndose pacientes con hipotermia sistémica al momento de la cirugía, aquellos a los que se le suministró sedación previa a la inducción anestésica y/o que se encontraban orointubados. A su llegada a quirófano. Se eliminaron aquellos pacientes que presentaron alguna complicación posterior a la inducción y previo a la histéresis, o bien aquellos que durante la trayectoria del estudio opten por retirarse del mismo. De acuerdo con la programación quirúrgica, el día de la cirugía el residente de anestesiología encargado del caso identificó aquellos pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión y les hizo extensiva la invitación a participar en el estudio. Una vez aceptada, se recabó el consentimiento informado. Posteriormente, a su llegada a quirófano se les monitoreo la presión arterial no invasiva (PANI), frecuencia cardíaca (FC), electrocardiografía continua (EKG), saturación de oxígeno (SPO2) y temperatura corporal (T) con un equipo multiparámetro DASH 4000. Otras mediciones fisiológicas para registrar fueron: Índice electroencefalográfico procesado (PSi), Densidad espectral (DSA), Índice de perfusión (Pi), Índice de variabilidad pletismográfica (PVi) y Frecuencia respiratoria acústica (RRa), para lo cual, un sensor de la función cerebral (Sensor Masimo RD Sedline™) fue colocado en la frente del paciente, mientras que otro sensor de cooximetría de pulso (Sensor Masimo Rainbow™) fue colocado en su dedo, estableciéndose así los valores basales (T0). Luego se procedió a suministrar la inducción anestésica. La técnica en cada caso quedó a consideración del anestesiólogo tratante. Durante el periodo posterior a la inducción anestésica se midieron cada 3 minutos y hasta alcanzar un máximo de 20 minutos, la presión arterial no invasiva (PANI), frecuencia cardíaca (FC), saturación de oxígeno (SPO2), temperatura corporal, Índice electroencefalográfico procesado (PSi), Densidad

espectral (DSA), Índice de perfusión (Pi), Índice de variabilidad pletismográfica (PVi) y Frecuencia respiratoria acústica (RRa). Tomándose como valor de referencia el registro más bajo de presión arterial media reportado (T1), definiéndose como hipotensión al decremento de la presión arterial media $>20\%$ de los parámetros basales (T0). Dividiendo la muestra en dos grupos de estudio: grupo I (no hipotensión pos-inducción), y grupo II (hipotensión pos-inducción). El proceso de medición de las variables y su registro fue realizado por el residente de anestesiología. Los datos obtenidos fueron exportados a una base de datos electrónica para su procesamiento posterior. Para el análisis de variables, se realizó estadística descriptiva, utilizando medidas de tendencia central y dispersión. Para variables cuantitativas y con distribución normal, se obtuvo una media aritmética y desviación estándar; para cualitativas nominales tasas de razones y proporciones. Se realizó la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov para examinar la distribución de los valores medidos. La correlación entre el índice de perfusión y los valores de presión arterial sistólica preoperatoria y posterior a la inducción anestésica se investigaron mediante el análisis de correlación de Pearson. El poder predictivo del índice de perfusión (Pi) para la hipotensión se evaluará mediante el análisis de la curva característica operativa del receptor (ROC), y se utilizó la prueba t de muestras independientes para analizar datos cuantitativos distribuidos normalmente; se utilizó la prueba de chi-cuadrado (χ^2) para comparar datos cualitativos. Un valor de $p < 0.05$ fue aceptado como estadísticamente significativo.

RESULTADOS

Se analizaron los datos de 30 pacientes. El perfil demográfico estuvo caracterizado mayoritariamente por quincuagenarios, con sobrepeso, sometidos a procedimientos neuroquirúrgicos, evaluados con un riesgo anestésico quirúrgico según la ASA clase 3, que contaban con al menos una comorbilidad. En todos los casos, la inducción anestésica se llevó a cabo con propofol y fentanil **[Tabla 1]**.

17 (56.67%) pacientes desarrollaron hipotensión y de ellos 2 (6.67%) pacientes desarrollaron hipotensión significativa (disminución de la presión arterial media mayor al 40%) después de la inducción de la anestesia. Las variables clínico-demográficas previas a la inducción anestésica, fueron comparables entre los pacientes que desarrollaron hipotensión y los que no **[Tabla 2]**.

