



CONSORCI
HOSPITAL GENERAL
UNIVERSITARI
VALÈNCIA



Servicio de Anestesia,
Reanimación y Tratamiento del Dolor
HOSPITAL GENERAL UNIVERSITARIO VALENCIA

Morbilidad hemodinámica perioperatoria. Implicaciones del Índice de predicción de hipotensión en la mejora de resultados.

Dr Jaume Puig (Facultativo)

Dra Marta Rosselló (Facultativa)

Dr Ricardo Carreguí (Médico Residente 4º año)

Servicio de Anestesia Reanimación y Tratamiento del Dolor
Consorcio Hospital General Universitario de Valencia

SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continuada
Valencia 17 de Septiembre 2024

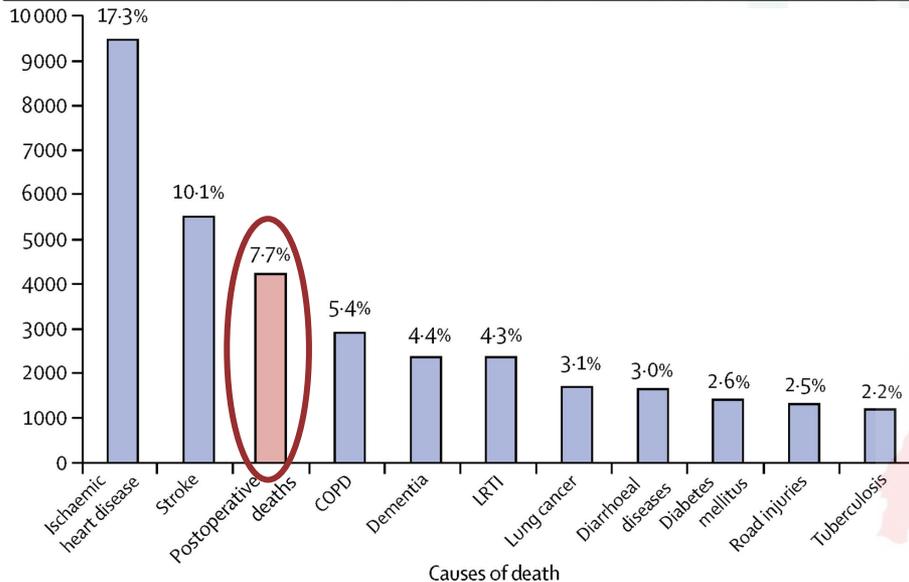
ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN
2. HIPOTENSIÓN
3. HPI
 - a. MACHINE LEARNING
4. ESTUDIO HYT
 - a. ALGORITMO DE TRATAMIENTO
5. NUESTROS DATOS
6. ANALISIS DE DATOS
7. CASOS SELECCIONADOS
8. BIBLIOGRAFIA

SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continuada
Valencia 17 de Septiembre 2024

INTRODUCCIÓN

Se estima que las muertes postoperatorias son el **tercer factor** que más contribuye a la mortalidad a nivel mundial.



CORRESPONDENCE • Volume 393, Issue 10170, P401, February 02, 2019

Global burden of postoperative death

2,4 Millones de pacientes son sometidos a **cirugías de alto riesgo** cada año en Europa.

1 de cada 4 desarrollará complicaciones.



Estas complicaciones aumentan no solo la mortalidad sino también la morbilidad.

INTRODUCCIÓN

La **hipotensión intraoperatoria** es común durante la cirugía no cardíaca. La mayoría de los pacientes experimentan al menos un episodio en el que la presión arterial media (MAP) **disminuye a menos de 65 mmHg**.

La HIO se asocia con peores resultados postoperatorios

- **Mortalidad.** x3 a los 30 días
- **AKI.** 8x probabilidades de morir dentro de los 30 días posteriores a la cirugía
- **MINS**
- **Ictus.** PAM ↓ 30% respecto al basal se asocia ECV.
- **Delirium.** PAM <55 mm Hg se asoció con un aumento dependiente de la duración
- **Lesión orgánica**

Prevenir la hipotensión reduce el riesgo de disfunción orgánica postoperatoria un **25%**, lo que sugiere una asociación es parcialmente causal y potencialmente intervenible.



| depth | duration | mortality | | acute kidney injury | | myocardial injury | | stroke | | delirium | | overall organ injury | |
|-----------|-----------|------------------------------------|---|------------------------------------|---|------------------------------------|---|------------------------------------|---|------------------------------------|---|------------------------------------|---|
| | | based on quality score $\geq 80\%$ | based on quality score $\geq 80\%$ and significant result | based on quality score $\geq 80\%$ | based on quality score $\geq 80\%$ and significant result | based on quality score $\geq 80\%$ | based on quality score $\geq 80\%$ and significant result | based on quality score $\geq 80\%$ | based on quality score $\geq 80\%$ and significant result | based on quality score $\geq 80\%$ | based on quality score $\geq 80\%$ and significant result | based on quality score $\geq 80\%$ | based on quality score $\geq 80\%$ and significant result |
| MAPMAP | Minutes | | | | | | | | | | | | |
| < 80 mmHg | ≥ 1 | | | | | | | | | | | | |
| | ≥ 5 | | | | | | | | | | | | |
| | ≥ 10 | 1.02 | 1.02 | | | | | | | | | Low | Low |
| | ≥ 20 | 1.04 | 1.04 | | | | | | | | | Low | Low |
| < 75 mmHg | ≥ 1 | | | | | | | | | | | | |
| | ≥ 5 | | | | | | | | | | | | |
| | ≥ 10 | 1.02 | 1.02 | | | | | | | | | Low | Low |
| | ≥ 20 | 1.09 | 1.09 | | | | | | | | | Low | Low |
| < 70 mmHg | ≥ 1 | 1.002* | | | | | | 1.003* | | | | Low | |
| | ≥ 5 | 1.01* | | | | | | 1.015* | | | | Low | |
| | ≥ 10 | 1.04 | 1.04 | | | | | 1.030* | | | | Low | Low |
| | ≥ 20 | 1.09 | 1.09 | | | | | 1.062* | | | | Low | Low |
| < 65 mmHg | ≥ 1 | 1.002* | | 1.3* | | 1.01* | | 1.003* | | | | Low | |
| | ≥ 5 | 1.01* | | 1.6* | | 1.2* | | 1.015* | | | | Moderate | |
| | ≥ 10 | 1.04 | 1.04 | 1.6* | | 1.3 | | 1.030* | | | | Moderate | Low |
| | ≥ 20 | 1.09 | 1.09 | 2.3* | | 1.8 | 1.8 | 1.062* | | | | High | Moderate |
| < 60 mmHg | ≥ 1 | 1.1* | | 1.3* | | 1.1* | | 1.003* | | | | Low | |
| | ≥ 5 | 1.1* | | 1.6* | | 1.2* | | 1.015* | | | | Moderate | |
| | ≥ 10 | 1.1* | 1.09 | 1.8 | 1.8 | 1.5 | 1.5 | 1.030* | | | | Moderate | Moderate |
| | ≥ 20 | 1.2 | 1.2 | 2.3 | 2.3 | 2.5 | 1.8 | 1.062* | | | | High | High |
| < 55 mmHg | ≥ 1 | 1.2* | 1.04 | 1.4* | 1.2 | 1.3 | 1.3 | 1.003* | | | | Moderate | Low |
| | ≥ 5 | 1.2 | 1.2 | 1.6* | 1.2 | 1.5 | 1.5 | 1.015* | | | | Moderate | Moderate |
| | ≥ 10 | 1.4 | 1.4 | 2.3 | 2.3 | 1.8 | 1.8 | 1.030* | | | | High | High |
| | ≥ 20 | 2.0 | 2.0 | 3.5 | 3.5 | 2.5 | 2.5 | 1.062* | | | | High | High |
| < 50 mmHg | ≥ 1 | 1.2* | 1.04 | 1.6* | 1.2 | 1.3 | 1.3 | 1.004* | | | | Moderate | Low |
| | ≥ 5 | 2.4 | 2.4 | 1.6* | 1.2 | 4.4 | 4.4 | 1.020* | | ● p = 0.409 * | | High | High |
| | ≥ 10 | 2.4 | 2.4 | 2.3 | 2.3 | 4.4 | 4.4 | 1.041* | | ● p = 0.409 * | | High | High |
| | ≥ 20 | 2.4 | 2.4 | 3.5 | 3.5 | 4.4 | 4.4 | 1.083* | | ● p = 0.409 * | | High | High |
| < 45 mmHg | ≥ 1 | 1.2* | 1.04 | 1.6* | 1.2 | 1.3 | 1.3 | 1.013* | | | | Moderate | Low |
| | ≥ 5 | 2.4 | 2.4 | 1.6* | 1.2 | 4.4 | 4.4 | 1.067* | | ● p = 0.409 * | | High | High |
| | ≥ 10 | 2.4 | 2.4 | 2.3 | 2.3 | 4.4 | 4.4 | 1.138* | | ● p = 0.409 * | | High | High |
| | ≥ 20 | 2.4 | 2.4 | 3.5 | 3.5 | 4.4 | 4.4 | 1.295* | | ● p = 0.409 * | | High | High |
| < 40 mmHg | ≥ 1 | 1.2* | 1.04 | 3.8 | 3.8 | 1.3 | 1.3 | 1.013* | | | | High | High |
| | ≥ 5 | 2.4 | 2.4 | 3.8 | 3.8 | 4.4 | 4.4 | 1.067* | | ● p = 0.409 * | | High | High |
| | ≥ 10 | 2.4 | 2.4 | 5.1 | 5.1 | 4.4 | 4.4 | 1.138* | | ● p = 0.409 * | | High | High |
| | ≥ 20 | 2.4 | 2.4 | 5.1 | 5.1 | 4.4 | 4.4 | 1.295* | | ● p = 0.409 * | | High | High |

LRA asociada a Hipotensión

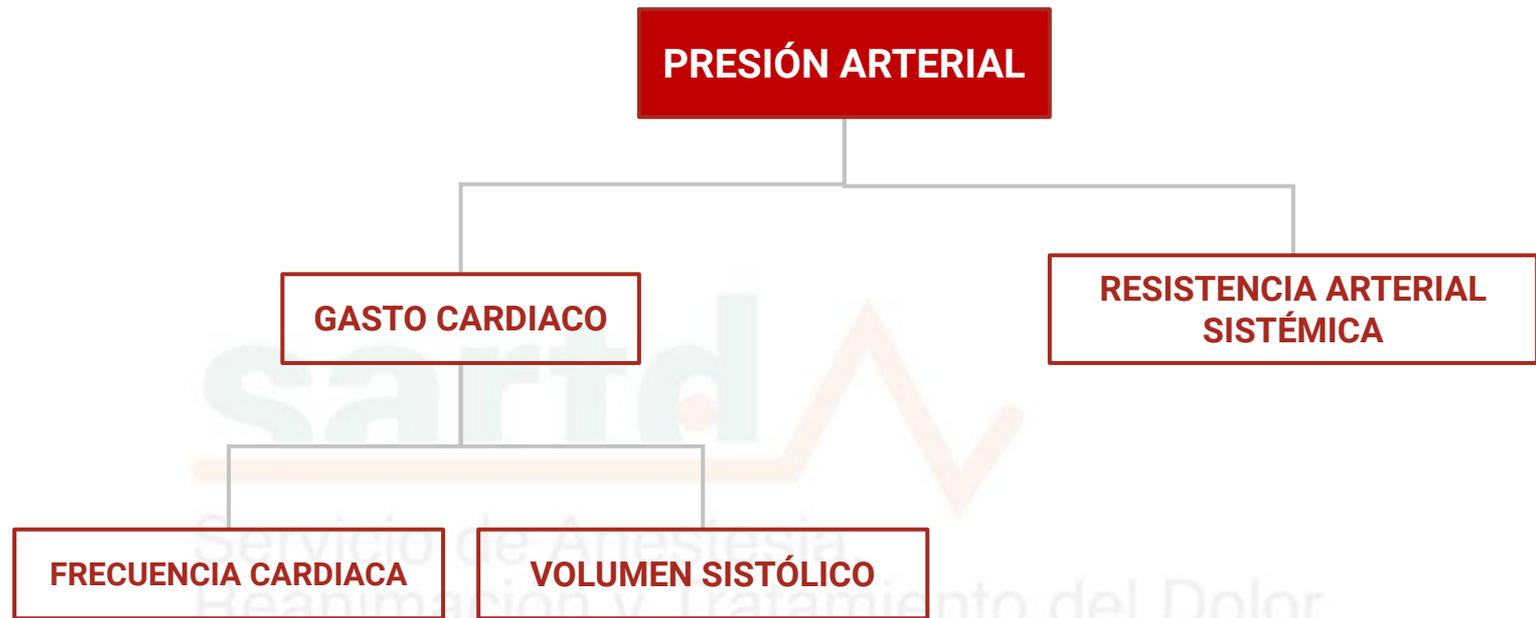
La **LRA** conlleva gastos y causa daños considerables:

- **Mayor riesgo de morbilidad**, incluidos eventos cardiovasculares y accidentes cerebrovasculares.
- Mayor **mortalidad**.
- Desarrollo de **ERC**.
- Reducción de la **calidad de vida** relacionada con la salud.
- Aumento de **estancia hospitalaria**, hasta 3x.
- Aumento de **gasto sanitario**.



