

Cardiometría eléctrica en cirugía: lo que aprendimos al llevarla al quirófano

De la monitorización hemodinámica a la toma de decisiones durante la anestesia

Dr. Eliud Garza — Anestesiólogo, Monterrey, N.L., México





Perspectiva desde el quirófano, no desde el laboratorio



20 años en práctica privada | Especialidad centrada en traumatología y cirugía ortopédica.



Manejo de alto riesgo | Enfoque particular en pacientes con historia cardíaca sometidos a cirugía no cardíaca.



Dinámica de líquidos | Siete años de experiencia directa en equipos quirúrgicos de trasplante renal, donde el control hemodinámico es el centro de la anestesia.

¿Cuántos conocen la cardiometría eléctrica y el monitor ICONCore?



¿Cuántos la usan de forma rutinaria dentro diuiriófano?

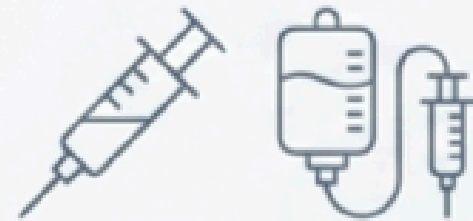
La anestesia es una serie constante de intervenciones hemodinámicas



No es una ficha técnica. Es el comportamiento de la fisiología frente a nuestras intervenciones en un quirófano real.

PAM: 58 mmHg.

El Qué (La Reacción)



¿Administramos líquidos?

¿Fenilefrina?

¿Efedrina?

¿Disminuimos el anestésico?

El Por Qué (La Fisiología)

¿Precarga ↓?

→ ¿Volumen Sistólico ↓?

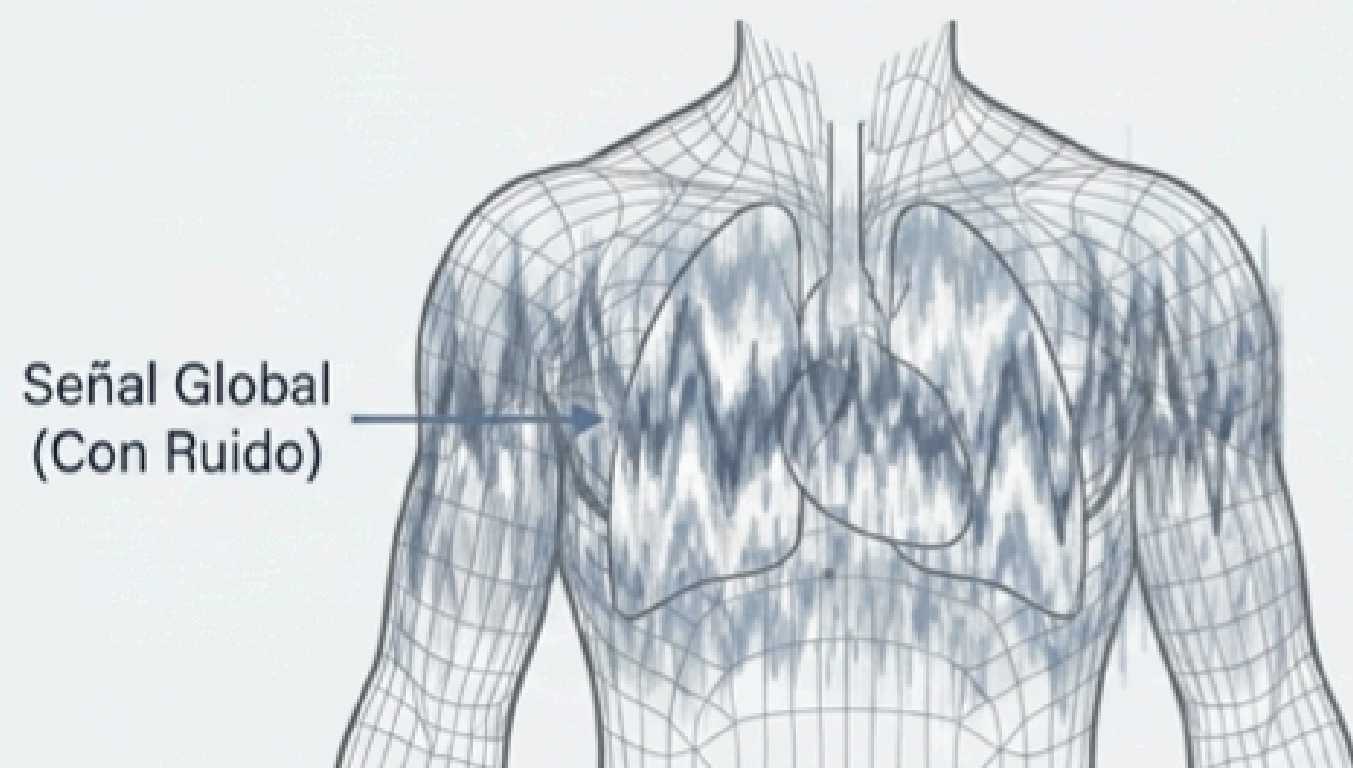
→ ¿Vasodilatación ↑?

→ ¿Contractilidad ↓?

La presión arterial nos dice cuál es el estado, pero oculta la causa.
ICONCore no toma la decisión, revela la fisiología para que el anestesiólogo lo haga.

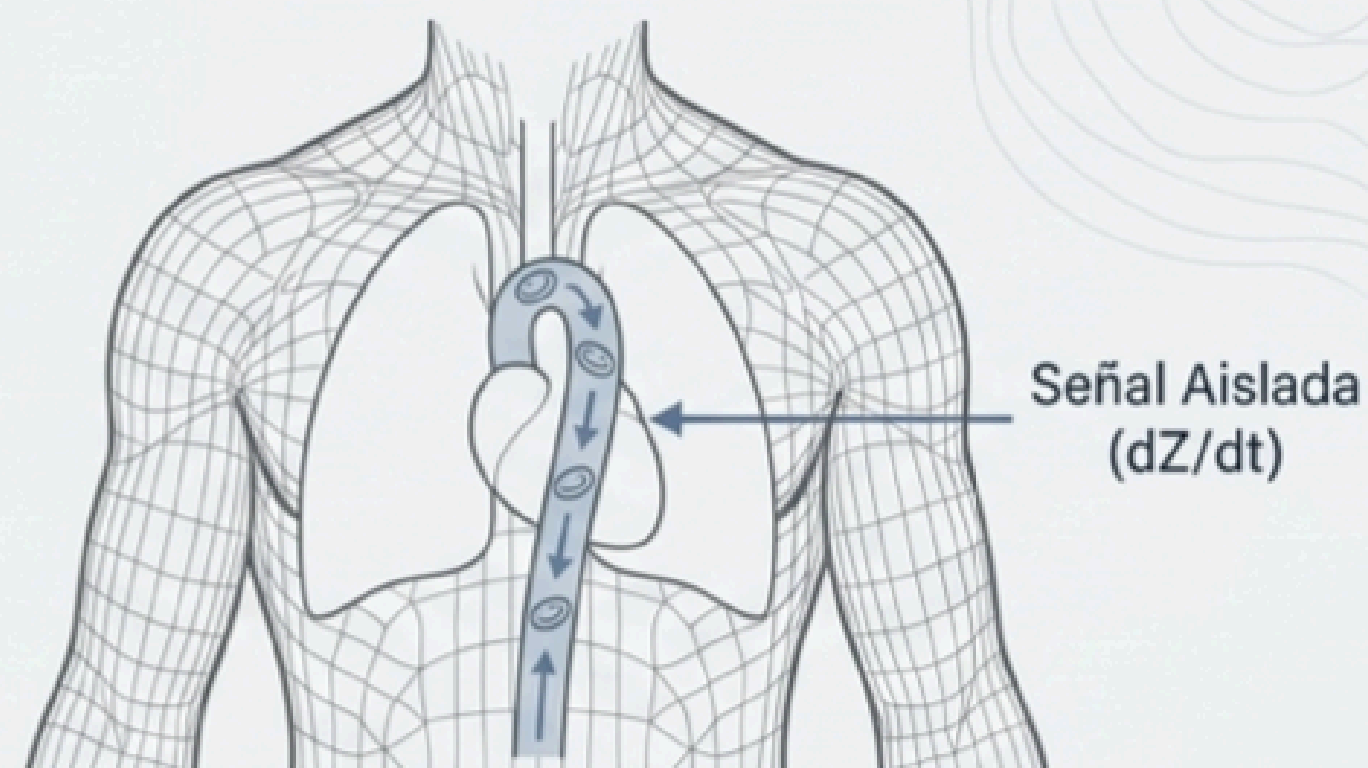
Aislamiento de la señal: Bioimpedancia tradicional frente a Cardiometría Eléctrica

Bioimpedancia Tradicional (TEB)



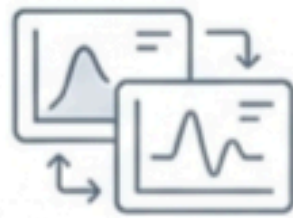
Toma la señal eléctrica de todo el tórax. Contaminada por ventilación, líquido, tejido y movimiento de la pared torácica.

Cardiometría Eléctrica (EC™)



Mide el cambio de orientación de los eritrocitos en la aorta durante la eyección. Señal anclada latido a latido, sin interferencia pulmonar.