El análisis de correlación de Pearson mostró valores de $\rho < 0.5$ para el índice de perfusión (P_i) y el índice de variabilidad pletismográfica, mostrando una correlación positiva pobre previos a la inducción anestésica y una correlación negativa pobre durante el periodo de hipotensión **[Tabla 3]**.

El análisis de las curvas características operativas del receptor (ROC), demostró que tanto el índice de perfusión (P_i) como el índice de variabilidad pletismográfica (P_{Vi}) mostraron poca precisión diagnóstica, con áreas bajo la curva de 0.410 y 0.570, respectivamente **[Gráfico 1 y 2]**.

Tabla 1. Características clínico-demográficas.	
Variable	n=30
Edad (años)	51.57 ± 15.74
Sexo (M/F)	18/18
Peso (kg)	70.81 ± 12.90
P _c (kg)	62.94 ± 9.00
Talla (m)	1.62 ± 0.08
IMC (Kg/m ²)	27.39 ± 5.07
ASA (I/II/III/IV/V)	0/10/20/0/0
Comorbilidades	7/23
Dosis de inductor (mg/kg)	1.25 [1.04-1.51]
Dosis de opioide (µg/kg)	4.80 ± 0.95
TAS ₀ (mmHg)	137.13 ± 28.58
TAD ₀ (mmHg)	80.83 ± 14.22
TAM ₀ (mmHg)	99.63 ± 18.34
PVi ₀	20.23 ± 9.68
Pi ₀	3.20 ± 1.98

M: Masculino; **F:** Femenino; **P_c:** Peso corregido; **IMC:** Índice de masa corporal; **ASA:** *American Society of Anaesthesiologists*; **PVi:** índice de variabilidad pletismográfica; **Pi:** Índice de perfusión; **o:** Valores basales; **i:** Valores mas bajos.

Tabla 2. Análisis comparativo.			
Variable	No Hipotensión post-inducción (n=13)	Hipotensión post-inducción (n=17)	p
Edad (años)	46.62 ± 15.37	55.35 ± 15.39	0.134
Sexo (M/F)	5/8	7/10	0.880
Peso (kg)	69.61 ± 13.30	71.72 ± 12.93	0.665
P _c (kg)	63.25 ± 8.20	62.71 ± 9.82	0.873
Talla (m)	1.63 ± 0.08	1.61 ± 0.08	0.532
IMC (Kg/m ²)	27.02 ± 6.02	27.67 ± 4.38	0.737
ASA (I/II/III/IV/V)	0/4/9/0/0	0/6/11/0/0	0.794
Comorbilidades (No/Si)	3/10	4/13	0.770
Dosis de inductor (mg/kg)	1.25 [1.04-1.51]	1.25 [1.04-1.51]	0.339
Doisis de opioide (µg/kg)	4.73 ± 0.85	4.86 ± 1.04	0.716
TAS ₀ (mmHg)	125.92 ± 22.45	145.71 ± 30.37	0.059
TAD ₀ (mmHg)	75.46 ± 11.72	84.94 ± 14.90	0.070
TAM ₀ (mmHg)	92.28 ± 14.94	105.25 ± 19.10	0.053
PVi ₀	20.46 ± 9.50	20.05 ± 10.11	0.912
Pi ₀	2.75 ± 1.39	3.54 ± 2.31	0.286
Decremento de la TAM (%)	12.66 [7-16-15.83]	32.66 [23.66-44.83]	0.000*
TAS ₁ (mmHg)	109.85 ± 19.70	95.12 ± 17.91	0.041*
TAD ₁ (mmHg)	67.46 ± 13.47	57.06 ± 14.44	0.054
TAM ₁ (mmHg)	81.61 ± 15.39	69.74 ± 14.74	0.041*
PVi ₁	20.23 ± 9.68	20.23 ± 9.68	0.193
Pi ₁	3.34 ± 3.34	2.99 ± 3.11	0.769

M: Masculino; **F:** Femenino; **P_c:** Peso corregido; **IMC:** Índice de masa corporal; **ASA:** American Society of Anaesthesiologists; **PVi:** índice de variabilidad pletismográfica; **Pi:** Índice de perfusión; **0:** Valores basales; **1:** Valores mas bajos; *****: Significancia estadística.