SARTD-CHGUV Sesión de Formación Cor
Valencia 17 de Septiembre 2024

HIPO TENS IÓN



Arritmias

Taquicardia
Bradicardia
Fibrilación

Enfermedad Cardíaca Estructural

Enf Vascular
Enf Coronaria
Patología pericárdica
Cardiomiopatía

Hipovolemia

Hemorragia
Diuresis
Deshidratación
Ortostático

Vasodilatación/ constrictión

Sepsis
Medicamentos
Exceso vasopresor
Shock

¿Es 65 mmHg un umbral aceptable para la hipotensión?

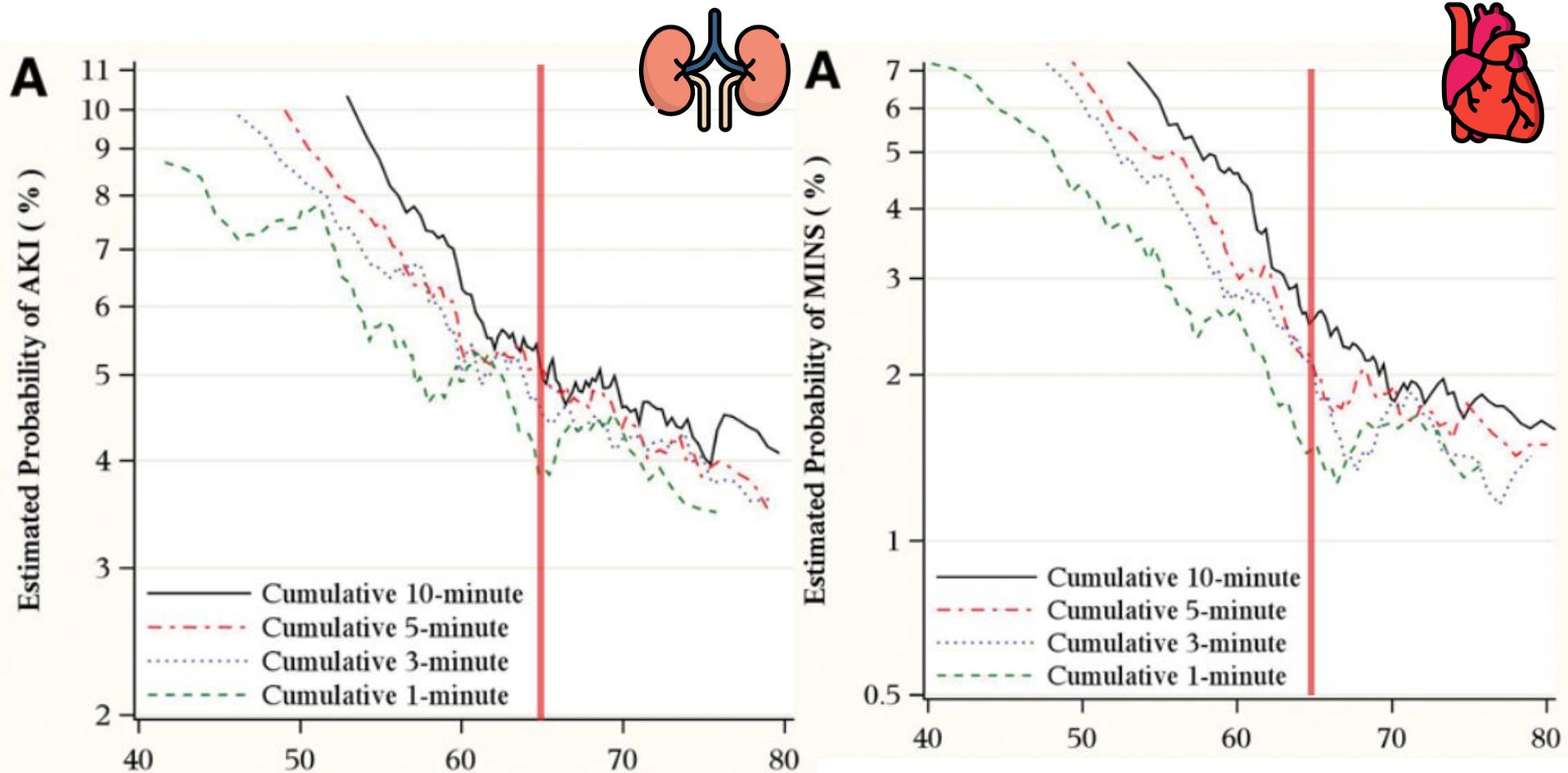
> *Anesthesiology*. 2017 Jan;126(1):47-65. doi: 10.1097/ALN.0000000000001432.

Relationship between Intraoperative Hypotension, Defined by Either Reduction from Baseline or Absolute Thresholds, and Acute Kidney and Myocardial Injury after Noncardiac Surgery: A Retrospective Cohort Analysis

Vafi Salmasi ¹, Kamal Maheshwari, Dongsheng Yang, Edward J Mascha, Asha Singh, Daniel I Sessler, Andrea Kurz

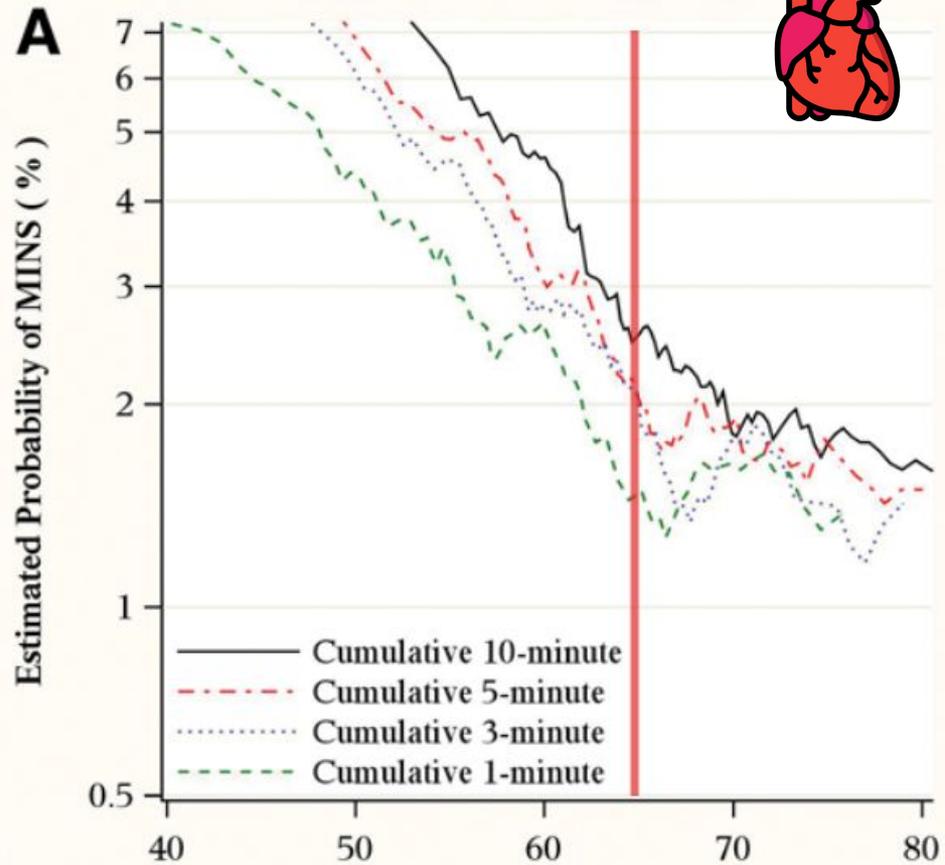
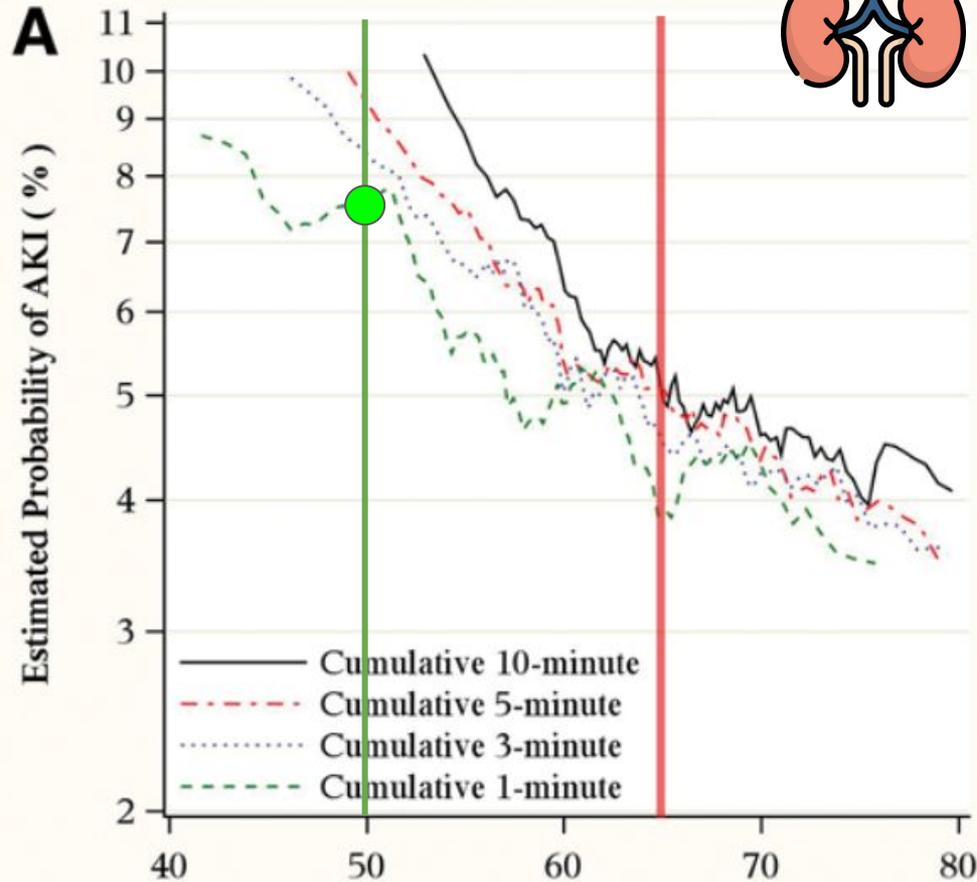
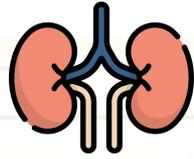
**SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continuada
Valencia 17 de Septiembre 2024**

¿Es 65 mmHg un umbral aceptable para la hipotensión?



SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continuada
Valencia 17 de Septiembre 2024

Valoración de gravedad y duración



SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continuada
Valencia 17 de Septiembre 2024

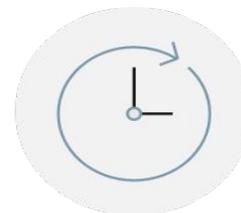
HIPOTENSIÓN INTRAOPERATORIA

Hay que considerar **tres dimensiones**:

- **Severidad:** Cuanto <65 mmHg?
- **Duración:** cuánto dura en promedio cada evento?
- **Frecuencia:** cuántas veces?



Severidad

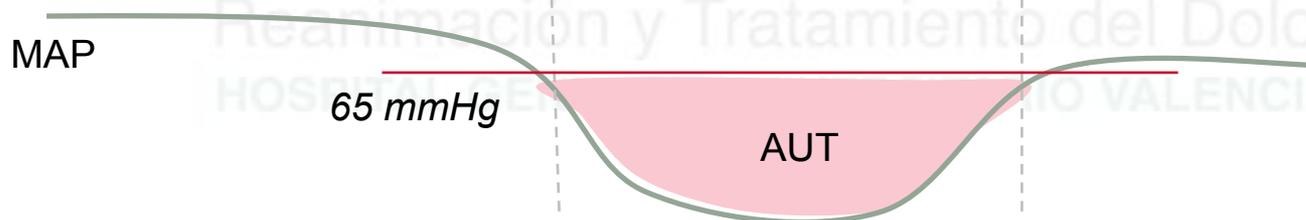


Duración



Frecuencia

- **AUT:** destaca la exposición del paciente a la hipotensión.