El panorama actual de la evidencia publicada



Validación

Comparativas de gasto cardíaco por EC™ frente a métodos de referencia convencionales (termodilución, ecocardiografía).



Experiencia Clínica

Uso documentado en pacientes adultos, pediatría/neonatología, unidades de cuidados intensivos y el entorno perioperatorio.

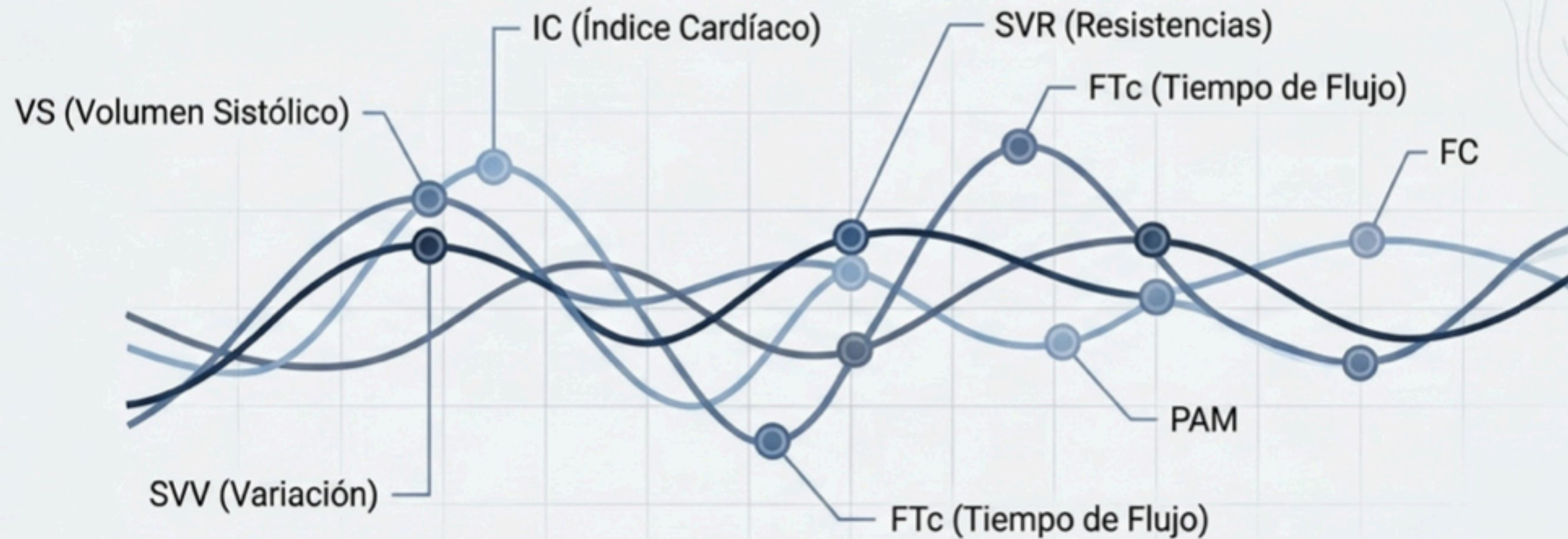


La Realidad (Limitaciones)

La concordancia varía según la población, la condición clínica y el método de referencia. No existe el monitor no invasivo perfecto.

Esta heterogeneidad de la evidencia es la razón por la cual, dentro del quirófano, nos apoyamos en la integración de tendencias, no en números absolutos aislados.

No se enamore de un solo número; observe cómo cambian juntos



La fisiología en anestesia es dinámica. Una medición aislada puede ser interesante, pero una tendencia sincronizada de múltiples **variables**. Pero una tendencia de ser interesante, pero una tendencia sincronizada de múltiples variables revela el verdadero impacto de nuestras intervenciones.

Reglas para la interpretación de los casos clínicos

Lo que estos casos NO pretenden	Lo que SÍ pretenden
✗ Validar la exactitud absoluta del dispositivo.	✓ Mostrar tendencias hemodinámicas reales en tiempo real.
✗ Demostrar superioridad frente a otro monitor específico.	✓ Ejemplificar la integración simultánea de múltiples variables.
✗ Establecer una causalidad fisiológica estricta e irrefutable.	✓ Visualizar la respuesta fisiológica inmediata a intervenciones anestésicas.
	✓ Revelar información crítica que no es evidente observando solo la PAM y la FC.

Con estas reglas claras, entremos al quirófano.

CASO 1

Paciente pediátrico politraumatizado

MONITOREO HEMODINÁMICO NO INVASIVO EN UN ESCENARIO COMPLEJO



Información inicial del caso



Paciente

Masculino
5 años de edad



17.5 kg de peso



105 cm de estatura



Antecedente

Atropellamiento

Con múltiples
lesiones secundarias
al trauma.



Evolución

Diagnóstico de ruptura
completa de uretra posterior,
por lo que fue programado
para colocación de catéter
urinario y ureteroplastia
reconstructiva.



Procedimiento anestésico y monitoreo



Anestesia
general



Bloqueo epidural
para analgesia
postoperatoria
*(colocado y funcionando
desde antes del primer
registro hemodinámico)*



Ventilación
mecánica



Monitorización
convencional



Monitorización
hemodinámica mediante
Electrical Cardiometry
(ICONCore®)

CASO 1



Frecuencia
cardíaca

91 lpm



Presión arterial

87/43
mmHg



PAM

58
mmHg



Pregunta al público



¿Administrarían
líquidos?



¿Aplicarían
efedrina?



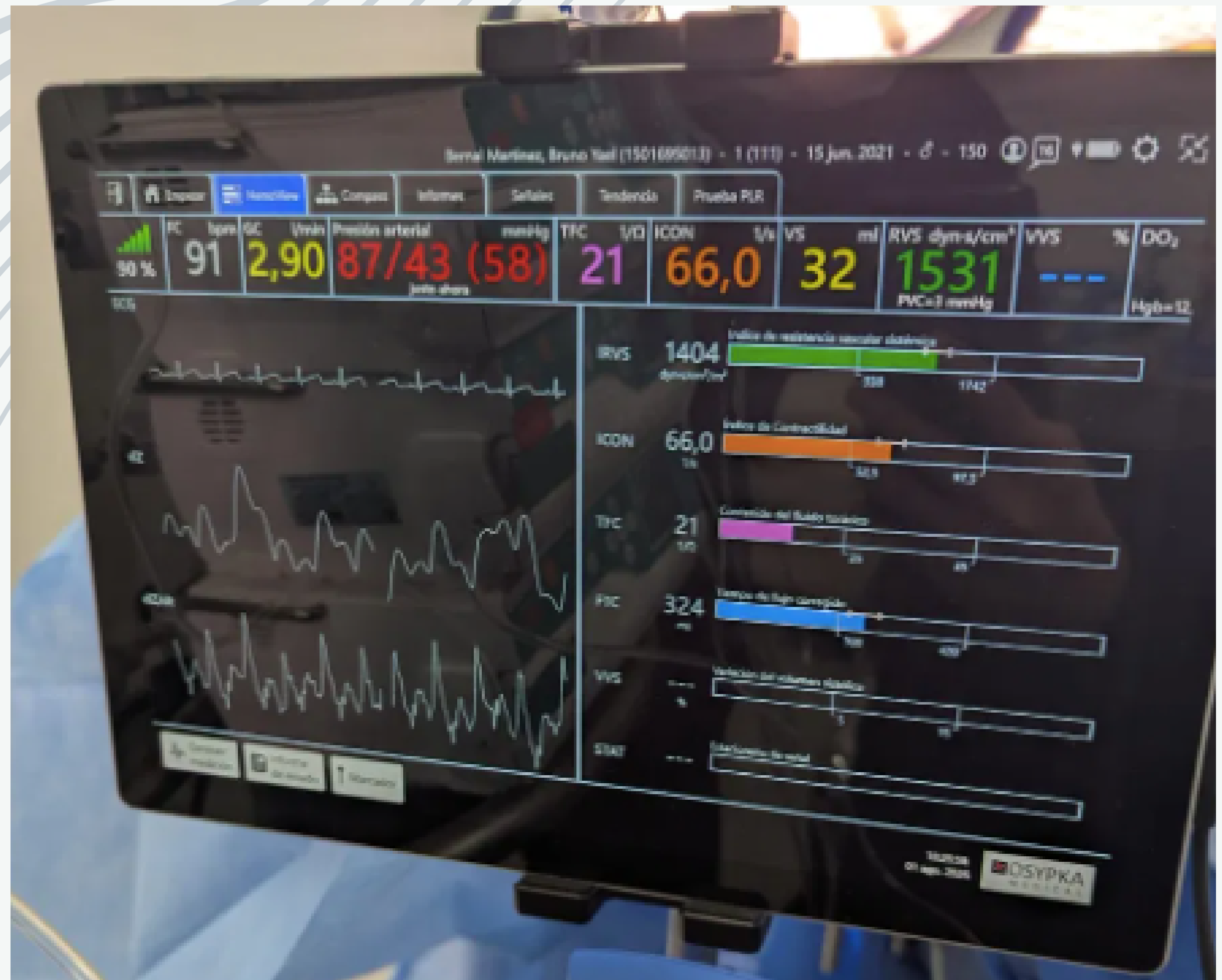
¿Profundizarían
la anestesia?