Tabla 3. Análisis de correlación de Pearson.		
Variable	rho	p
PVi ₀	0.297	0.111
Pi ₀	0.273	0.144
PVi ₁	-0.142	0.454
Pi ₁	-0.104	0.584

PVi: Índice de variabilidad pletismográfica; **Pi:** Índice de perfusión; **0:** Valores basales; **1:** Valores mas bajos.

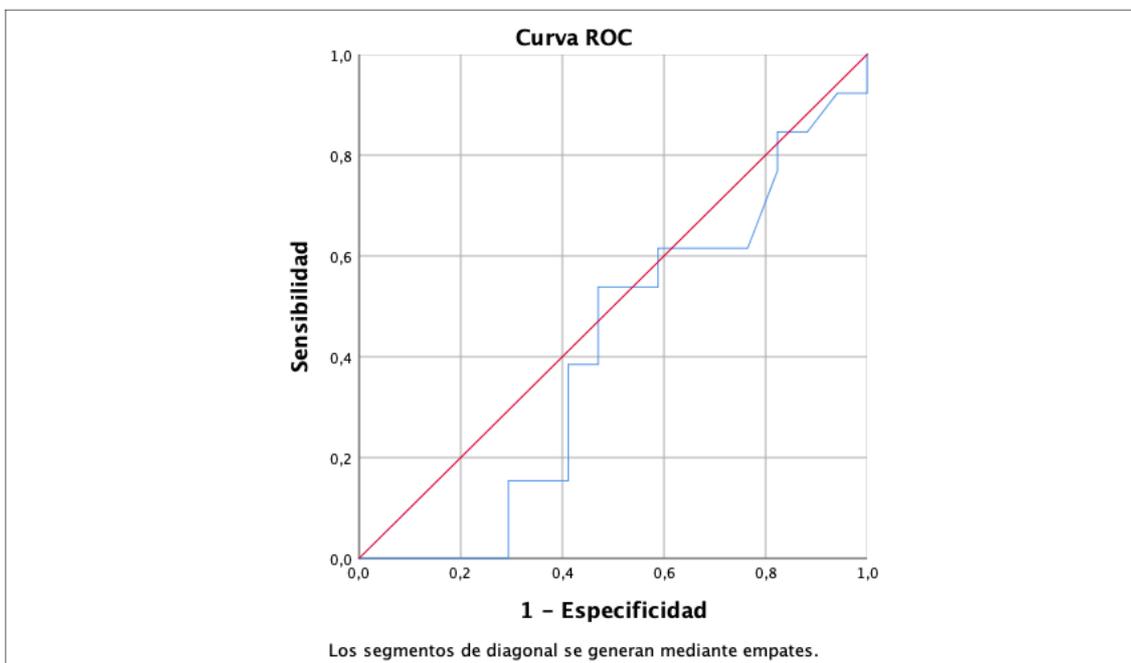


Gráfico 1. Curva ROC del Índice de perfusión para predecir hipotensión pos-inducción (Área 0.410).

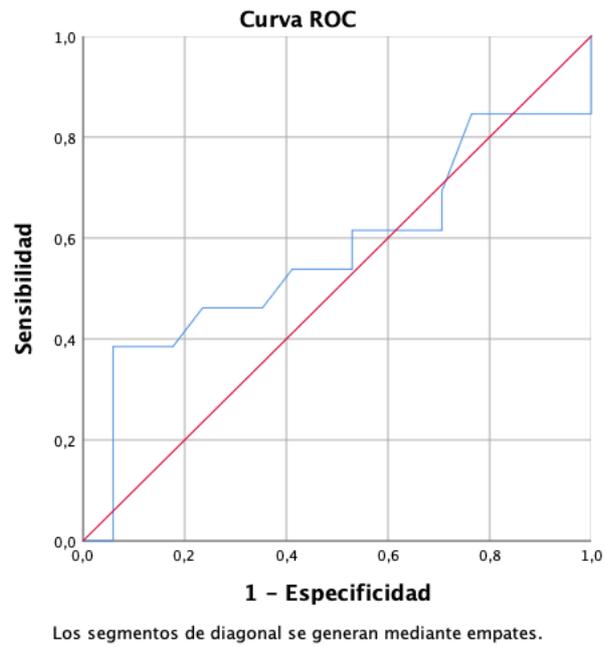


Gráfico 2. Curva ROC del Índice de variabilidad pletismográfica para predecir hipotensión pos-inducción (Área 0.570).