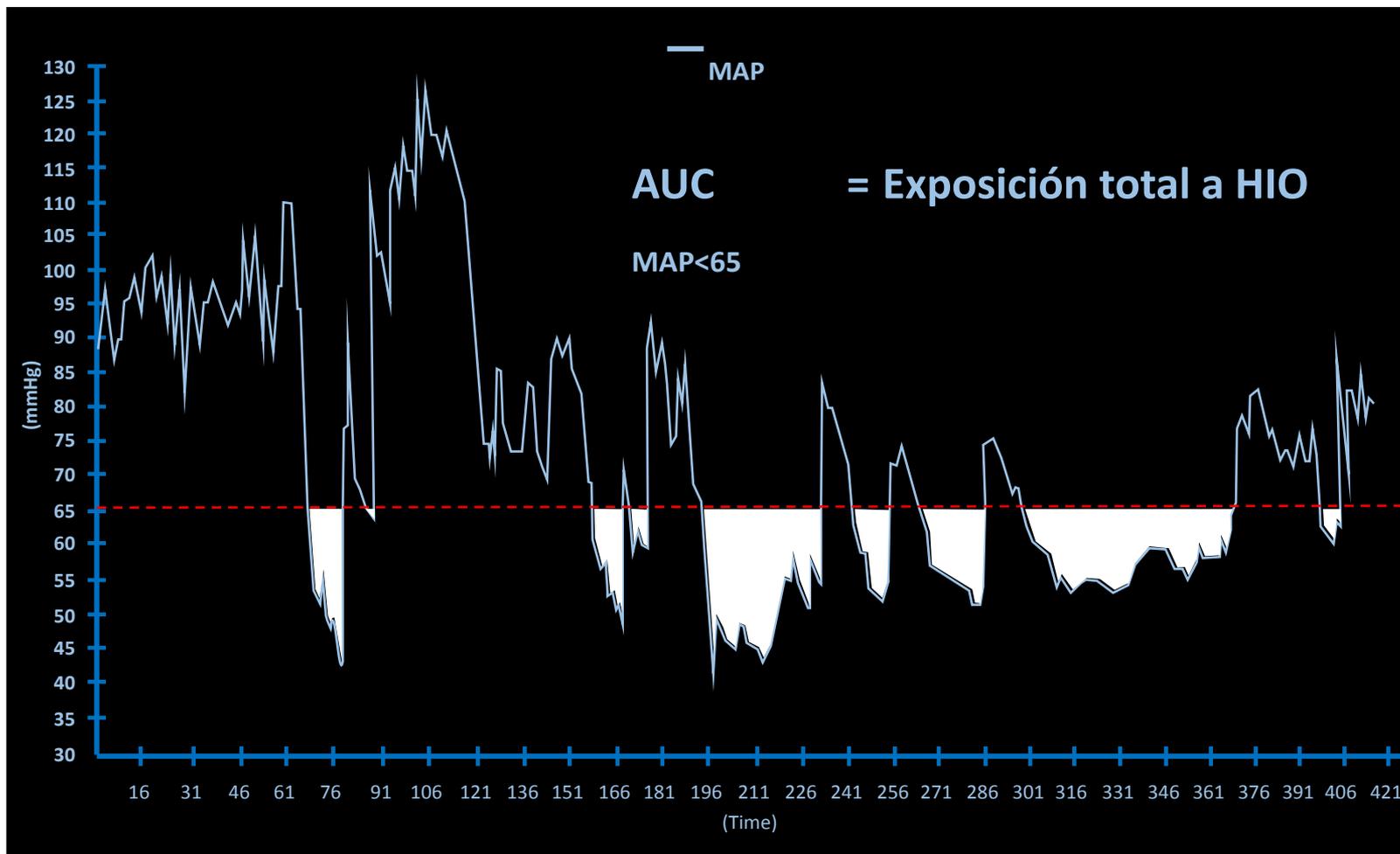


- **TWA del AUT:** promedio ponderado en el tiempo del área bajo el umbral

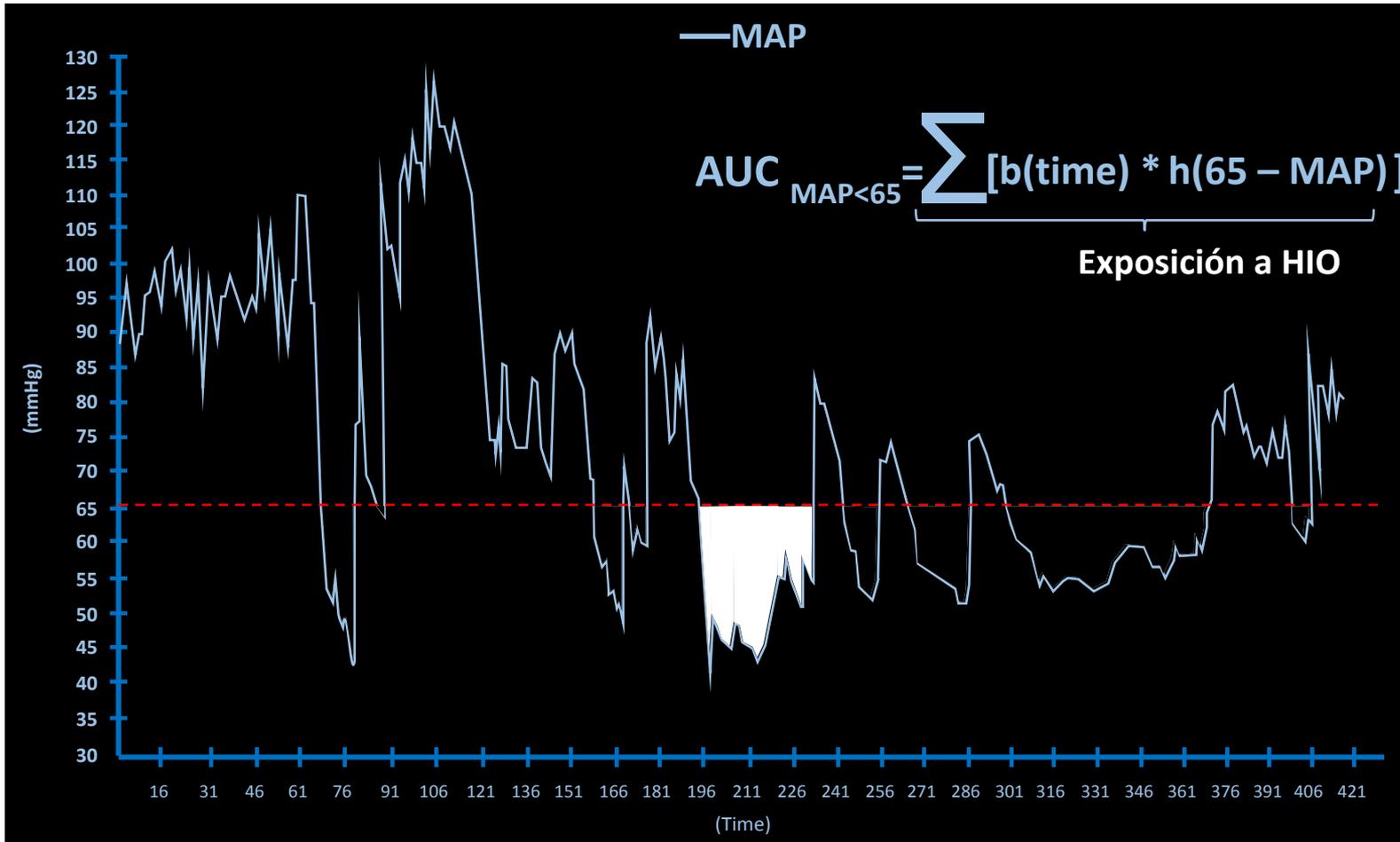
AUT/duración total de la cirugía

SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continuada

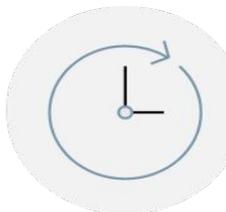
Valencia 17 de Septiembre 2024



SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continuada
Valencia 17 de Septiembre 2024



Severidad

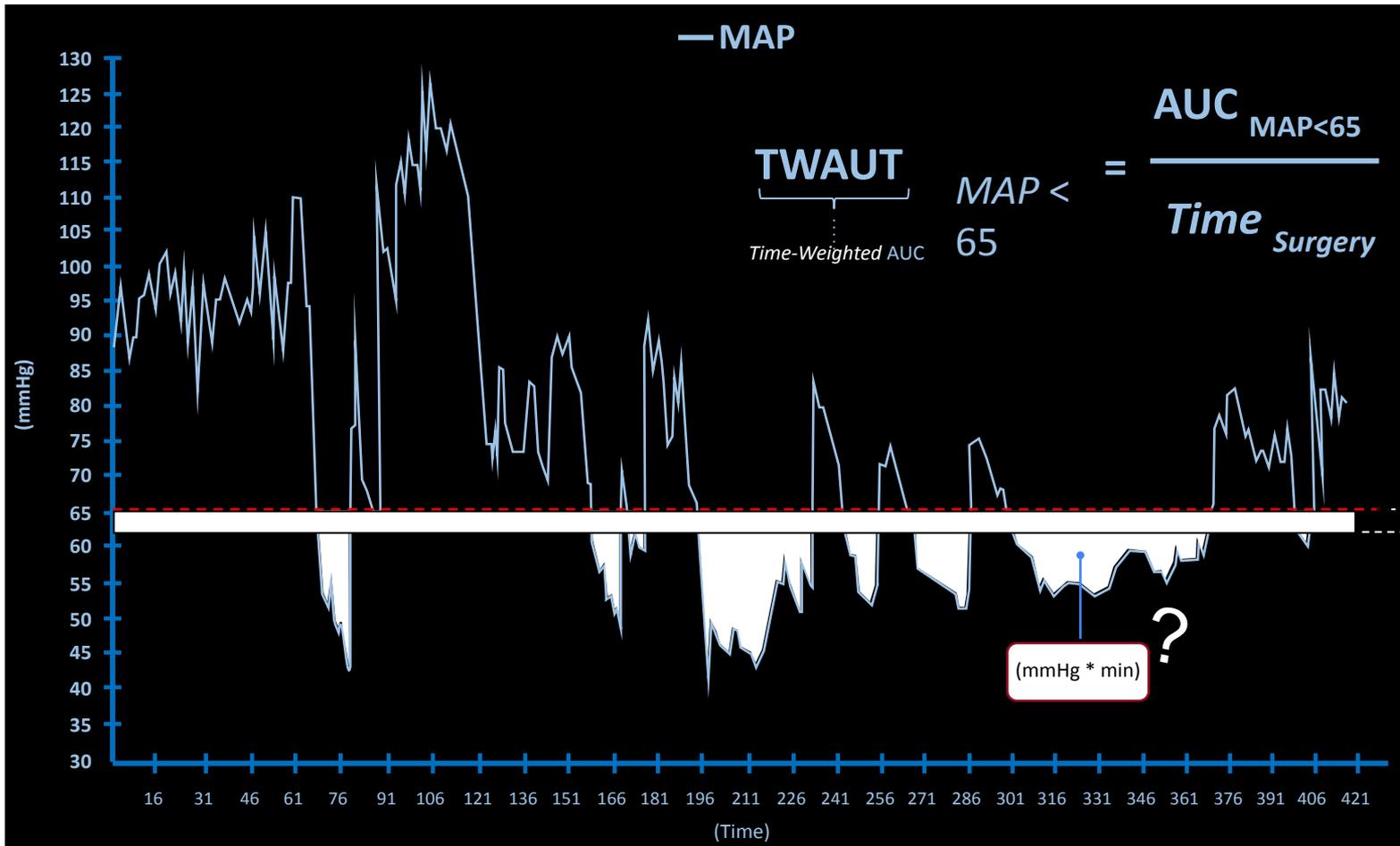


Duración



Frecuencia

TWAUT-MAP



Visualize

TWA
UT

(mmHg) !