Al Principio

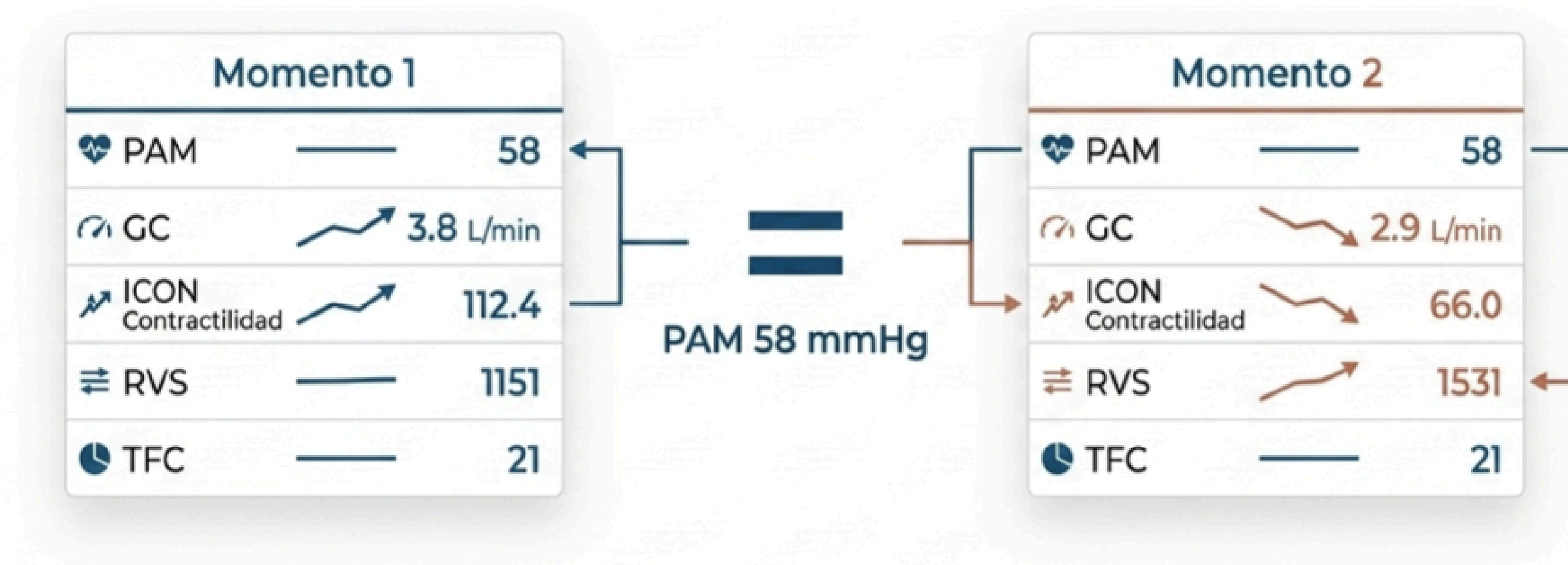


2 hrs Después



Caso 1: Misma presión arterial, dos fisiologías completamente distintas

Paciente 5 años, 17.5 kg. Ureteroplastia. Anestesia general + epidural.



Si solo viéramos la presión, el paciente “no cambió”.
Por debajo, transitó de un tono simpático alto a un estado central con mayor resistencia vascular, sin alterar su volumen de líquido torácico.

CASO 1

Histerectomía laparoscópica

MONITOREO HEMODINÁMICO AVANZADO EN CIRUGÍA GINECOLÓGICA

Información inicial del caso



Paciente

Femenina
38 años de edad



Procedimiento

Histerectomía
laparoscópica.



Duración total
3 horas



Manejo anestésico y monitoreo



Anestesia
general



Ventilación
mecánica



Neumoperitoneo
con CO₂



Posición de
Trendelenburg



Monitorización
convencional



Monitorización
hemodinámica mediante
Electrical Cardiometry
(ICONCore®)



ICONCore sí permite separar los componentes de la hemodinamia:
flujo, contractilidad, precarga y poscarga, de forma individual y continua.
Eso es lo que este caso busca mostrar en un ejemplo real, minuto a minuto.

Laparoscopia

COMPONENTES PRINCIPALES DEL PROCEDIMIENTO



Visualización

Cámara laparoscópica de alta definición.



Acceso

Trócares que permiten la entrada de cámara e instrumentos.



Insuflación

Neumoperitoneo con CO₂ para crear un espacio de trabajo.

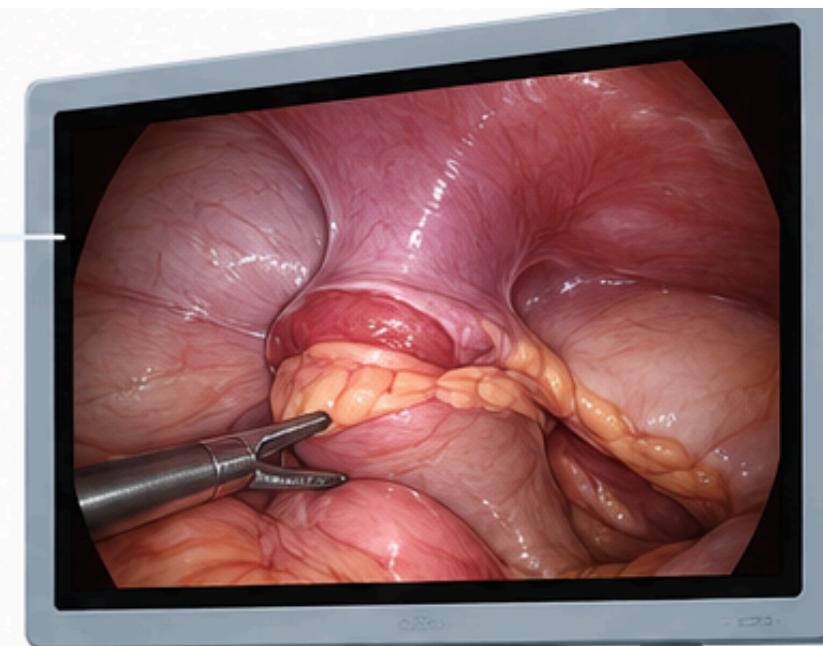


Instrumentación

Pinzas, tijeras, dispositivos de energía, entre otros.