DISCUSIÓN

El principal hallazgo de este estudio fue una correlación positiva débil entre los valores preoperatorios del índice de perfusión y el porcentaje de disminución de la presión arterial media después de la inducción de la anestesia general. El análisis de la curva característica operativa del receptor reveló que el índice de perfusión tiene una pobre capacidad de predicción de la hipotensión posterior a la inducción.

La hipotensión posterior a la inducción es un efecto secundario frecuente de la anestesia general. Hay muchas definiciones informadas en la literatura que dependen de los valores absolutos de la presión arterial media y/o presión arterial sistólica iniciales o del porcentaje de sus cambios después de la inducción de la anestesia en comparación con los valores iniciales. Estos estudios previos variaron con respecto al período de tiempo real en el que cualquier disminución de la presión arterial se consideraría hipotensión posterior a la inducción, lo que dificultó la comparación de nuestros datos con sus resultados. [1-8] En nuestro estudio, la hipotensión post-inducción se definió como una disminución de la presión arterial media >20% de los valores preoperatorios durante el período desde la inducción de la anestesia hasta los 20 minutos posteriores a la misma. [21] Este período fue diseñado para abolir cualquier factor de confusión de la estimulación quirúrgica, el posicionamiento del paciente y/o las pérdidas hemáticas. La presión arterial media fue elegida para las comparaciones, siendo el parámetro más importante en relación con el grado de perfusión de órganos. Muchos estudios han demostrado que la reducción intraoperatoria de la presión arterial media como un factor importante para los resultados adversos postoperatorios cardíacos, renales o neurológicos después de una cirugía cardíaca o no cardíaca.

El efecto simpaticolítico de la anestesia general produce hipotensión. Esto podría ser profundo con la inducción a base de propofol, especialmente en pacientes geriátricos, hipovolemia preanestésica, presión arterial media preanestésica inferior a 70 mmHg y un riesgo anestésico-quirúrgico según las ASA >3. El propofol también produce

hipotensión dependiente de la dosis a través de su efecto simpaticolítico directo, vías dependientes del endotelio e independientes del endotelio, causando vasodilatación periférica. [22] Sin embargo estos cambios no pudieron monitorearse usando el índice de perfusión.

El índice de perfusión representa la resultante de dos componentes. El primero es el tono vascular, ya que el índice de perfusión refleja el equilibrio entre el tono simpático y parasimpático, lo que resulta en cambios dinámicos del tono vascular periférico. El índice de perfusión aumenta con la vasodilatación y disminuye con la vasoconstricción. El segundo es el volumen sistólico, ya que índice de perfusión representa la variación del volumen sanguíneo local durante la sístole y varía según el estado hemodinámico sistémico y local. Bajo este contexto, nuestros resultados difieren con lo reportado por Van Genderen y colaboradores, quienes demostraron que la capacidad del índice de perfusión para predecir la hipovolemia antes del inicio de la descompensación cardiovascular mediante la disminución del volumen sanguíneo en voluntarios con ventilación espontánea. Revelando que el índice de perfusión puede estar influenciado por el tono vascular local, así como por la variación del volumen sistólico (SV). [23]

La relación positiva entre el índice de perfusión y el volumen sistólico debería poderse probar por las variaciones del índice de perfusión inducidas por los cambios de posición del cuerpo, la elevación pasiva de piernas y la administración de líquidos, por lo tanto, un tono vascular alto y/o un volumen sistólico bajo deberían de resultar en un índice de perfusión bajo, sin embargo, esto no lo pudimos observar en el grupo de hipotensos de nuestro estudio.