Compare

SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continuada
Valencia 17 de Septiembre 2024

MANEJO DE HIPOTENSIÓN

| | Fluidos | Inotropos | Vasopresores |
|---------------------|---|--|--|
| Hipovolemia | Apropiado | Efecto transitorio. Puede reducir perfusión tisular | Efecto transitorio. Puede reducir perfusión tisular |
| Disfunción cardiaca | Puede aumentar la disfunción cardiaca | Apropiado | Puede aumentar la disfunción cardiaca |
| Vasodilatación | Efecto transitorio. Riesgo de sobrecarga hídrica | Efecto mínimo | Apropiado |

SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continuada
Valencia 17 de Septiembre 2024

MANEJO DE HIPOTENSIÓN

La falta de una
aproximación
estandarizada



Gran variación en la
práctica clínica y en
el desenlace de los
pacientes quirúrgicos

Esta inconsistencia de procesos contribuye a la aparición de complicaciones **prevenibles** y costos **evitables**

SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continuada
Valencia 17 de Septiembre 2024

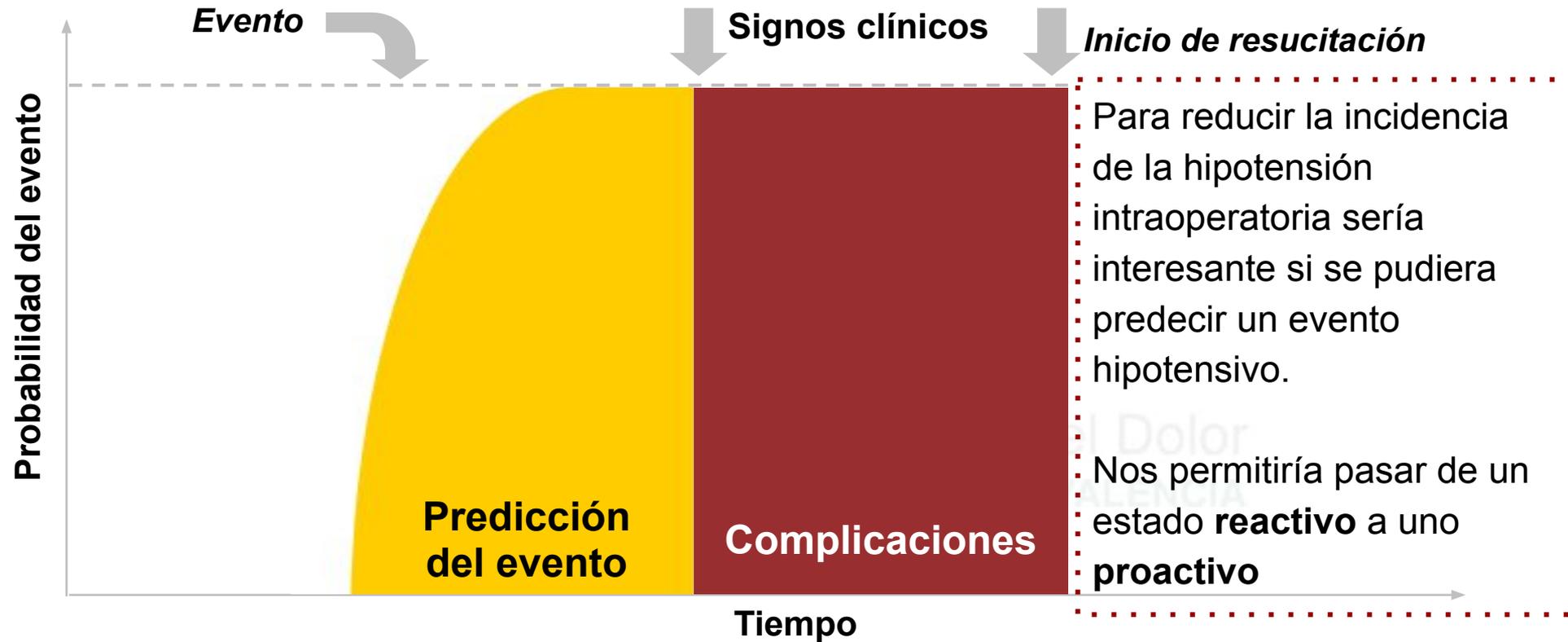
¿Cómo prevenir la hipotensión intraoperatoria?



¿Qué pasaría si pudiéramos predecir que se va a producir hipotensión?

**SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continuada
Valencia 17 de Septiembre 2024**

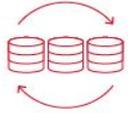
Hypotension Prediction Index



SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continuada
Valencia 17 de Septiembre 2024

Algoritmo de software Acumen HPI

Eventos pasados



Machine learning basado en la forma de onda de la presión arterial a partir de una base de datos

200,000 eventos hipotensivos y no hipotensivos* en más de 130 millones de ciclos cardíacos.



Algoritmo con 23 características predictivas que detectan inestabilidad temprana.

Entrada de info



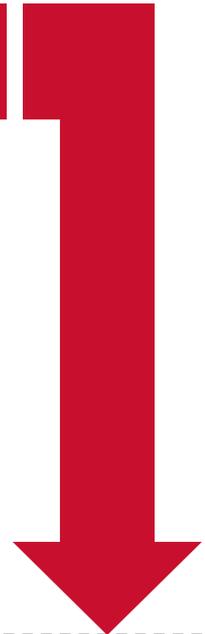
Forma de onda arterial periférica del paciente.



Respuesta predictiva



Valor de HPI



SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continuada
Valencia 17 de Septiembre 2024

Software se compone de tres elementos

Parámetro HPI

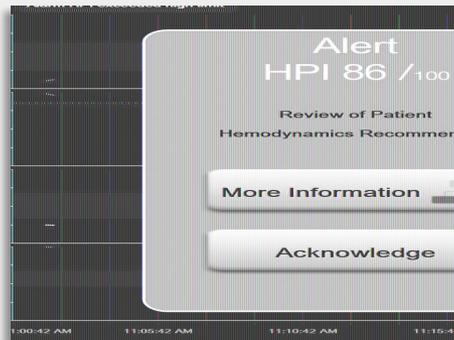
Valor del índice que varía de 0 a 100

Con valores más altos indicando una mayor probabilidad de que ocurra un evento hipotensivo.



Alerta de HPI

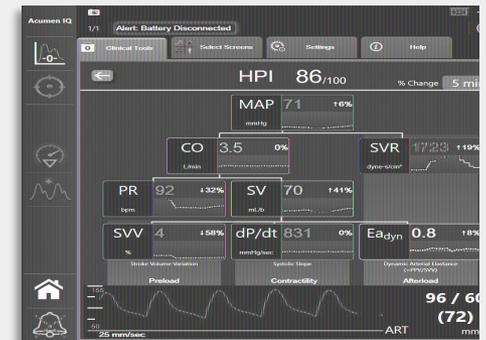
La alerta aparece si el HPI > 85 en 2 lecturas consecutivas de 20 segundos o alcanza 100, lo que te solicita revisar la pantalla secundaria.



Pantalla secundaria

Visualmente vincula los parámetros de presión y flujo

Parámetros avanzados hemodinámicos que permiten investigar e identificar la causa raíz de los eventos hipotensivos potenciales.



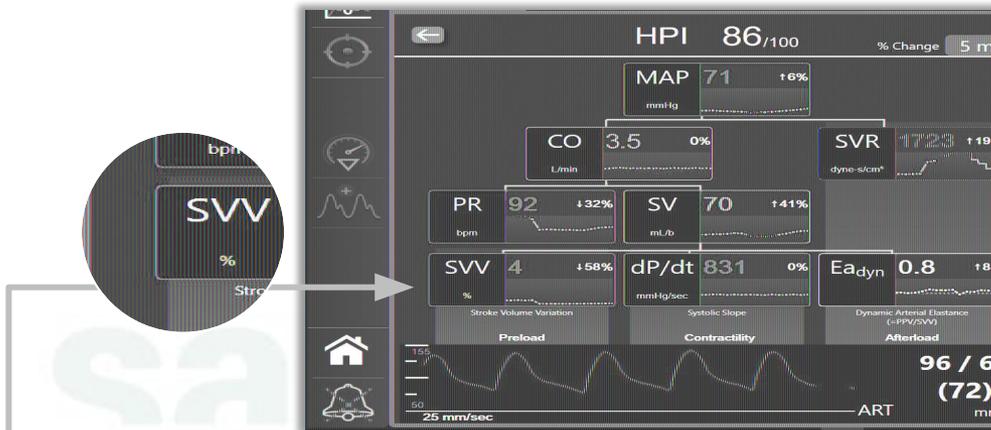
SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua
Valencia 17 de Septiembre 2024

Pantalla secundaria



SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continuada
Valencia 17 de Septiembre 2024

Pantalla secundaria



Precarga

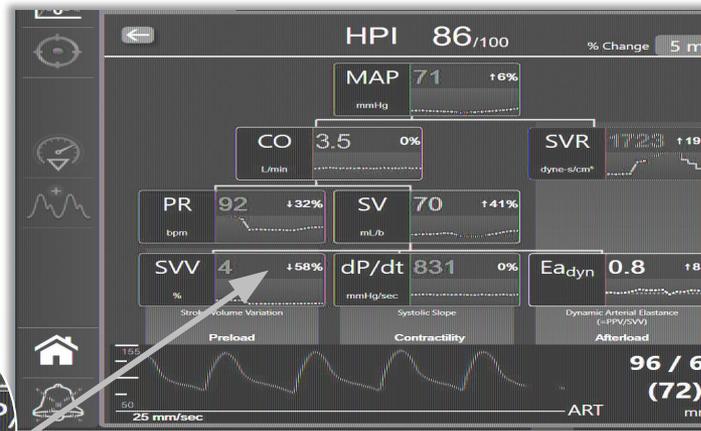
Variación del volumen Sistólico

La diferencia porcentual entre el volumen de eyección (SV) mínimo y máximo durante un ciclo respiratorio

- Indicador de la respuesta a fluidos (>12%)
- Limitaciones:
 - Arritmias
 - Ventilación con bajo VT (<8 ml/kg)
 - Cirugía abdominal abierta

**SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continuada
Valencia 17 de Septiembre 2024**

Pantalla secundaria



Contractibilidad

dP/dt Pendiente sistólica

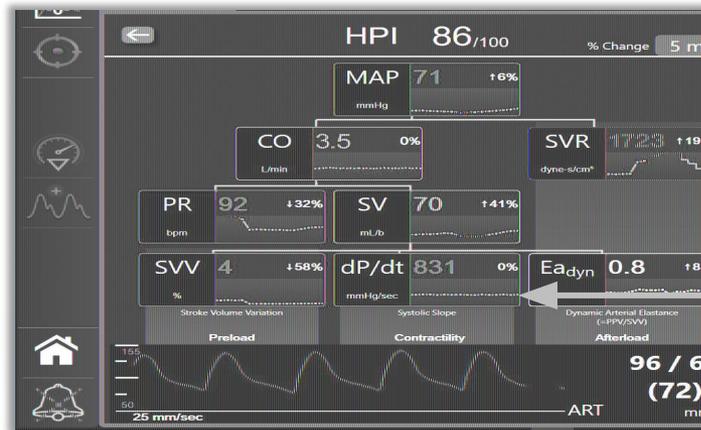
Pendiente máxima ascendente de la forma de onda de presión arterial desde una arteria periférica.

- Medida de la **contractilidad ventricular**.
- Evalúa la fase de contracción isovolumétrica del ventrículo izquierdo.
- Teóricamente es independiente de precarga
- Pierde valor en pacientes con estenosis aórtica

SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continuada
Valencia 17 de Septiembre 2024

Pantalla secundaria

$$Ea_{dyn} = VPP/VVS$$



Postcarga

Ea_{dyn}
Elastancia arterial
dinámica

- Relación entre la variación de presión arterial sistólica (VPP) y la variación del volumen sistólico (VVS).
- Ea_{dyn} >1 sugiere una buena capacidad de adaptación de los vasos arteriales.
- Ea_{dyn} <0,9 la carga de líquido no elevará la presión arterial
- Teóricamente es independiente de precarga

Una medida de la poscarga del ventrículo izquierdo proporcionada por el sistema arterial, en relación con la elastancia del ventrículo izquierdo.

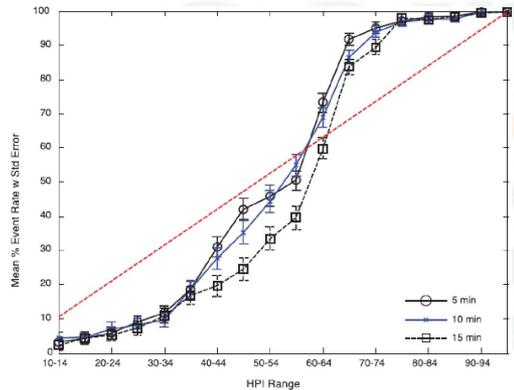
SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continuada
Valencia 17 de Septiembre 2024

Precisión de HPI (validación interna)

ANESTHESIOLOGY

Machine-learning Algorithm to Predict Hypotension Based on High-fidelity Arterial Pressure Waveform Analysis

Feras Hatib, Ph.D., Zhongping Jian, Ph.D., Sai Buddi, Ph.D., Christine Lee, M.S., Jos Settels, M.S., Karen Sibert, M.D., F.A.S.A., Joseph Rinehart, M.D., Maxime Cannesson, M.D., Ph.D.