Cámara laparoscópica

Imagen laparoscópica en monitor

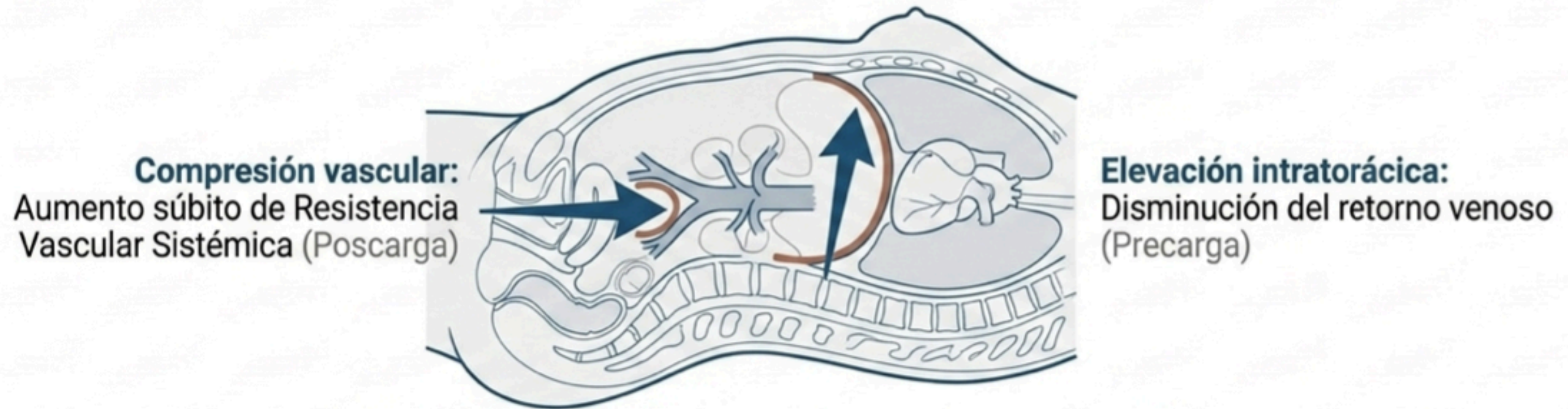


Insuflador de CO₂
Presión intraabdominal generalmente 10–15 mmHg

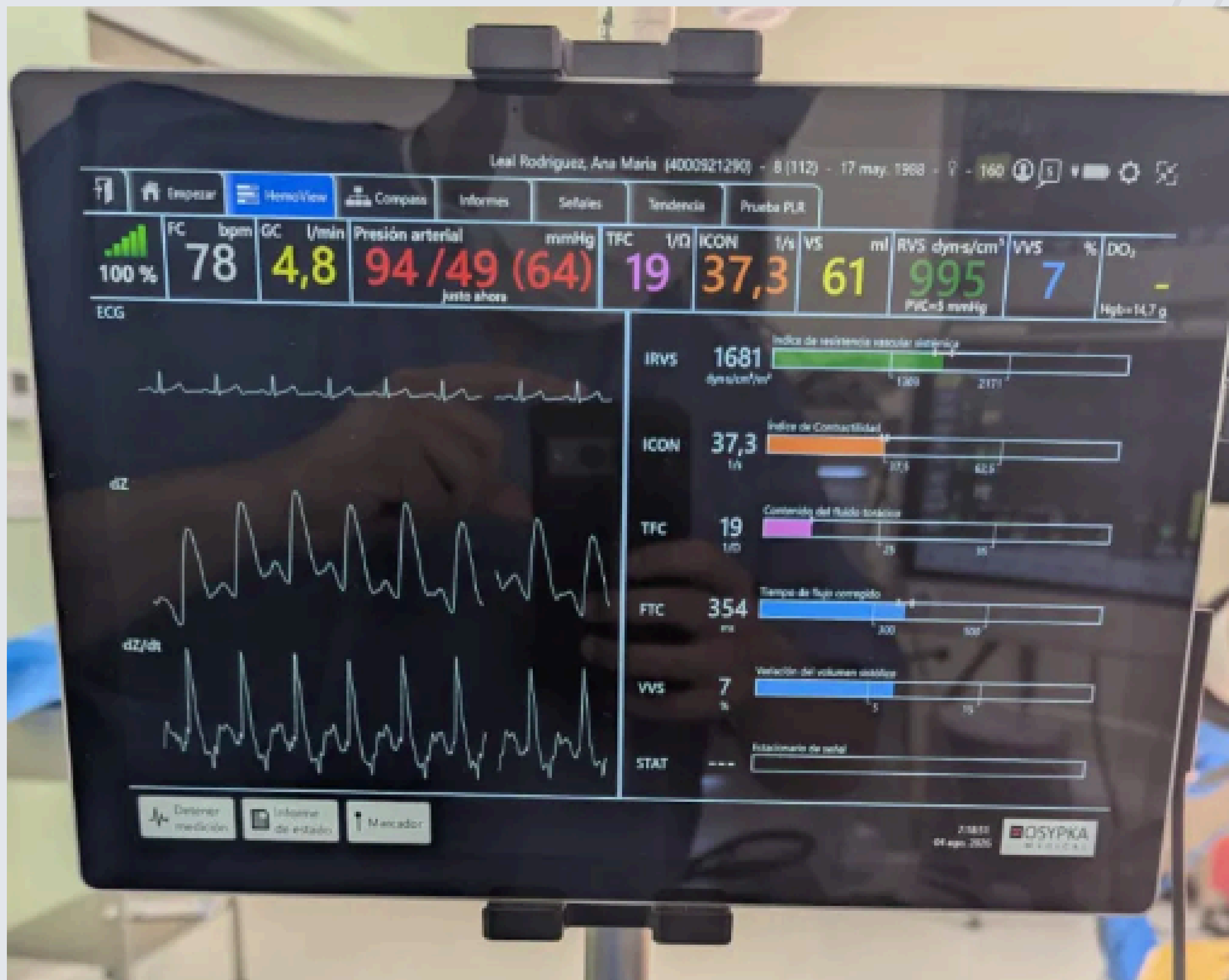


Caso 2: Las fuerzas biomecánicas del neumoperitoneo

Femenina, 38 años. Histerectomía laparoscópica (3 horas).



Aumento de poscarga + caída de precarga simultánea. El resultado neto esperado: caída del gasto cardíaco que la presión arterial suele enmascarar.