CONCLUSIÓN

El índice de perfusión no predice la hipotensión después de la inducción de la anestesia general en pacientes sometidos a cirugía no cardíaca.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Coutrot M, Joachim J, Dépret F, Millasseau S, Nougé H, Matéo J, Mebazaa A, Gayat E, Vallée F. Noninvasive continuous detection of arterial hypotension during induction of anaesthesia using a photoplethysmographic signal: proof of concept. *Br J Anaesth.* 2019; 122(5): 605-12. DOI: 10.1016/j.bja.2019.01.037.
2. Wong GTC, Irwin MG. Post-induction hypotension: a fluid relationship? *Anaesthesia.* 2021; 76(1): 15-18. DOI: 10.1111/anae.15065.
3. Lee J, Woo J, Kang AR, Jeong YS, Jung W, Lee M, Kim SH. Comparative Analysis on Machine Learning and Deep Learning to Predict Post-Induction Hypotension. *Sensors (Basel).* 2020; 20(16): 4575. DOI: 10.3390/s20164575.
4. Yüksek A. Utility of the Pleth Variability Index in predicting anesthesia-induced hypotension in geriatric patients. *Turk J Med Sci.* 2021; 51(1): 134-9. DOI: 10.3906/sag-1912-132.
5. Südfeld S, Brechnitz S, Wagner JY, Reese PC, Pinnschmidt HO, Reuter DA, Saugel B. Post-induction hypotension and early intraoperative hypotension associated with general anaesthesia. *Br J Anaesth.* 2017; 119(1): 57-64. DOI: 10.1093/bja/aex127.
6. Tarao K, Daimon M, Son K, Nakanishi K, Nakao T, Suwazono Y, Isono S. Risk factors including preoperative echocardiographic parameters for post-induction hypotension in general anesthesia. *J Cardiol.* 2021; 78(3): 230-6. DOI: 10.1016/j.jjcc.2021.03.010.
7. Thirunelli RK, Nanjundaswamy NH. A Prospective Observational Study of Plethysmograph Variability Index and Perfusion Index in Predicting Hypotension with Propofol Induction in Noncardiac Surgeries. *Anesth Essays Res.* 2021; 15(2): 167-73. DOI: 10.4103/aer.aer_81_21.
8. Mohammed S, Syal R, Bhatia P, Chhabra S, Chouhan RS, Kamal M. Prediction of post-induction hypotension in young adults using ultrasound-derived inferior

- vena cava parameters: An observational study. *Indian J Anaesth.* 2021; 65(10): 731-7. DOI: 10.4103/ija.IJA_1514_20.
9. Frandsen MN, Mehlsen J, Bang Foss N, Kehlet H. Pre-operative autonomic nervous system function - a missing link for post-induction hypotension? *Anaesthesia.* 2022; 77(2): 139-42. DOI: 10.1111/anae.15546.
 10. Goyal A, Pallavi K, Krishnakumar M, Surve RM, Bhadrinarayan V, Chakrabarti D. Reliability of Pre-Induction Inferior Vena Cava Assessment with Ultrasound for the Prediction of Post-Induction Hypotension in Neurosurgical Patients Undergoing Intracranial Surgery. *Neurol India.* 2022; 70(4): 1568-74. DOI: 10.4103/0028-3886.355107.
 11. Aissaoui Y, Jozwiak M, Bahi M, Belhadj A, Alaoui H, Qamous Y, Serghini I, Seddiki R. Prediction of post-induction hypotension by point-of-care echocardiography: A prospective observational study. *Anaesth Crit Care Pain Med.* 2022; 41(4): 101090. DOI: 10.1016/j.accpm.2022.101090.
 12. Abdelhamid B, Yassin A, Ahmed A, Amin S, Abougabal A. Perfusion index-derived parameters as predictors of hypotension after induction of general anaesthesia: a prospective cohort study. *Anaesthesiol Intensive Ther.* 2022; 54(1): 34-41. DOI: 10.5114/ait.2022.113956.
 13. Høiseth LØ, Hoff IE, Skare O, Kirkebøen KA, Landsverk SA. Photoplethysmographic and pulse pressure variations during abdominal surgery. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2011; 55(10): 1221-30. DOI: 10.1111/j.1399-6576.2011.02527.x.
 14. Solus-Biguenet H, Fleyfel M, Tavernier B, Kipnis E, Onimus J, Robin E, Lebuffe G, Decoene C, Pruvot FR, Vallet B. Non-invasive prediction of fluid responsiveness during major hepatic surgery. *Br J Anaesth.* 2006; 97(6): 808-16. DOI: 10.1093/bja/ael250.