(ANESTHESIOLOGY 2018; 129:663-74)

- HPI predijo un evento hipotensivo 15 minutos antes con una alta sensibilidad (88%) y especificidad (87%).

SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continuada
Valencia 17 de Septiembre 2024

Precisión de HPI (validación externa)

Ability of an Arterial Waveform Analysis–Derived Hypotension Prediction Index to Predict Future Hypotensive Events in Surgical Patients

Simon James Davies, MD, PhD,* Simon Tilma Vistisen, PhD,† Zhongping Jian, PhD,‡ Feras Hatib, PhD,‡ and Thomas W. L. Scheeren, PhD§

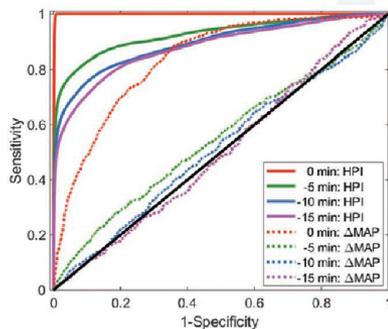


Figure 1. Receiver operating characteristic curves for the HPI and Δ MAP over the previous 3 min for predicting hypotension at the time of event (0 min) and 5, 10, and 15 min before its occurrence. HPI indicates Hypotension Prediction Index; Δ MAP change in mean arterial pressure.

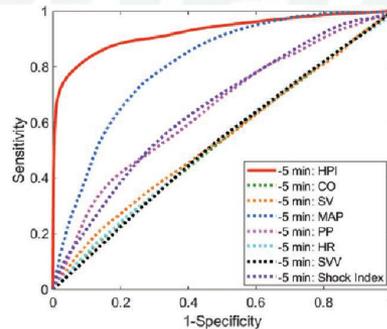


Figure 2. Receiver operating characteristic curves for HPI, CO, SV, MAP, PP, HR, SVV, and the shock Index for prediction hypotension 5 min before the event. CO indicates cardiac output; HPI, Hypotension Prediction Index; HR, heart rate; MAP, mean arterial pressure; PP, pulse pressure; SV, stroke volume; SVV, stroke volume variation.

- HPI predijo un evento hipotensivo 15 minutos antes con una alta sensibilidad (88%) y especificidad (87%).
- Predijo un evento hipotensivo 5 minutos antes con una alta sensibilidad (86%) y especificidad (86%) (AUC 0.926).

Reducción de la Hipotensión (Giessen RCT, n =99)

Hypotension Prediction Index based protocolized haemodynamic management reduces the incidence and duration of intraoperative hypotension in primary total hip arthroplasty: a single centre feasibility randomised blinded prospective interventional trial

Emmanuel Schneck¹ · Dagmar Schulte¹ · Lukas Habig¹ · Sophie Ruhmann¹ · Fabian Edinger¹ · Melanie Markmann¹ · Marit Habicher¹ · Markus Rickert² · Christian Koch¹ · Michael Sander¹

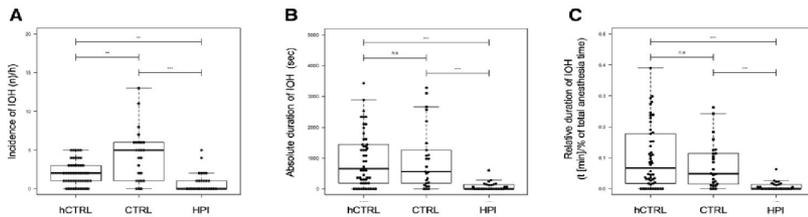


Fig. 3 Graphs demonstrating the incidence (a), absolute (b) and relative duration (c) of hypotensive events in the three study cohorts. Significant differences between the study groups are symbolized by ** $p < 0.01$ and *** $p < 0.001$

Journal of Clinical Monitoring and Computing (2019)

- HPI predijo un evento hipotensivo 15 minutos antes con una alta sensibilidad (88%) y especificidad (87%).
- Predijo un evento hipotensivo 5 minutos antes con una alta sensibilidad (86%) y especificidad (86%) (AUC 0.926).
- El IPH, combinado con un tratamiento protocolizado, fue capaz de reducir la incidencia y duración de los eventos hipotensivos

Reducción de hipotensión (HYPE RCT, n =60)

JAMA | Preliminary Communication | CARING FOR THE CRITICALLY ILL PATIENT

Effect of a Machine Learning–Derived Early Warning System for Intraoperative Hypotension vs Standard Care on Depth and Duration of Intraoperative Hypotension During Elective Noncardiac Surgery
The HYPE Randomized Clinical Trial

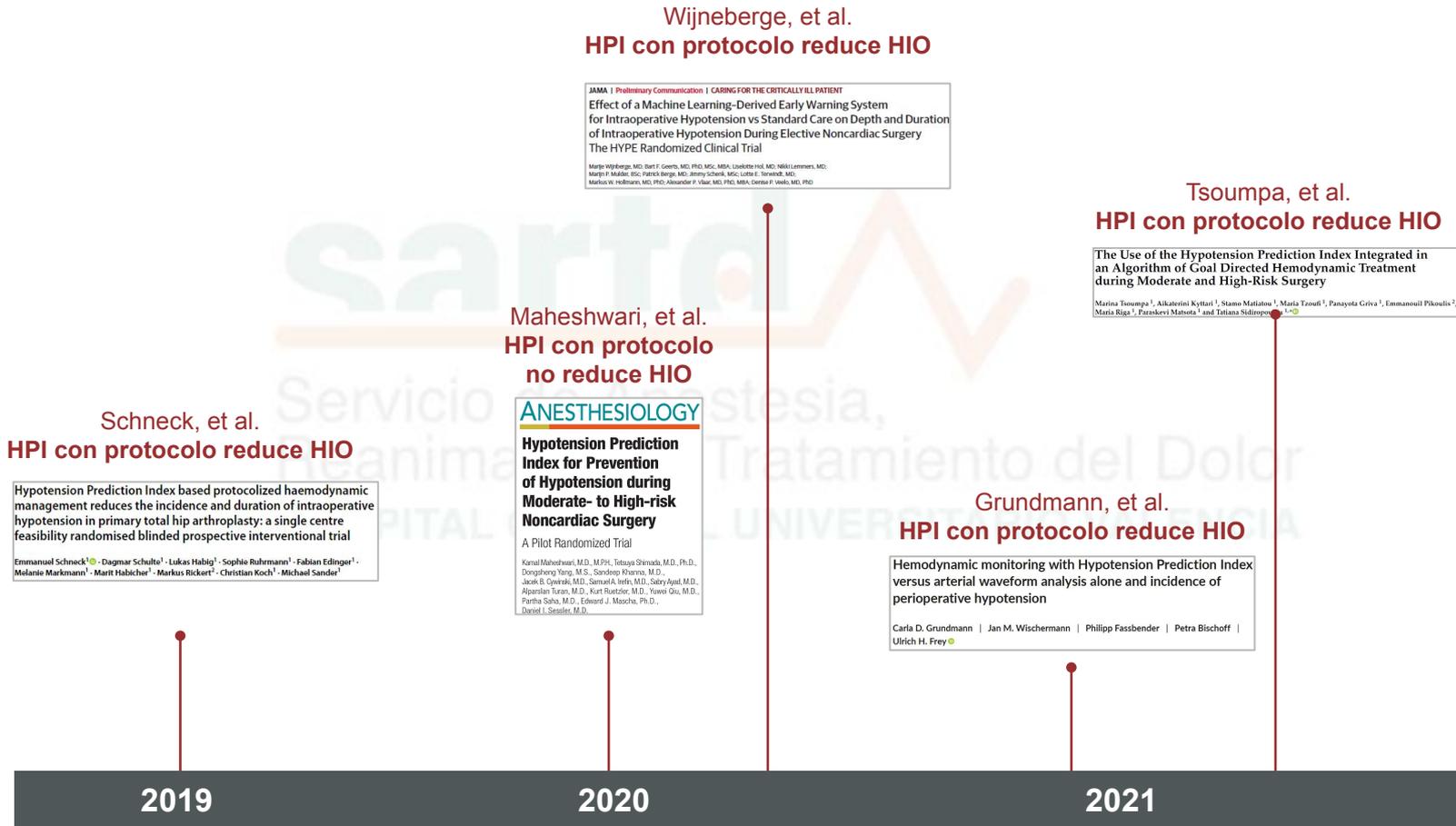
Table 2. Primary and Secondary End Points

| | Median (Interquartile Range) ^a | | Median Difference (95% CI) ^b | P Value ^c |
|--|---|-------------------------|---|----------------------|
| | Intervention (n = 31) | Control (n = 29) | | |
| Primary End Point | | | | |
| Time-weighted average of hypotension, mm Hg | 0.10 (0.01-0.43) | 0.44 (0.23-0.72) | 0.38 (0.14 to 0.43) | .001 |
| Secondary End Points | | | | |
| Hypotension | | | | |
| Area under the threshold, mm Hg/min ^d | 20.0 (2.2-148.3) | 142.2 (64.67-258.92) | 74.0 (33.0 to 137.7) | .002 |
| Incidence | 3.0 (1.0-8.0) | 8.0 (3.5-12.0) | 4.0 (1.0 to 7.0) | .004 |
| Total time, min | 8.0 (1.3-26.0) | 32.7 (11.5-59.7) | 16.7 (7.7 to 31.0) | .001 |
| Surgery time, % | 2.8 (0.8-6.6) | 10.3 (4.6-15.6) | 5.6 (3.0 to 9.4) | <.001 |
| Hypertension | | | | |
| Time-weighted average, mm Hg | 0.09 (0.00-0.21) | 0.05 (0.00-0.13) | 0.00 (-0.85 to 0.17) | .47 |
| Area above the threshold, mm Hg/min ^d | 33.3 (0.0-88.0) | 13.3 (0.0-44.3) | -3.5 (-29.0 to 5.5) | .40 |
| Incidence | 2.0 (0.0-3.0) | 1.0 (0.0-2.0) | 0.0 (-1.0 to 0.0) | .23 |
| Total time, min | 4.0 (0.0-10.7) | 3.0 (0.0-6.8) | -0.7 (-4.3 to 0.7) | .40 |
| Surgery time, % | 1.5 (0.0-3.3) | 0.9 (0.0-1.9) | -0.2 (-1.4 to 0.3) | .40 |
| Treatment behavior | | | | |
| Reaction time, s ^e | 53.0 (24.0-99.0) | 87.3 (53.0-172.5) | 34.3 (22.8 to 47.3) | <.001 |

- HPI predijo un evento hipotensivo 15 minutos antes con una alta sensibilidad (88%) y especificidad (87%).
- Predijo un evento hipotensivo 5 minutos antes con una alta sensibilidad (86%) y especificidad (86%) (AUC 0.926).
- El IPH, combinado con un tratamiento protocolizado, fue capaz de reducir la incidencia y duración de los eventos hipotensivos
- El uso del HPI en comparación con la atención estándar resultó en una reducción de la hipotensión.

SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continuada
Valencia 17 de Septiembre 2024

Estudios de HPI



Estudios de HPI

Solares, et al.

HPI reduce complicaciones y tiempo de ingreso

Real-world outcomes of the hypotension prediction index in the management of intraoperative hypotension during non-cardiac surgery: a retrospective clinical study

Gumersindo Javier Solares, Daniel Garcia, Manuel Ignacio Monge Garcia, Carlos Crespo, Jose Luis Rabago, Francisco Iglesias, Eduardo Larraz, Idoia Zubizarreta, Jose Manuel Rabanal

Murabito, et al.

HPI con protocolo reduce HIO y biomarcadores

Proactive Management of Intraoperative Hypotension Reduces Biomarkers of Organ Injury and Oxidative Stress during Elective Non-Cardiac Surgery: A Pilot Randomized Controlled Trial

Paolo Murabito ^{1,*,} Mariella Astuto ^{1,} Filippo Sanfilippo ^{1,†} Luigi La Via ^{1,†} Francesco Vassile ^{1,} Francesco Bastie ^{1,} Alessandro Cappellani ^{1,} Lucia Longhitano ^{2,} Alfio Di Stefano ² and Giovanni Li Voti ^{2,†,*}

Enevoldsen, J., et al.

Parte de la capacidad predictiva del HPI se podría deber a un sesgo
Selection bias in the hypotension prediction index

Johannes Enevoldsen, M.D.; Henrik L. Hovgaard, M.D.; Simon T. Vistisen, M.Sc., Ph.D.

Simon, et al.

La utilidad del HPI para predecir futuros eventos hipotensivos es alta

Comparison of Differences in Cohort (Forward) and Case Control (Backward) Methodologic Approaches for Validation of the Hypotension Prediction Index

Simon J Davies ^{1,} Daniel I Sessler ^{2,} Zhongping Jian ^{3,} Neal W Fleming

Mohammadi I, et al.