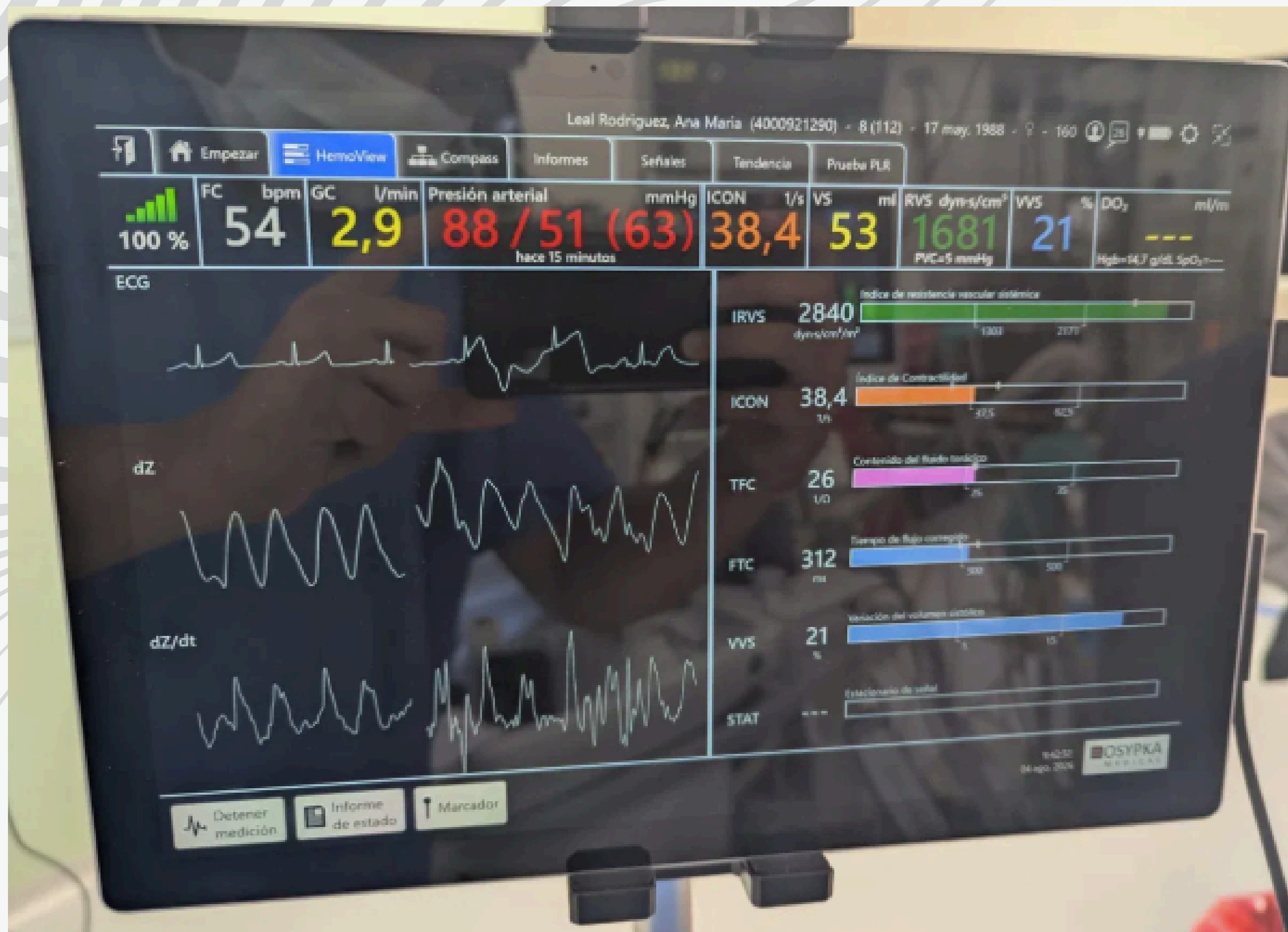
Post Intubación



**Insuflación de CO2 ya
Establecida**

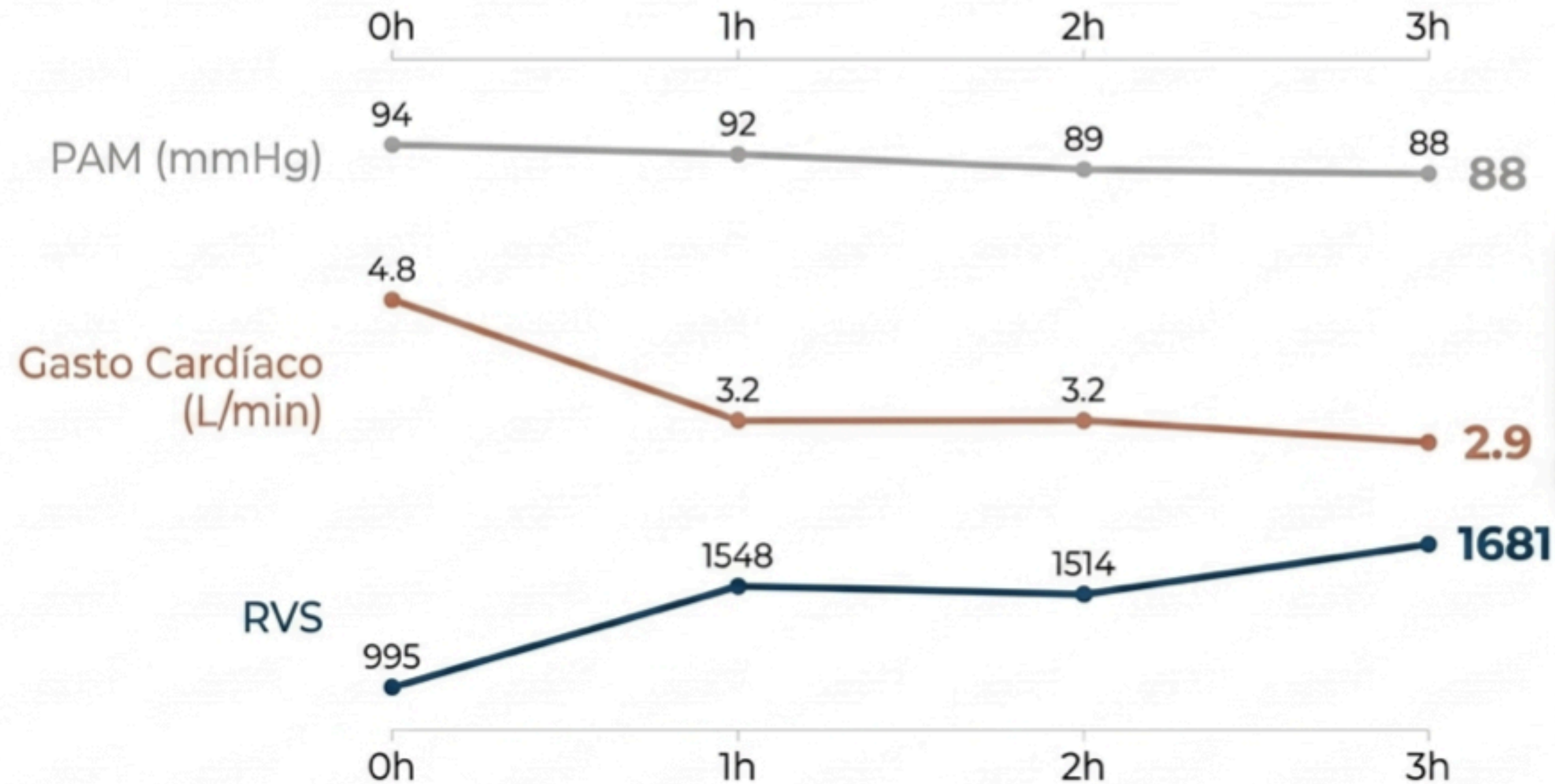


**2 hrs de
Neumoperitoneo**



**3.30 hrs de
Cirugía**

Caso 2: La estabilidad de la presión no significa estabilidad hemodinámica



Tardío (~2h): VVS alcanza 21% y la contractilidad sube **compensatoriamente**, todo bajo una presión arterial engañosamente estable.

CASO 3

Reemplazo total de cadera izquierda

MONITOREO HEMODINÁMICO NO INVASIVO EN PACIENTE CARDIÓPATA

Información inicial del caso



Paciente

Masculino
72 años de edad

Programado para
**reemplazo total de
cadera izquierda.**

Antecedentes



Cardiopatía
isquémica



Colocación
reciente de stent
coronario



Anemia
preoperatoria
(Hb 8.5–10 g/dL)



Hipertensión
arterial



Tratamiento con
antiagregantes,
ajustado según
protocolo



Riesgo
cardiovascular
elevado



Procedimiento y monitorización



Monitorización
convencional



Monitorización hemodinámica
mediante Electrical Cardiometry
(ICONCore®)

Caso 3: Evaluando la respuesta hemodinámica pura a la intervención

Cardiopatía isquémica, stent reciente, anemia, hipertensión basal. Reemplazo de cadera.

Post-bloqueo neuroaxial

Fármacos vasoactivos: **NINGUNO**

GC: 3.5 L/min

ICON: 28.1

El monitor no diagnostica al paciente; nos permite observar el impacto hemodinámico de nuestra propia anestesia (vasodilatación y tono simpático) sin el ruido de intervenciones farmacológicas.

Se muestran solo estos datos, en cuatro momentos de la cirugía:

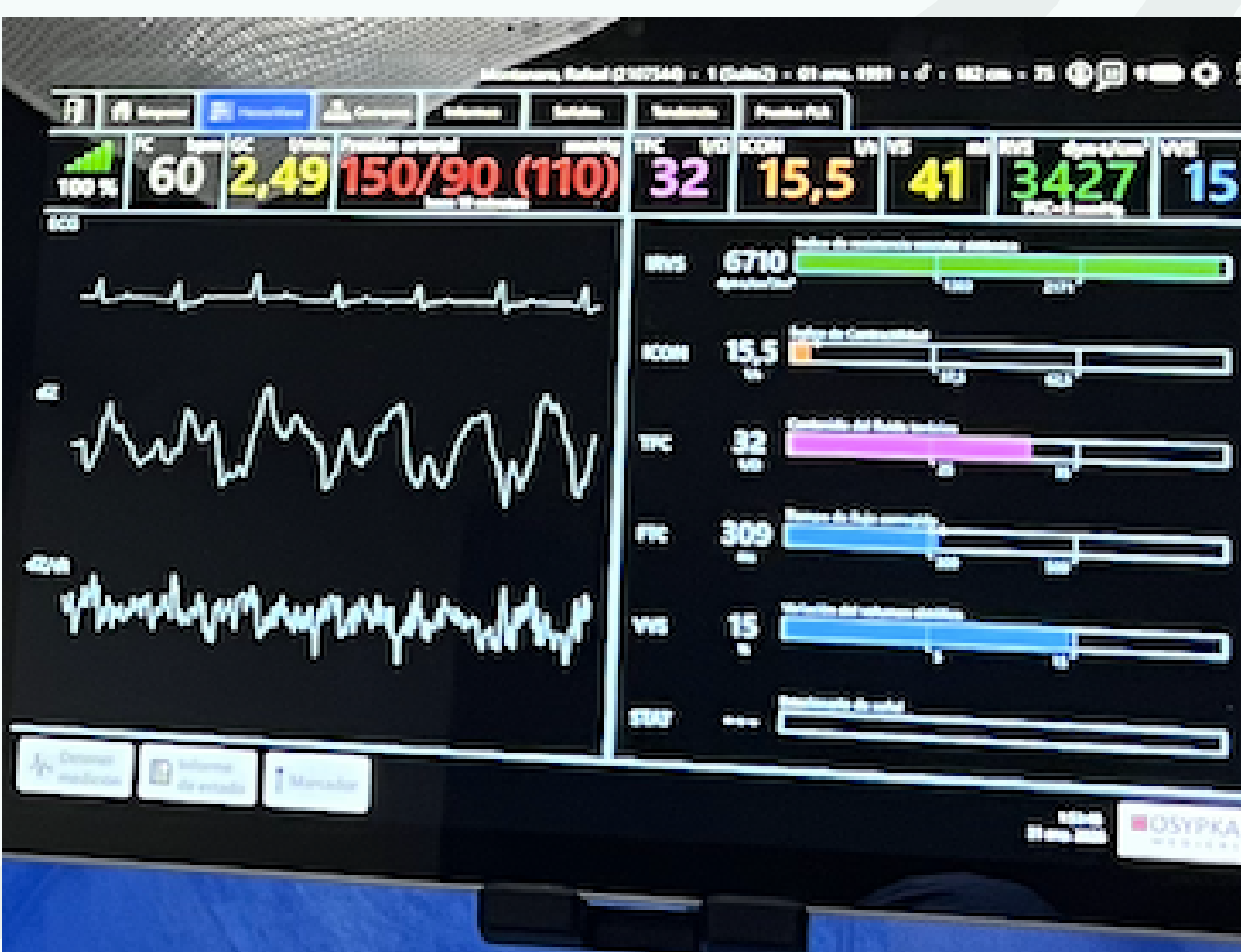
Momento	FC (lpm)	PA (mmHg)
A — Basal	62	140/66 (91)
B	61	101/55 (70)
C	60	150/90 (110)
D	61	201/97 (132)

"¿Qué está pasando con este paciente entre el momento B y el momento D?

¿Se está estabilizando, o se está complicando?"

Revelación progresiva — los mismos cuatro momentos, con flujo y contractilidad:

Momento	FC	PA (PAM)	GC (l/min)	ICON	RVS (dyn·s/cm ⁵)	IRVS
A — Basal	62	140/66 (91)	3,5	28,1	1978	3874
B — Hipotensión	61	101/55 (70)	2,8	19,7	1930	—
C — Nadir de flujo	60	150/90 (110)	2,49	15,5	3427	6710
D — Pico hipertensivo, transfusión en curso	61	201/97 (132)	2,60	17,4	3942	7710





CASO 4

ALIF en paciente con cirrosis hepática

MONITOREO HEMODINÁMICO AVANZADO EN UN ESCENARIO DE ALTO RIESGO

Información inicial del caso



Paciente

Masculino

53 años de edad



90 kg



174 cm



IMC 29.7 kg/m²



Antecedente relevante

Cirrosis hepática

Hemoglobina preoperatoria:
16 g/dL



Procedimiento

ALIF

(fusión intersomática lumbar
por vía anterior)



Aspectos clave de este caso

1

El abordaje anterior del ALIF implica manipulación y retracción de grandes vasos, con riesgo de cambios hemodinámicos significativos, e incluso de lesión vascular, aunque infrecuente, es real.

2

La cirrosis hepática se asocia con frecuencia a una **circulación basalmente hiperdinámica**: resistencias vasculares sistémicas más bajas de lo habitual y gasto cardíaco compensatoriamente elevado. Este fenotipo puede confundirse fácilmente con hipovolemia si solo se mira la presión arterial.



Monitoreo utilizado



ICONCore®

(Electrical Cardiometry™)
para hemodinamia continua



SedLine

para profundidad anestésica
(PSI, SR, EMG)

ALIF

Abordaje anterior lumbar

Fusión intersomática lumbar por vía anterior

Posición: decúbito supino

- ✓ Brazos en abducción < 90° con soporte acolchado
- ✓ Almohadilla lumbar ligera (si se requiere)
- ✓ Piernas extendidas
- ✓ Protección de puntos de presión

Vista lateral



Mesa radiotransparente y ajuste de lordosis (según preferencia del equipo quirúrgico).