15. Ozakin E, Yazlamaz NO, Kaya FB, Karakilic EM, Bilgin M. Perfusion Index Measurement in Predicting Hypovolemic Shock in Trauma Patients. *J Emerg Med.* 2020; 59(2): 238-45. DOI: 10.1016/j.jemermed.2020.04.010.
16. Endo Y, Miyasho T, Imahase H, Kawamura Y, Sakamoto Y, Yamashita K. Use of perfusion index to detect hemodynamic changes in endotoxemic pigs. *J Vet Emerg Crit Care.* 2020; 30(5): 534-42. DOI: 10.1111/vec.12985.
17. Lima AP, Beelen P, Bakker J. Use of a peripheral perfusion index derived from the pulse oximetry signal as a noninvasive indicator of perfusion. *Crit Care Med.* 2002; 30(6):1210-3. DOI: 10.1097/00003246-200206000-00006.
18. van Genderen ME, Bartels SA, Lima A, Bezemer R, Ince C, Bakker J, van Bommel J. Peripheral perfusion index as an early predictor for central hypovolemia in awake healthy volunteers. *Anesth Analg.* 2013; 116(2): 351-6. DOI: 10.1213/ANE.0b013e318274e151.
19. Rasmy I, Mohamed H, Nabil N, Abdalah S, Hasanin A, Eladawy A, Ahmed M, Mukhtar A. Evaluation of Perfusion Index as a Predictor of Vasopressor Requirement in Patients with Severe Sepsis. *Shock.* 2015; 44(6): 554-9. DOI: 10.1097/SHK.0000000000000481.
20. Kaneda T, Suzuki T. Evaluation of circulatory state using pulse oximeter: 2. PI (perfusion index) x PVI (pleth variability index)]. *Masui.* 2009; 58(7): 860-5.
21. Kuzhippalli-Thirunelli, Nanjundaswamy NH. A Prospective Observational Study of Plethysmograph Variability Index and Perfusion Index in Predicting Hypotension with Propofol Induction in Noncardiac Surgeries. *Anesth Essays Res.* 2021; 15(2): 167-73. DOI: 10.4103/aer.aer_81_21: 10.4103/aer.aer_81_21
22. Schonberger RB, Dai F, Michel G, Vaughn MT, Burg MM, Mathis m, Kheterpal S, Akhtar S, Shah N, Bardia A. Association of propofol induction dose and severe pre-incision hypotension among surgical patients over age 65. *J Clin Anesth.* 2022; 80: 110846. DOI:10.1016/i.iclinane.2022.110846.

23. van Genderen ME, Lima A, Akkerhuis M, Bakker J, van Bommel J. Persistent peripheral and microcirculatory perfusion alterations after out-of-hospital cardiac arrest are associated with poor survival. *Crit Care Med.* 2012; 40(8): 2287-94. DOI: 10.1097/CCM.0b013e31825333b2.