HPI presenta una excelente capacidad para predecir episodios de hipotensión y reducir su incidencia

Predictive ability of hypotension prediction index and machine learning methods in intraoperative hypotension: a systematic review and meta-analysis

Ida Mohammadi ^{1,} Shahryar Rajai Firouzabadi ^{1,} Melika Hosseinpour ^{1,} Mohammadhosein Akhlaghpasand ²

Marjin, et al.

HPI presenta resultados similares a alarma en la TAM

Hypotension Prediction Index Is Equally Effective in Predicting Intraoperative Hypotension during Noncardiac Surgery Compared to a Mean Arterial Pressure Threshold: A Prospective Observational Study

Marijn P Mulder ^{1,} Mirjam Harmannij-Markusse ^{2,} Libera Fresiello ^{1,} Dirk W Donker ^{3,} Jan-Willem Potters ^{4a1}

2022

2023

2024

SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continuada
Valencia 17 de Septiembre 2024

2024

Review > [J Clin Monit Comput. 2024 Jul 24. doi: 10.1007/s10877-024-01202-w.](#)

Online ahead of print.

Beyond the debut: unpacking six years of Hypotension Prediction Index software in intraoperative hypotension prevention – a systematic review and meta-analysis

Si bien la **combinación** del software **HPI con protocolos** de tratamiento personalizados **puede prevenir la hipotensión intraoperatoria**, la gran heterogeneidad entre los estudios y la falta de datos confiables sobre su importancia clínica requieren más investigaciones.

SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continuada
Valencia 17 de Septiembre 2024

ESTUDIO HYT

ENSAYO DE OPTIMIZACIÓN HEMODINÁMICA GUIADA POR EL ÍNDICE DE PREDICCIÓN DE HIPOTENSIÓN PARA REDUCIR LA INSUFICIENCIA RENAL POSTOPERATORIA (HYT)

ENSAYO ABIERTO, MULTICÉNTRICO, CONTROLADO Y ALEATORIZADO DE LA OPTIMIZACIÓN HEMODINÁMICA BASADA EN EL ÍNDICE DE PREDICCIÓN DE HIPOTENSIÓN (HPI) EN COMPARACIÓN CON LA PRÁCTICA HABITUAL EN PACIENTES SOMETIDOS A CIRUGÍA ABDOMINAL MAYOR ELECTIVA.



SEDAR

Sociedad Española de Anestesiología, Reanimación y Terapéutica del Dolor

ESTUDIO HYT



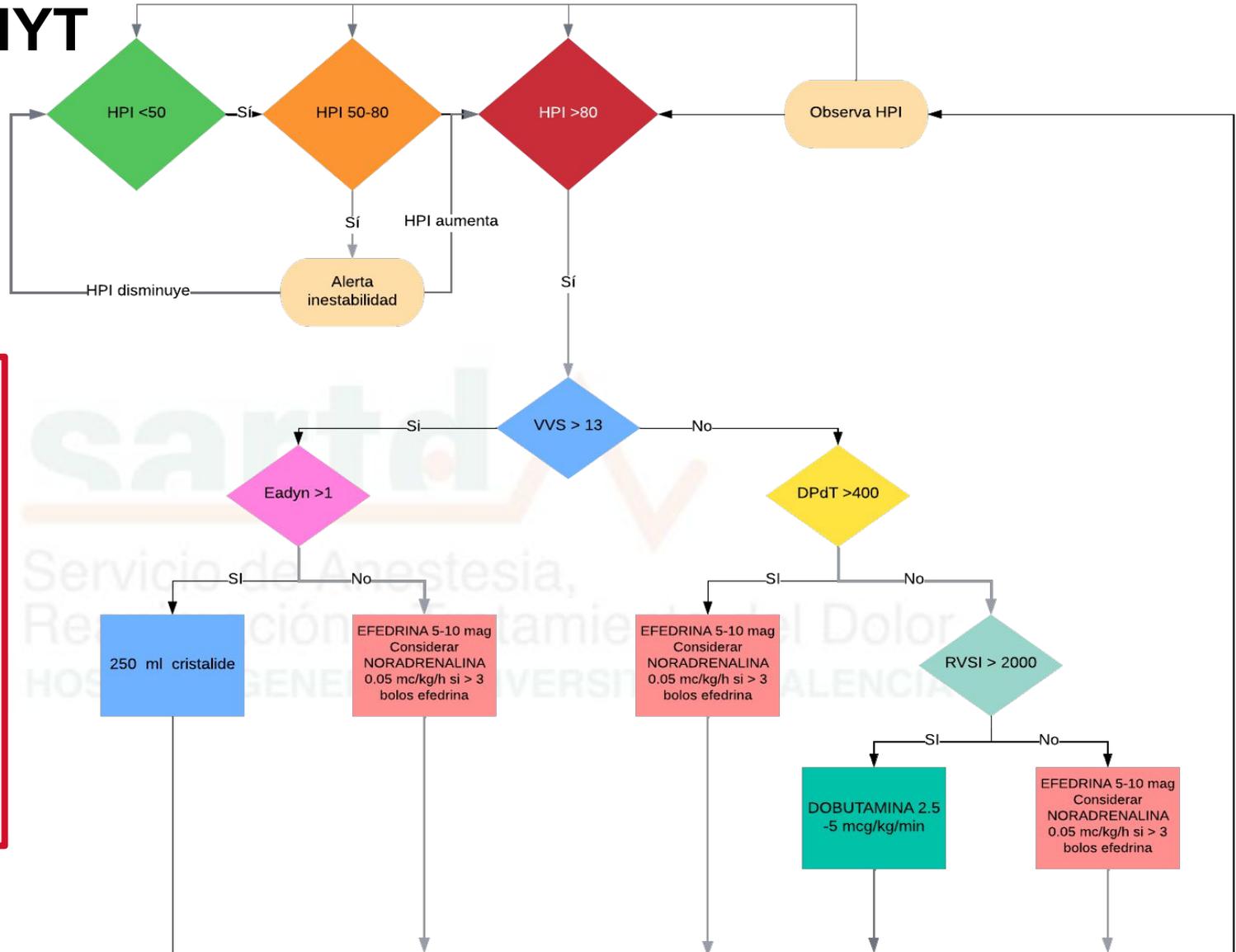
- Ensayo clínico a **nivel nacional**
- **Controlado, aleatorizado, multicéntrico**
- **Objetivo:** Establecer si manejo hemodinámico guiado por HPI en pacientes que se someten a una cirugía mayor abdominal electiva **permite reducir la incidencia de IRA moderada-grave postoperatoria** en los 30 días posteriores a la intervención quirúrgica.
- **Población:** Pacientes de ambos sexos, de edad > 65 años y/o estado físico ASA III o IV, sometidos a una cirugía electiva abdominal mayor
- **Duración:** reclutamiento y el seguimiento de los mismos hasta la finalización del análisis de los resultados obtenidos es de 19 meses

ALGORITMO BASADO EN HPI VS CUALQUIER ABORDAJE



SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continuada
Valencia 17 de Septiembre 2024

ESTUDIO HYT

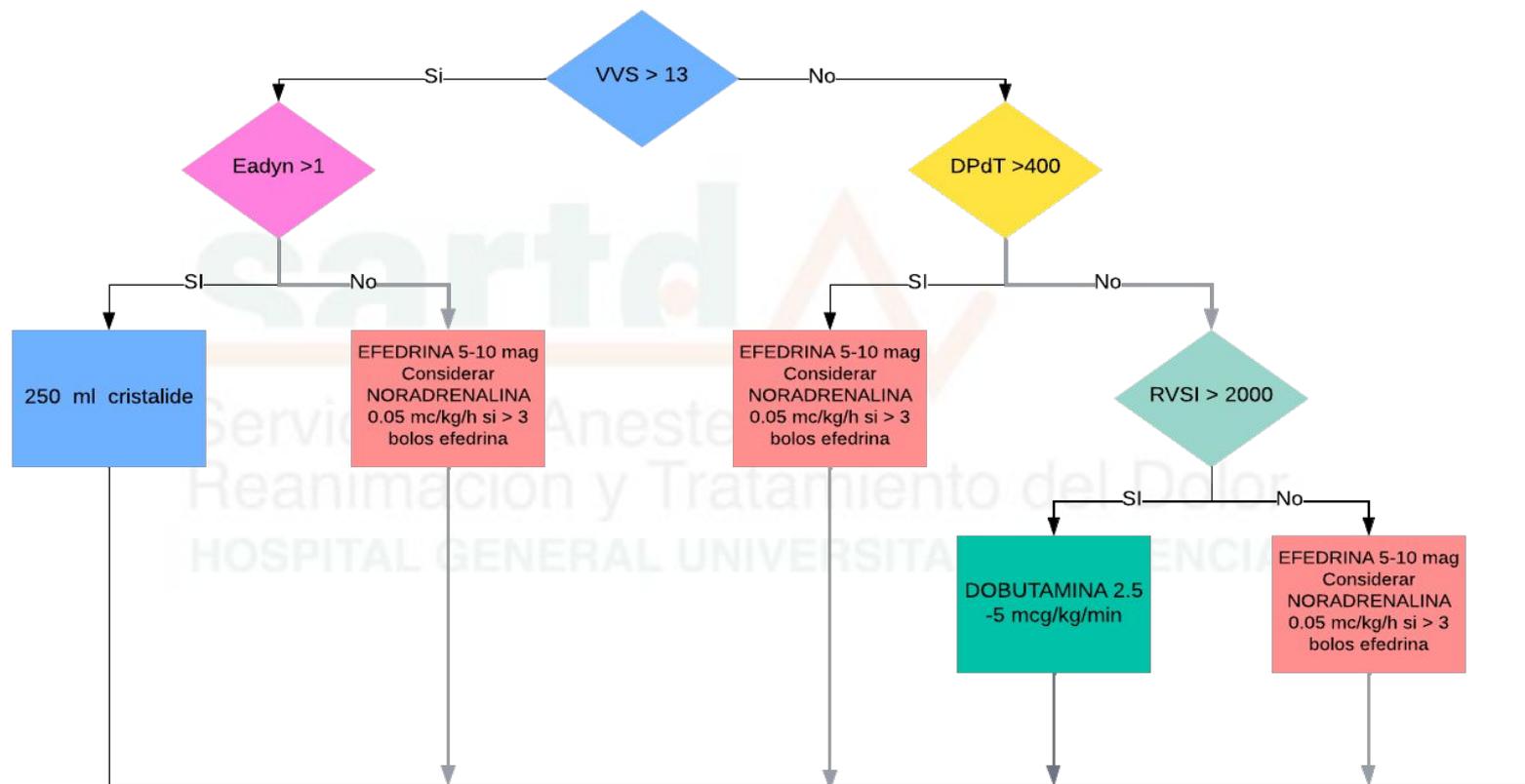


Manejo hemodinámico guiado por HPI para la administración protocolizada de fluidos intravenosos y fármacos vasoactivos

SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continuada
Valencia 17 de Septiembre 2024

ALGORITMO HYT

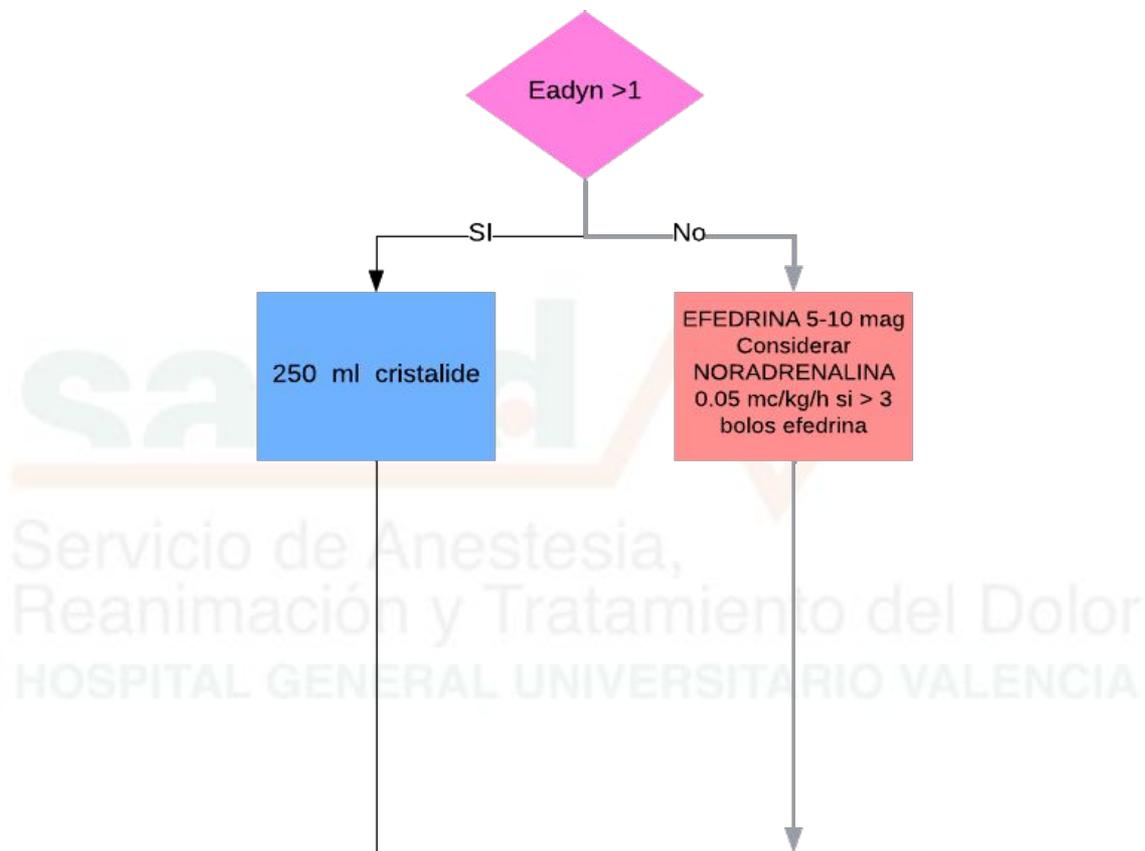
Si HPI >80



SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua
Valencia 17 de Septiembre 2024