PLIF

Abordaje posterior lumbar

Fusión intersomática lumbar por vía posterior

Posición: decúbito prono

- ✓ Cabeza en soporte tipo Mayfield o almohadilla facial
- ✓ Tórax y pelvis con almohadillas de soporte (evita compresión abdominal)
- ✓ Abdomen libre (reducción de presión venosa)
- ✓ Almohadillas en rodillas y tobillos
- ✓ Protección de puntos de presión

Vista lateral

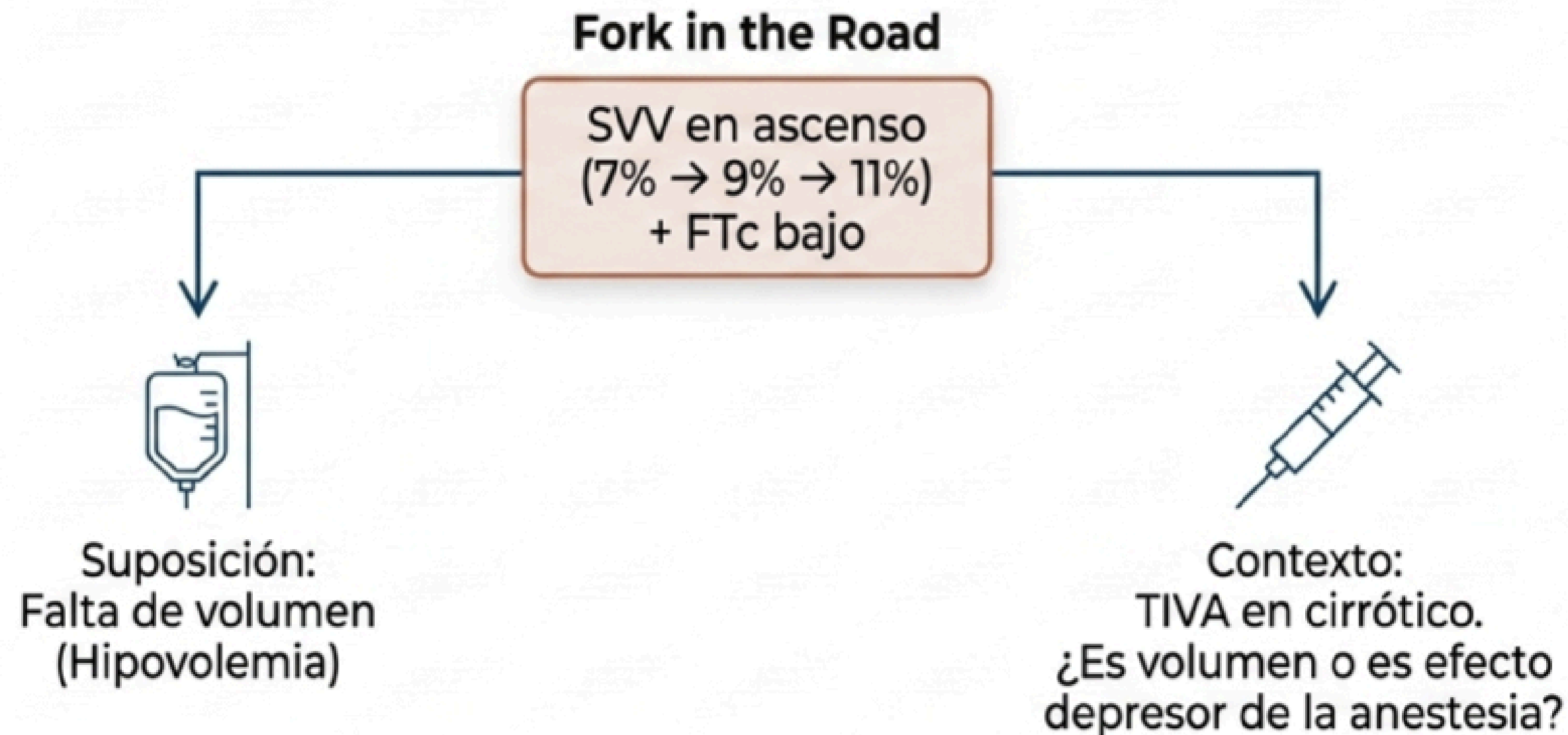


Mesa en posición neutra o con ligera flexión (jackson, Wilson u otro sistema) para disminuir presión intraabdominal.



Caso 4: ¿Problema de volumen o efecto farmacológico?

53 años, 90 kg. ALIF L5-S1. Cirrosis hepática. TIVA.

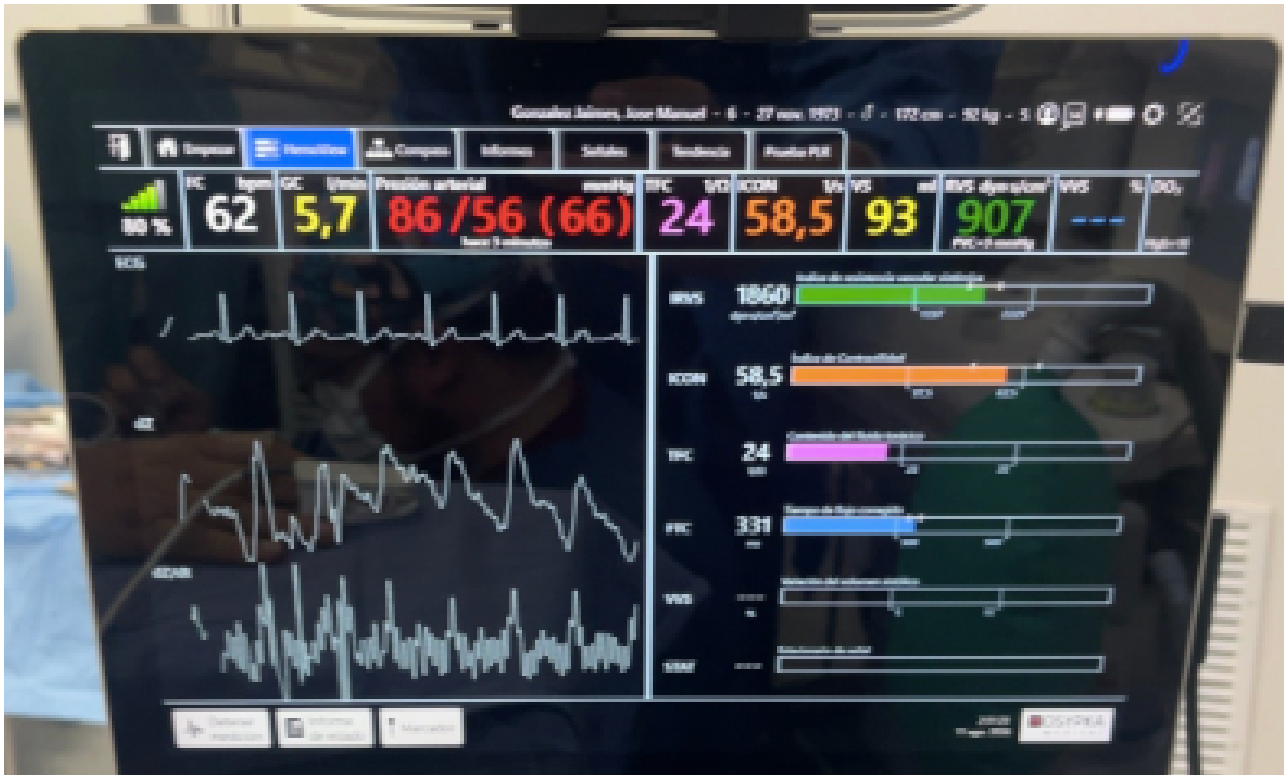


Un número aislado (SVV alto) dicta **dar líquidos**.
El análisis integrado (SVV, GC, RVS, presión y contexto TIVA) cambia la **pregunta clínica**.