ANEXOS

Anexo 1. Consentimiento informado

 <p>IMSS</p>	<p>INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL UNIDAD DE EDUCACIÓN, INVESTIGACIÓN Y POLÍTICAS DE SALUD COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN EN SALUD</p> <p>CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO</p>	
<p>CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPACIÓN EN PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN</p>		
Nombre del estudio:	Índice de perfusión en la predicción de hipotensión después de la inducción de la anestesia general en pacientes sometidos a cirugía no cardiaca.	
Lugar y fecha:	Ciudad de México, a _____ de _____ de 2022.	
Número de registro:	R-2022-3601-	
Justificación y objetivos del estudio:	La disminución de la presión después de administrarse la anestesia se ha asociado a efectos desfavorables sobre la función y la integridad de los órganos en pacientes a los que se les realiza una cirugía, condición que aumenta los días de permanencia en el hospital, daño al corazón, cerebro y riñón e incluso la muerte. En este sentido, es de gran importancia, ya que es potencialmente prevenible y modificable, por lo que hay que realizar intervenciones para prevenirla, tratarla y disminuir las complicaciones y la muerte, así queremos evaluar si un índice de perfusión > 0,76 predice la hipotensión después de la inducción de la anestesia general en pacientes sometidos a cirugía no cardiaca.	
Procedimientos:	Mi participación en el estudio consistirá en que se me coloque en mi dedo un sensor que mide los latidos de mi corazón y se analizará si existe una relación entre los resultados obtenidos y la disminución de la presión arterial después de que se me duerma al suministrarse la anestesia.	
Posibles riesgos y molestias:	Debido a que se trata de procedimientos que no invaden mi cuerpo y que se realizan en gran parte de las personas a las que se les va a realizar una cirugía; la posibilidad de efectos indeseables es mínima, sin embargo puedo tener sensación de molestia a la colocación del dedal (sensor).	
Posibles beneficios que recibirá al participar en el estudio:	No habrá beneficio directo para mí, el beneficio es colectivo, ya que a partir de los resultados obtenidos se podrían definir los pasos a seguir en la administración de anestésicos en personas a las que se les realiza una cirugía, lo que podría mejorar los resultados en cuanto a conservar la función de los órganos de mi cuerpo.	
Información sobre resultados y alternativas de tratamiento:	Se han comprometido a proporcionarme información actualizada que se obtenga durante el estudio, aunque esta pudiera cambiar mi parecer respecto a la permanencia en el mismo.	
Participación o retiro:	Entiendo que conservo el derecho de retirarme del estudio en cualquier momento que lo considere conveniente sin que con ello se vea afectado mi atención.	

Privacidad y confidencialidad	Se me ha garantizado que no se me identificará en las presentaciones o publicaciones que deriven de este estudio y de que los datos relacionados con mi privacidad serán manejados en forma confidencial.
Beneficios al término del estudio:	Debido a que decisión de participar en el estudio es completamente voluntaria y no tendré que hacer gasto alguno durante el estudio, no recibiré pago de ninguna índole por mi participación, solo la satisfacción de haber contribuido a la generación de nuevos conocimientos.
Declaración de consentimiento	
Después de haber leído y también habiéndome explicado todas mis dudas acerca de este estudio:	
<input type="checkbox"/>	No acepto participar en el estudio
<input type="checkbox"/>	Si acepto participar y que se tome la muestra solo para el estudio
<input type="checkbox"/>	Si acepto participar y que se tome la muestra, para este estudio y estudios futuros, conservando su sangre hasta por _____ años, tras lo cual se destruirá la misma (no aplica para este estudio)
En caso de dudas o aclaraciones relacionadas con el estudio podrá dirigirse a:	
Investigador responsable:	Dr. Víctor León Ramírez, al que se le puede localizar en la Jefatura de Quirófanos del Hospital de Especialidades "Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez" del Centro Médico Nacional "Siglo XXI", ubicado en Avenida Cuauhtémoc Núm.330, 1er piso, Colonia Doctores, Alcaldía Cuauhtémoc, CP 06720, Ciudad de México, Teléfono: 57245900 Ext: 23075 y 23076. Correo electrónico: viler15@hotmail.com
Colaboradores:	Dra. Janai Santiago López, a la que se le puede localizar en el Departamento de Anestesiología del Hospital de Cardiología del Centro Médico Nacional "Siglo XXI", ubicado Avenida Cuauhtémoc 330, Colonia Doctores. Alcaldía Cuauhtémoc, Ciudad de México, C.P. 06720. Teléfono: (55)56 27 69 00 Ext. 22181. Correo electrónico: janai_santiago@yahoo.com.mx Dra. Iván Salinas Torres, al que se le puede localizar en el Departamento de Anestesiología del Hospital de Especialidades "Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez" del Centro Médico Nacional "Siglo XXI", ubicado en Avenida Cuauhtémoc Núm.330, 1er piso, Colonia Doctores, Alcaldía Cuauhtémoc, CP 06720, Ciudad de México, Teléfono: 57245900 Ext: 23075 y 23076. Correo electrónico: rodcasla@gmail.com
En caso de dudas o aclaraciones sobre sus derechos como participante podrá dirigirse a: Comisión de Ética de investigación de la CNIC del IMSS: Avenida Cuauhtémoc 330 4º piso Bloque "B" de la Unidad de Congresos, Colonia Doctores. México D.F., C.P. 06720. Teléfono: (55)56 27 69 00. Correo electrónico: comisión.etica@imss.gob.mx	
<hr/> Nombre y firma del residente Testigo 1 <hr/> Nombre, dirección, relación y firma	<hr/> Nombre y firma del investigador Testigo 2 <hr/> Nombre dirección, relación y firma