ALGORITMO HYT

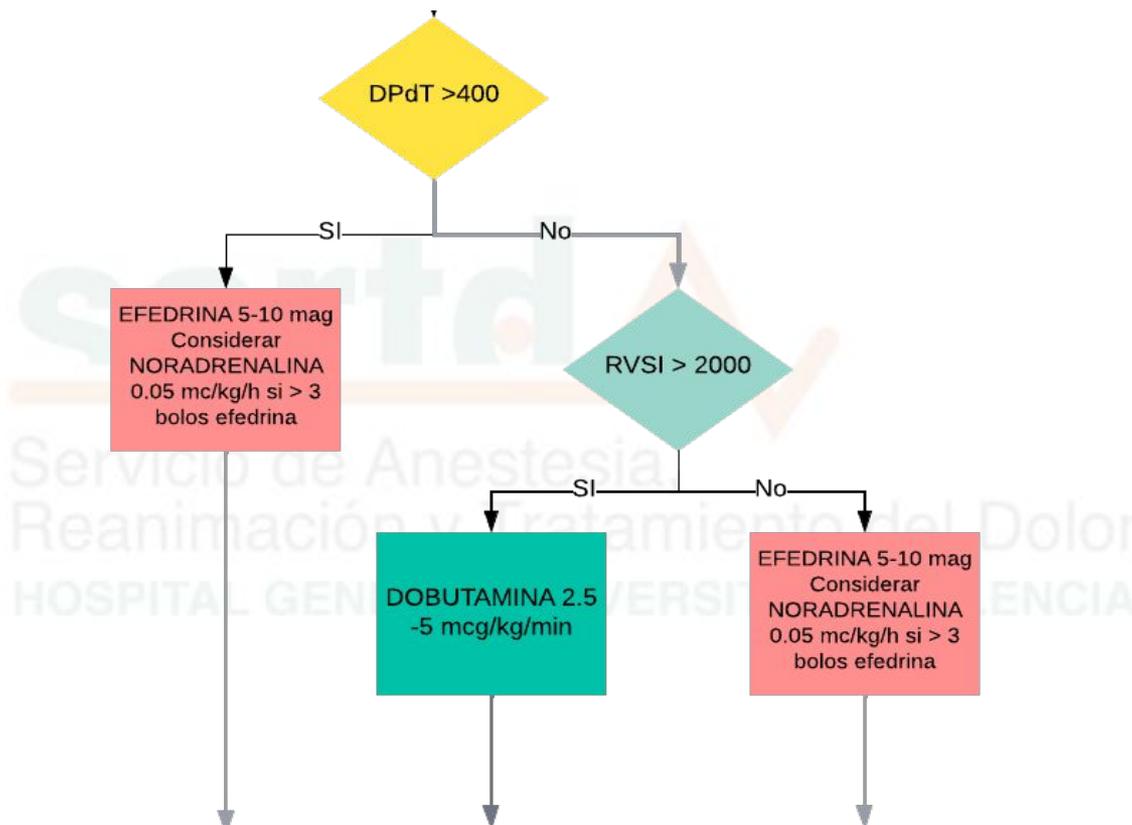
Si VVS > 13



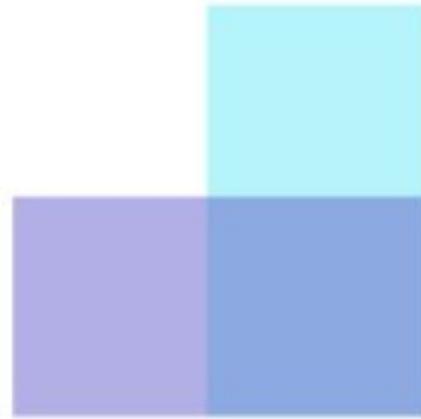
SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continuada
Valencia 17 de Septiembre 2024

ALGORITMO HYT

Si VVS \leq 13



SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continuada
Valencia 17 de Septiembre 2024



HYT

**WORK
— IN —
PROGRESS**



**SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continuada
Valencia 17 de Septiembre 2024**





NUESTROS DATOS

NUESTROS DATOS



GRUPO CASOS 2021

- 59 PACIENTES
- GRUPO HETEROGÉNEO
- FLOTRAC
- SIN ALGORITMO DE TRATAMIENTO



GRUPO CASOS HYT 2023-2024

- 19 PACIENTES
- GRUPO HOMOGÉNEO
- HPI
- ALGORITMO DE TRATAMIENTO

SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continuada
Valencia 17 de Septiembre 2024

GRUPO CASOS 2021

Media \pm std [25th median 75th]



Número de pacientes: **59**

Estadísticas Resumidas

| | | | | | | |
|----------------------------------|--|----------------------------------|-----------------|-------------|-----------------------|--|
| Demografía | Género | 30M, 29H | | | | |
| | Edad | 64 \pm 12 años | | | | |
| | Peso | 76 \pm 21 kg | | | | |
| | Altura | 164 \pm 12 cm | | | | |
| Tiempo de monitoreo por paciente | 224 \pm 93 [159 215 262] minutes | | | ~3.5 hours | | |
| Severidad | Número de pacientes con PAM < 50 mmHg | 22 out of 59 (or 37.3%) | | | | |
| | Porcentaje de tiempo con PAM < 50 mmHg | 0.9 % (2 min per patient) | | | | |
| | Número de pacientes con hipotensión | 53 de 59 pacientes (or 89.8%) | | | | |
| | Duración total de eventos hipotensivos por paciente | 319 | | | | |
| Frecuencia | Promedio de eventos hipotensivos por paciente | 5 \pm 6 | [1 4 9] | | | |
| | Promedio de eventos hipotensivos por paciente | 5 \pm 6 | [2 4 6] minutes | | | |
| Duración | Duración total de eventos hipotensivos por paciente | 29 \pm 45.2 11.9 \pm 14.1 | [3.5 1.9 | 12.3 7.3 | 40.2] minutes 18]% | |
| | Área de PAM < 65 mmHg (AUT) por paciente | 194.7 \pm 315.6 | [19.9 | 67.9 | 245] mmHg*min | |
| | Promedio ponderado en el tiempo del área bajo PAM < 65 mmHg por paciente | 0.81 \pm 1.13 | [0.08 | 0.36 | 1.03] mmHg | |

SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continuada
Valencia 17 de Septiembre 2024

GRUPO HYT



HYT GENERAL

Hypotension statistics

| | |
|--|---|
| Gender | 57.89 % (male), 42.11 % (female) |
| Age | 71.26 ± 11.68 |
| Weight | 74.11 ± 15.17 kg, 163.42 ± 33.51 lbs |
| Height | 163.32 ± 6.32 cm, 64.37 ± 2.5 in |
| Total monitoring time of the cohort | 4478 minute(s) |
| Monitoring time per patient | 235.68 ± 112.61 [177.58, 219, 266] minute(s) |
| Number of patients with hypotension | 14 of 19 73.68% |
| Total number of hypotensive events in dataset | 42 event(s) |
| Frecuencia | Average number of hypotensive events per patient 2.21 ± 1.96 [0.25, 2, 3.75] event(s) |
| Duración | Average duration of each hypotensive event 2.99 ± 2.11 [1.33, 2, 4] minute(s) |
| | Total duration of hypotension in cohort 125.66 minute(s) |
| | Mean MAP under 65mmHg per patient 60.97 ± 2.41 [59.41, 61.4, 62.81] mmHg |
| | Area under 65mmHg for MAP per patient (AUT) 33.95 ± 35.1 [1.84, 18.33, 66.75] mmHg x minute(s) |
| | TWA of AUT (MAP < 65mmHg) per patient 0.16 ± 0.17 [0.01, 0.1, 0.28] mmHg |
| % of patients that experience an event under 50mmHG | 2 of 19 10.53% |
| Severidad | Total number of events when a patient is under 50mmHG 2 event(s) |
| | Lowest MAP among all patients 41 mmHg |



SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continuada
Valencia 17 de Septiembre 2024



Grupo 2021
Número de
pacientes: **59**

HYT 2023
Número de
pacientes: **19**



Frequency

Tiempo de monitorización
3.7 horas

Tiempo de monitorización
3.9 horas

% de pacientes con hipotensión
89.8%

% de pacientes con hipotensión
73.68%



Duration

Promedio de duración del evento
hipotensivo
12.3 min

Promedio de duración del evento
hipotensivo
2 min



Severity

AUT PAM < 65 mmHg
67.9 mmHg*min

AUT PAM < 65 mmHg
18.3 mmHg*min

TWA MAP < 65 mmHg
0.36 mmHg

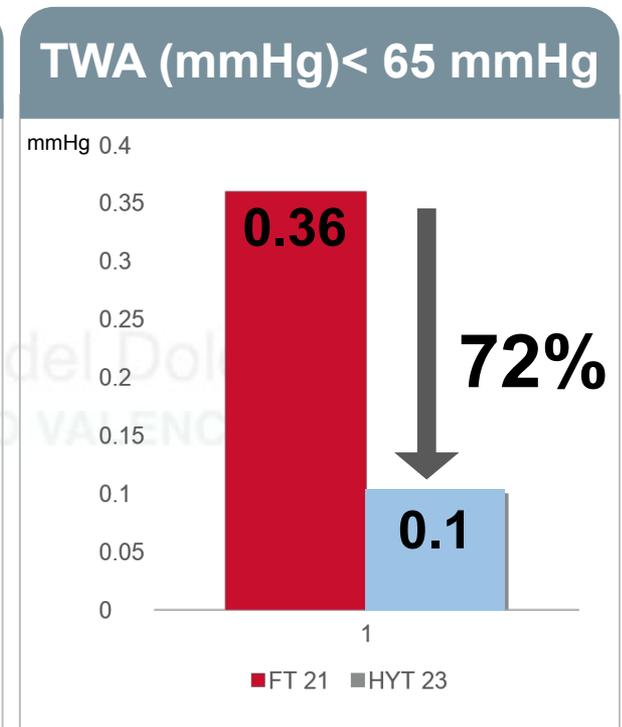
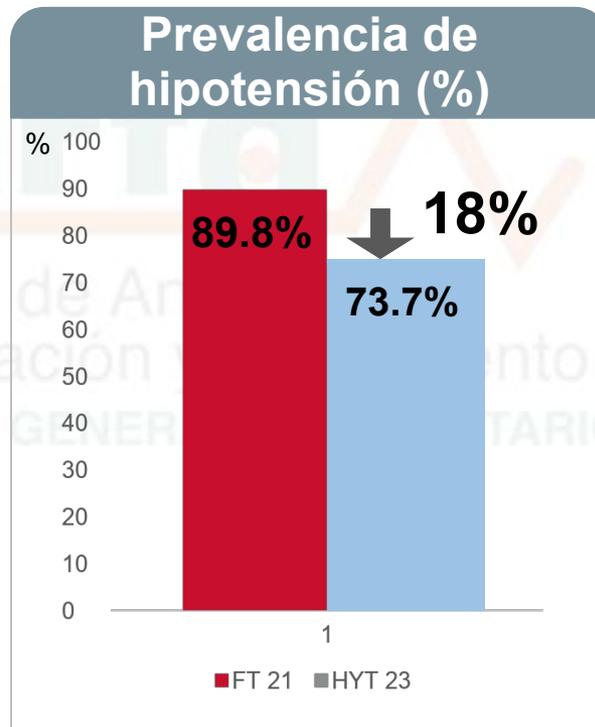
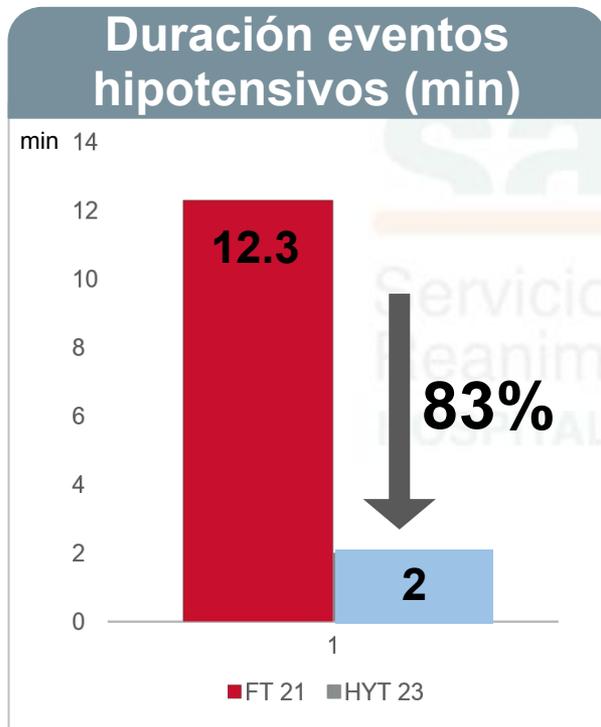
TWA MAP < 65 mmHg
0.1 mmHg

SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continuada
Valencia 17 de Septiembre 2024

NUESTROS DATOS



Reducción de hipotensión PAM < 65 mmHg



SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continuada
Valencia 17 de Septiembre 2024

CASOS SELECCIONADOS

Servicio de Anestesia,
Reanimación y Tratamiento del Dolor
HOSPITAL GENERAL UNIVERSITARIO VALENCIA

**SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continuada
Valencia 17 de Septiembre 2024**

EJEMPLO 1

- Fluidoterapia
- Vasopresores



Un evento hipotensivo se define como una PAM <65 mmHg durante al menos un minuto.

**SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continuada
Valencia 17 de Septiembre 2024**

EJEMPLO 2

Description

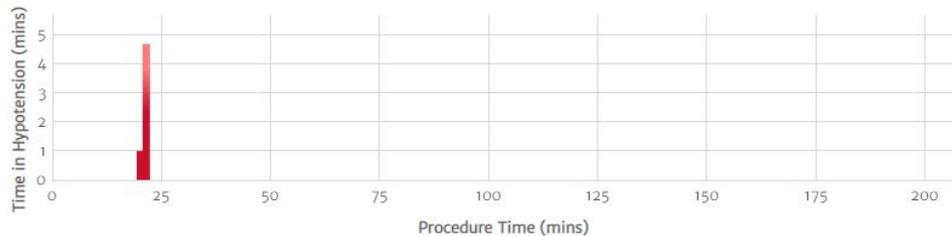
| | |
|------------|--------------------------|
| Patient ID | QHC-9148 |
| Gender | Male |
| Age | 71 |
| Weight | 120 kg / 265 lbs |
| Height | 168 cm / 66 in |
| BSA | 2.26 m ² |
| Start | Jan 03, 2023, 9:43:07 AM |
| End | Jan 03, 2023, 1:00:27 PM |

Hypotension Statistics

| | |
|--|--|
| Monitoring time per patient | 179.33 minute(s) |
| Total number of hypotensive events in dataset | 2 event(s) |
| Total duration of hypotensive events per patient | 5.67 minute(s) |
| Average duration of each hypotensive event | \bar{x} 2.83 \pm 2.59 [1, 2.83, 4.67] minute(s) |
| Mean MAP under 65mmHg per patient | 61.94 mmHg |
| Area under 65mmHg for MAP per patient (AUT) | 18.33 mmHg x minute(s) |
| Time Weighted Average of Area Under Threshold (MAP < 65mmHg) per patient | 0.1 mmHg |
| Total number of events when a patient is under 50mmHG | 0 event(s) |

3 HORAS DE INTERVENCIÓN

Total Number of Hypotensive Events in Cohort



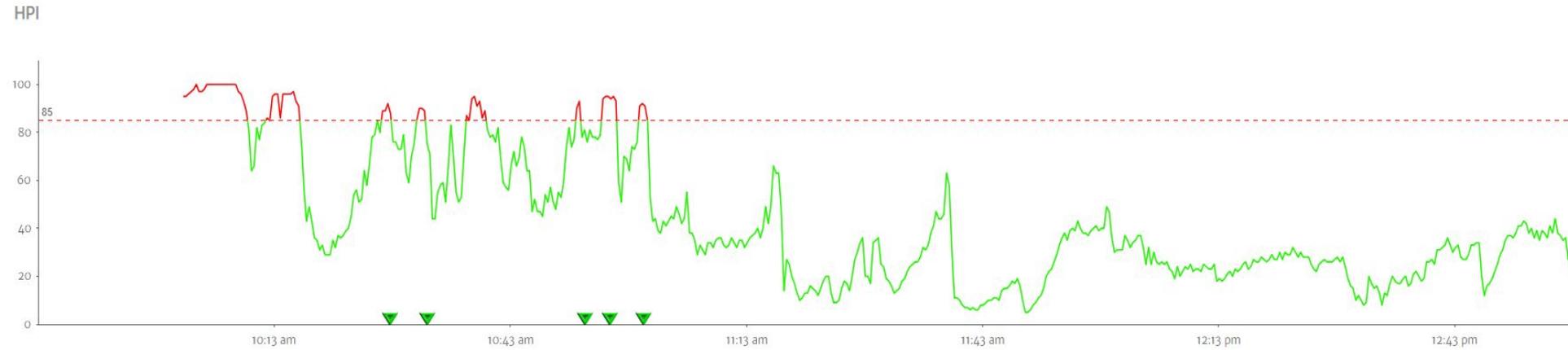
Time in Hypotension During Procedure



Centro del Dolor
HOSPITALARIO VALENCIA

Intervención Continuada
Enero 2024

EJEMPLO 2



**SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continuada
Valencia 17 de Septiembre 2024**

CONCLUSIONES

1. La **hipotensión intraoperatoria** es una de las causas más importantes de morbimortalidad postoperatoria
2. La monitorización hemodinámica avanzada con un **protocolo de actuación** puede **reducir** la **duración**, la **frecuencia** y la **gravedad** de los eventos hipotensivos.
3. Si podemos predecir la hipotensión, podemos actuar de manera **proactiva** reduciendo la incidencia y con ello las potenciales complicaciones derivadas.
4. Parece que la tecnología HemoSphere-**HPI** puede ayudar a prevenir los eventos hipotensivos, pero se requieren estudios prospectivos bien estructurados para dilucidar qué grupos poblacionales son potencialmente beneficiarios.
5. **Estudio HYT** es un ensayo clínico, multicéntrico, prospectivo y aleatorizado; con una población homogénea que nos ayudará a responder a estas cuestiones.

SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continuada
Valencia 17 de Septiembre 2024

BIBLIOGRAFÍA

- Mulder, M. P., Harmannij-Markusse, M., Fresiello, L., Donker, D. W., & Potters, J.-W. (2024). Hypotension Prediction Index Is Equally Effective in Predicting Intraoperative Hypotension during Noncardiac Surgery Compared to a Mean Arterial Pressure Threshold: A Prospective Observational Study. *Anesthesiology*, *141*(3). <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000004990>
- Pilakouta Depaskouale, M. A., Archonta, S. A., Katsaros, D. M., Paidakakos, N. A., Dimakopoulou, A. N., & Matsota, P. K. (2024). Beyond the debut: unpacking six years of Hypotension Prediction Index software in intraoperative hypotension prevention - a systematic review and meta-analysis. *Journal of Clinical Monitoring and Computing*. <https://doi.org/10.1007/S10877-024-01202-W>
- Salmasi, V., Maheshwari, K., Yang, D., Mascha, E. J., Singh, A., Sessler, D. I., & Kurz, A. (2017). Relationship between Intraoperative Hypotension, Defined by Either Reduction from Baseline or Absolute Thresholds, and Acute Kidney and Myocardial Injury after Noncardiac SurgeryA Retrospective Cohort Analysis. *Anesthesiology*, *126*(1), 47–65. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000001432>
- Wesselink, E. M., Kappen, T. H., Torn, H. M., Slooter, A. J. C., & van Klei, W. A. (2018). Intraoperative hypotension and the risk of postoperative adverse outcomes: a systematic review. *British Journal of Anaesthesia*, *121*(4), 706–721. <https://doi.org/10.1016/J.BJA.2018.04.036>
- Maheshwari, K., Shimada, T., Yang, D., Khanna, S., Cywinski, J. B., Irefer, S. A., Ayad, S., Turan, A., Ruetzler, K., Qiu, Y., Saha, P., Mascha, E. J., & Sessler, D. I. (2020). Hypotension Prediction Index for Prevention of Hypotension during Moderate- to High-risk Noncardiac SurgeryA Pilot Randomized Trial. *Anesthesiology*, *133*(6), 1214–1222. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000003557>
- Hatib, F., Jian, Z., Buddi, S., Lee, C., Settels, J., Sibert, K., Rinehart, J., & Cannesson, M. (2018). Machine-learning Algorithm to Predict Hypotension Based on High-fidelity Arterial Pressure Waveform Analysis. *Anesthesiology*, *129*(4), 663–674. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000002300>

SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continuada
Valencia 17 de Septiembre 2024

BIBLIOGRAFÍA

- Davies, S. J., Vistisen, S. T., Jian, Z., Hatib, F., & Scheeren, T. W. L. (2020). Ability of an Arterial Waveform Analysis-Derived Hypotension Prediction Index to Predict Future Hypotensive Events in Surgical Patients. *Anesthesia and Analgesia*, 130(2), 352–359. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000004121>
- Wijnberge, M., Geerts, B. F., Hol, L., Lemmers, N., Mulder, M. P., Berge, P., Schenk, J., Terwindt, L. E., Hollmann, M. W., Vlaar, A. P., & Veelo, D. P. (2020). Effect of a Machine Learning–Derived Early Warning System for Intraoperative Hypotension vs Standard Care on Depth and Duration of Intraoperative Hypotension During Elective Noncardiac Surgery: The HYPE Randomized Clinical Trial. *JAMA*, 323(11), 1052. <https://doi.org/10.1001/JAMA.2020.0592>
- Davies, S. J., Sessler, D. I., Jian, Z., Fleming, N. W., Mythen, M., Maheshwari, K., Veelo, D. P., Vlaar, A. P. J., Settels, J., Scheeren, T., van der Ster, B. J. P., Sander, M., Cannesson, M., & Hatib, F. (2024). Comparison of Differences in Cohort (Forward) and Case Control (Backward) Methodologic Approaches for Validation of the Hypotension Prediction Index. *Anesthesiology*, 141(3). <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000004989>
- Enevoldsen, J., & Vistisen, S. T. (2022). *Performance of the Hypotension Prediction Index May Be Overestimated Due to Selection Bias*. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000004320>
- Solares, G. J., Garcia, D., Monge Garcia, M. I., Crespo, C., Rabago, J. L., Iglesias, F., Larraz, E., Zubizarreta, I., & Rabanal, J. M. (2023). Real-world outcomes of the hypotension prediction index in the management of intraoperative hypotension during non-cardiac surgery: a retrospective clinical study. *Journal of Clinical Monitoring and Computing*, 37(1), 211–220. <https://doi.org/10.1007/S10877-022-00881-7>
- Mohammadi I, Firouzabadi SR, Hosseinpour M, Akhlaghpasand M, Hajikarimloo B, Tavanaei R, Izadi A, Zeraatian-Nejad S, Eghbali F. Predictive ability of hypotension prediction index and machine learning methods in intraoperative hypotension: a systematic review and meta-analysis. *J Transl Med*. 2024 Aug 5;22(1):725. doi: 10.1186/s12967-024-05481-4. PMID: 39103852; PMCID: PMC11302102.

SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continuada
Valencia 17 de Septiembre 2024



¡Muchas Gracias!

Servicio de Anestesia,
Reanimación y Tratamiento del Dolor
HOSPITAL GENERAL UNIVERSITARIO VALENCIA

**SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continuada
Valencia 17 de Septiembre 2024**

sartd

Servicio de Anestesia,
Reanimación y
Tratamiento del Dolor
HOSPITAL GENERAL
UNIVERSITARIO VALENCIA