ANTES DE INTUBAR



DESPUES DE INTUBAR

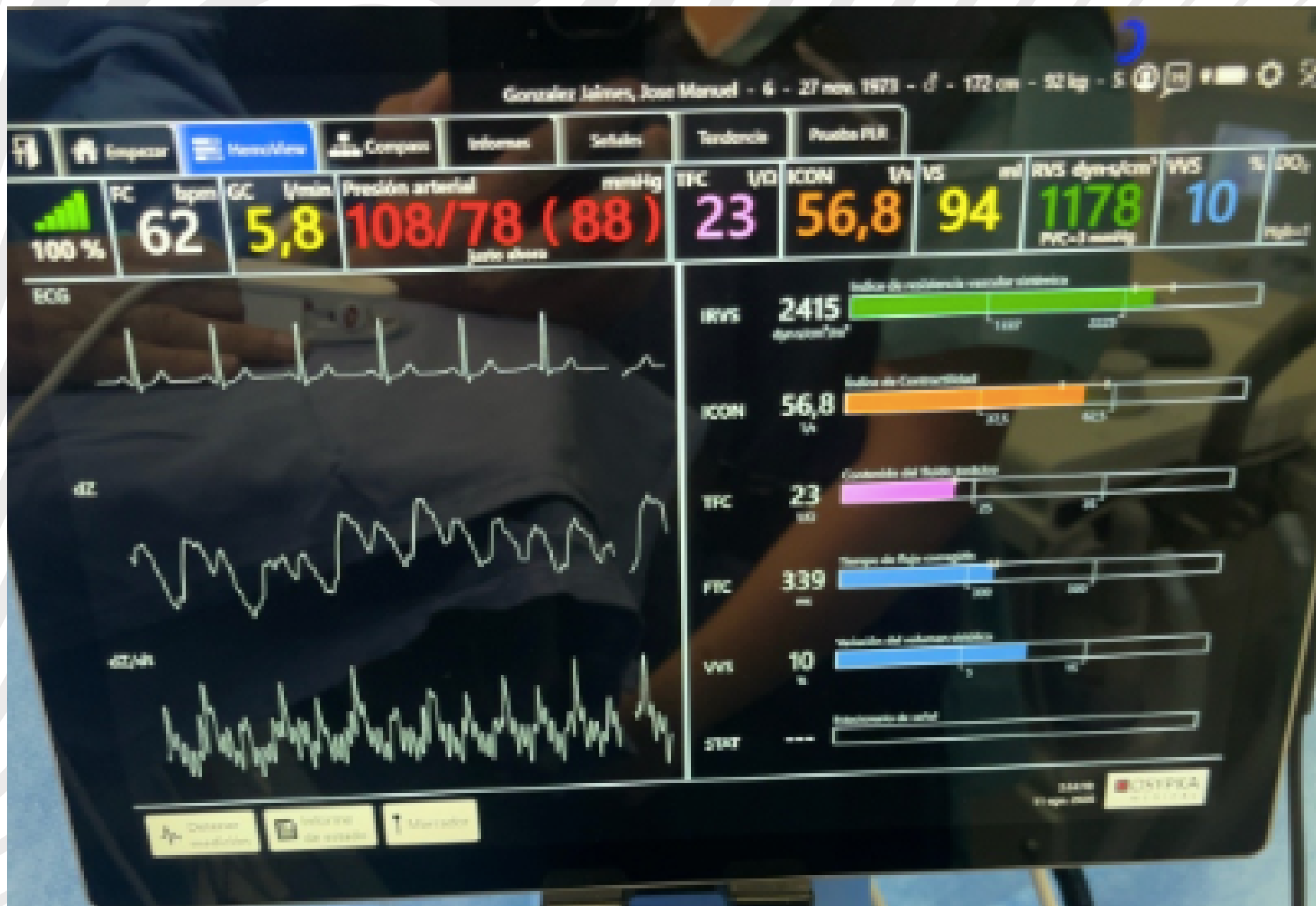


Parámetro	T0 — 15:59	T2 — posterior	Tendencia
FC	55	62	↑
PAM	83	66	↓ 20%
GC	4,9	5,7	↑ 16%
VS	89	93	↑ 4%
RVS	1332	907	↓ 32%
IRVS	2731	1860	↓ 32%
ICON	58,5	58,5	=
TFC	20	24	↑
FTC	318	331	↑

Ahora sí tenemos una señal fisiológica muy clara

La presión cayó de 122/63 (83) → 86/56 (66).

HASTA AQUI LA SECUENCIA



PAM: 83 → 66 → 72 → 72 → **88 mmHg**

RVS: 1332 → 907 → 1007 → 1056 → **1178 dyn·s/cm⁵**

GC: 4,9 → 5,7 → 5,5 → 5,3 → **5,8 L/min**

VS: 89 → 93 → 88 → 87 → **94 mL**

VVS: — → — → 8 → 11 → **10%**

TFC: 20 → 24 → 24 → 23 → **23**

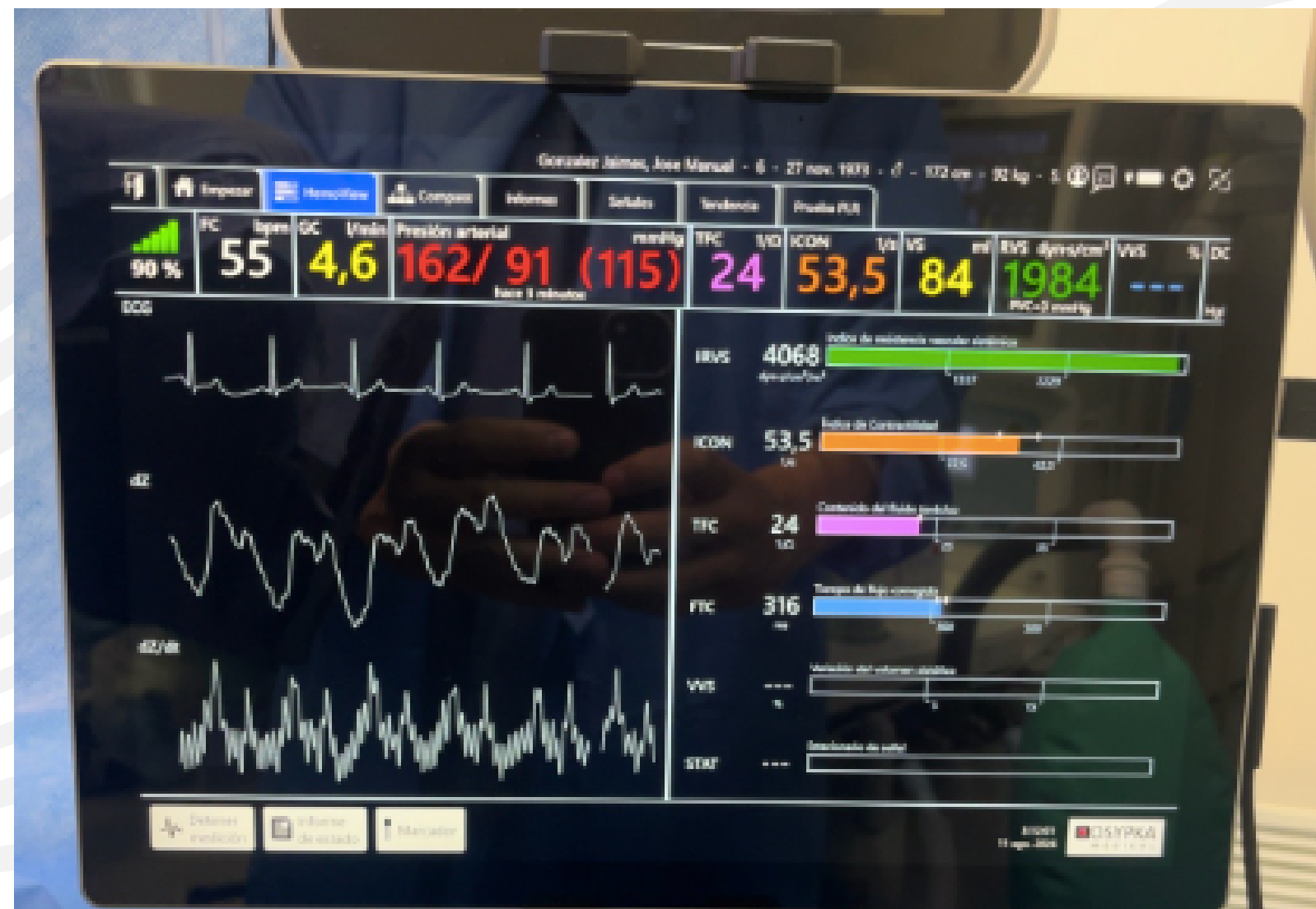
Esto es prácticamente el patrón inverso al anterior