Anexo 2. Hoja de recolección de datos

Fecha:	Sala:	Cirujano:	Anestesiólogo:					
Nombre (codificado):								
NSS (codificado):		Edad:	Género: (M) (F)					
Diagnóstico:		ASA: (1) (2) (3) (4) (5) (6) (E) (U)						
Cirugía:								
Peso	Talla	IMC						
Comorbilidades:								
Medicación preoperatoria:								
Inducción anestésica:								
Grupo	Fármaco	Dosis	Tasa					
Inductor:								
Opioide:								
RNM:								
Otro:								
Variables posoperatorias								
Variable	Tiempo							
	0'	3'	6'	9'	12'	15'	18'	21'
TAS								
TAD								
TAM								
FC								
SO ₂								
PSi								
DSA								
PVi								
Pi								

RRa								
Variables seleccionadas para el estudio								
Variable	T₀	T₁	Variable	T₀	T₁			
TAS			TAD					
TAM			FC					
SPO ₂			PSi					
DSA			PVi					
Pi			RRa					
Entorno anestésico-quirurgico								
Tiempo Ax				Tiempo Qx:				
<p>NSS: Número de seguridad social; M: Masculino; F: Femenino; ASA: <i>American Society Anesthesiologist</i>; IMC: Índice de masa corporal; RNM: Relajante neuromuscular; TAS: Presión arterial sistólica; TAD: Presión arterial diastólica; TAM: Presión arterial media; FC: Frecuencia cardiaca; SPO₂: Saturación de oxígeno; PSi: Índice electroencefalográfico procesado; DSA: Densidad espectral; Pi: Índice de perfusión, PVi: Índice de variabilidad pletismográfica; RRa: Frecuencia respiratoria acústica; Ax: Anestesia; Qx: Cirugía; 0: Basal, a su llegada a quirófano; 1: Valor mas bajo posterior a la inducción anestésica.</p>								

Anexo 3. Carta de NO inconveniencia del director general.



GOBIERNO DE
MÉXICO



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
UNIDAD MEDICA DE ALTA ESPECIALIDAD
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES
"DR. BERNARDO SEPÚLVEDA GUTIÉRREZ"
LICENCIA SANITARIA 06 AM 09 006 067
CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO XXI
DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN EN SALUD

Ciudad de Mexico, a 11 de octubre de 2022

Dra. Leticia Bonifaz Alfonso
Titular de la Coordinación de Investigación en Salud.

Por medio de la presente no tengo inconveniente para que se realice en la UMAE Hospital de Especialidades Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez del CMN SXXI el protocolo cuyo título es:

"Índice de perfusión en la predicción de hipotensión después de la inducción de la anestesia general en pacientes sometidos a cirugía no cardíaca."

Investigador(a) responsable: Víctor León Ramírez
Adscripción: Hospital de Especialidades "Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez".

Atentamente

Dr. José Luis Martínez Ordaz
Director General
UMAE Hospital de Especialidades, Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez,
Centro Médico Nacional Siglo XXI.

Ccp
Dra. Victoria Mendoza Zubieta
Director de Educación e Investigación en Salud, UMAE HE CMN SXXI, IMSS

Av. Cuauhtémoc 330, Col Doctores, Alcaldía Cuauhtémoc, Ciudad de México., C. P. 06720
Tel. (55) 5627 69 00. Ext. 21784. www.imss.gob.mx