ANTES TENÍAMOS

PAM 66 + RVS 907 + GC 5,7

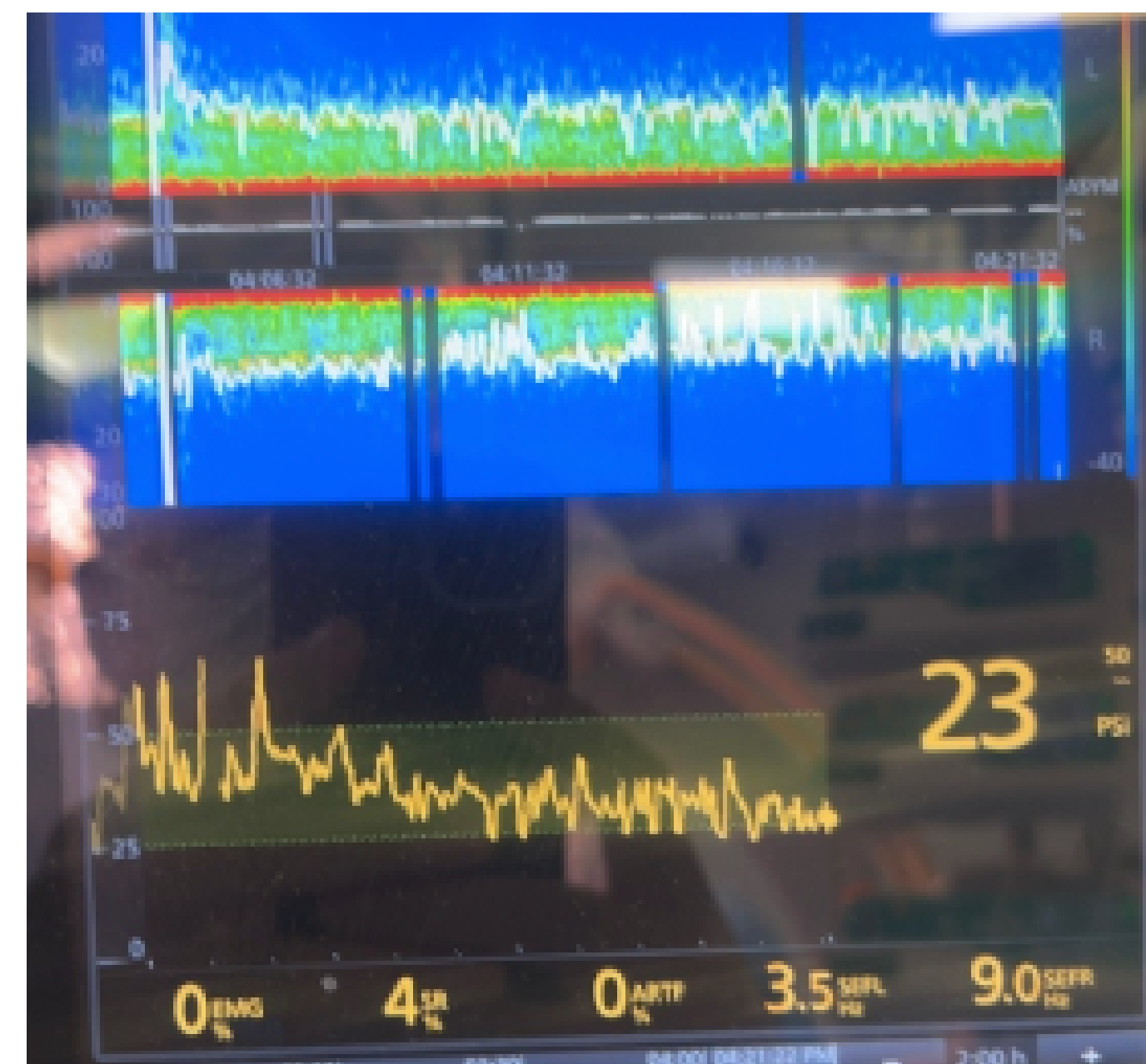
AHORA

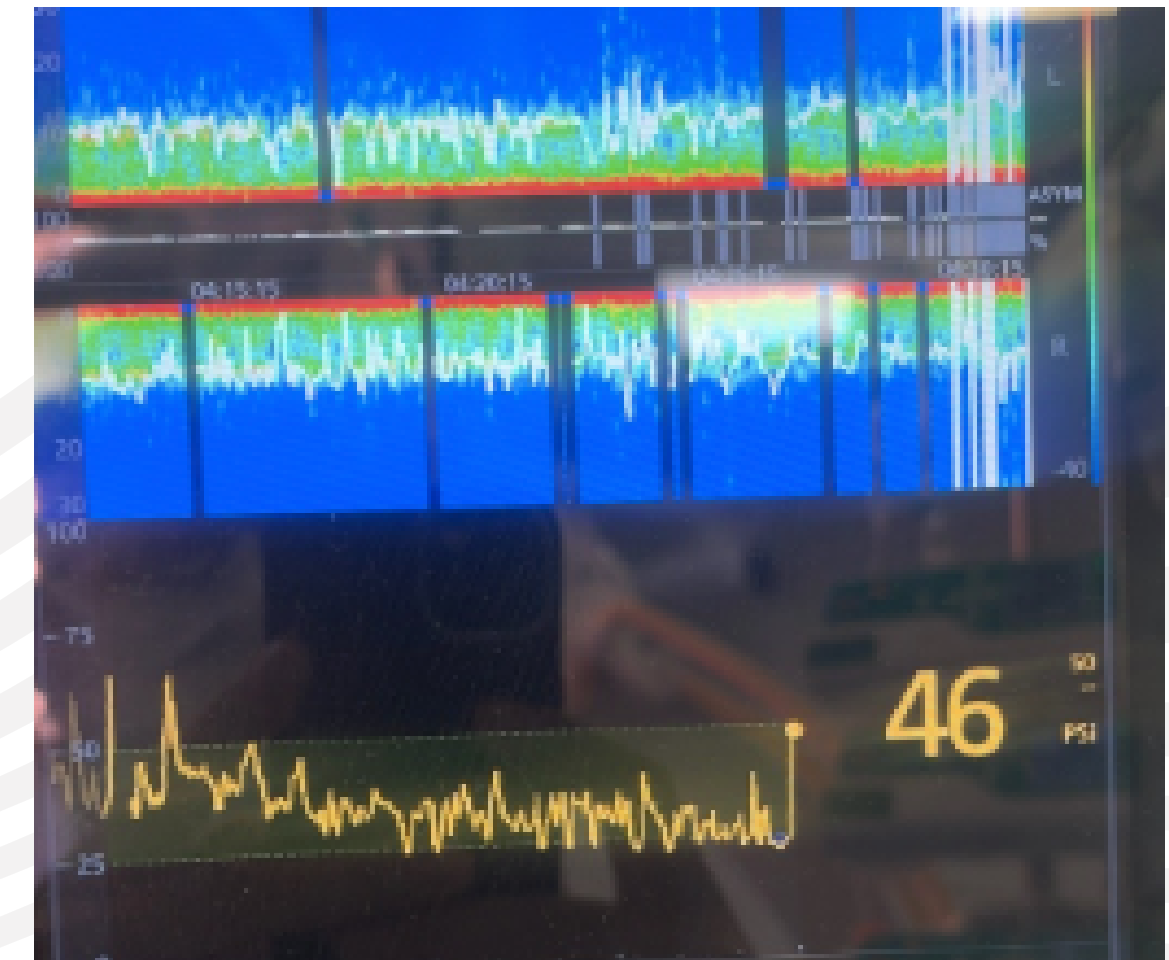
PAM 115 + RVS 1984 + GC 4,6



**AUMENTO
DE DOSIS
ANESTÉSICOS**

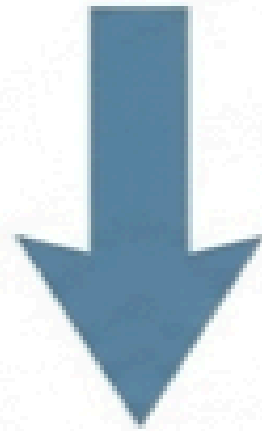
Esto sugiere que la hipertensión actual está siendo impulsada principalmente por un **incremento marcado de la poscarga/tono vascular**, no por aumento del gasto.



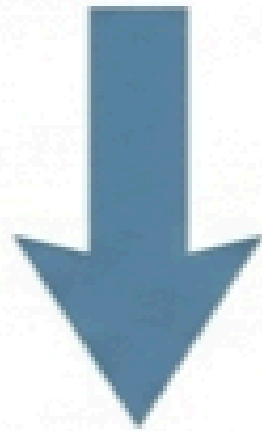


Intervention & Outcome

Propofol
70 → 40 mcg/kg/min



Dexmedetomidina
0.5 → 0.2 mcg/kg/h



Paciente extubado en sala.

Estabilización hemodinámica
lograda sin sobrecarga de fluidos en
un paciente cirrótico.

No es un simple
“detector de
líquidos”. Es
una ventana
para ver qué le
hace nuestra
anestesia a la
circulación del
paciente.



CASO 5

Trasplante hepático ortotópico

MONITOREO HEMODINÁMICO NO INVASIVO EN UN ESCENARIO DE ALTA COMPLEJIDAD

Información inicial del caso



Paciente

Masculino
con cirrosis hepática
secundaria a enfermedad
por hígado graso no alcohólico
(NAFLD).

Sin antecedentes de consumo
relevante ni infección viral.



Procedimiento

Trasplante hepático
ortotópico.



Contexto clínico

Este procedimiento representa uno de los escenarios más exigentes para cualquier monitor hemodinámico no invasivo: cirugía prolongada, múltiples fases fisiológicas distintas (disección, fase anhepática, reperfusión), sangrado variable y uso intensivo y recurrente de electrocauterio durante toda la disección.



Puntos clave del caso

1

Cirrosis secundaria a
enfermedad por hígado graso
no alcohólico (NAFLD).

2

Cirugía prolongada con múltiples
fases fisiológicas: disección,
fase anhepática y reperfusión.

3

Sangrado variable y uso intensivo
y recurrente de electrocauterio
durante toda la disección.



Monitoreo utilizado



ICONCore®

(Electrical Cardiometry™)
para monitoreo hemodinámico continuo.



Monitoreo neuromuscular

integrado en la torre de anestesia.



Monitoreo de profundidad anestésica

integrado en la torre de anestesia.

Trasplante Hepático. Monitorización simultánea por decisión propia del colega invitado.



**El dato más honesto de este caso no es un número.
Es la adopción clínica real.**

Al día siguiente, el colega volvió a elegir ICONCore voluntariamente para un segundo trasplante, sin incentivos externos.



La única objeción: pérdida de señal con electrocauterio

Uso de Electrocauterio
(Interferencia eléctrica)

Pérdida momentánea de señal
(Física predecible, no una falla)

Recuperación Automática
(En segundos)

Es la única objeción real, y es una limitación conocida de cualquier tecnología de impedancia. Lo relevante es que no requiere reiniciar el equipo ni reposicionar sensores. La señal regresa sola en segundos.

Conocer la tecnología ≠ Incorporarla a la práctica diaria

Perfil del paciente / Cirugía	Caso Demostrativo y Riesgo Oculto
 Pediatría	Caso 1: Riesgo de cambios simpáticos silenciosos bajo la misma PAM.
 Laparoscopia / Gineco	Caso 2: Impacto mecánico del neumoperitoneo en el Gasto Cardíaco.
 Ortopedia / Cardiópatas	Caso 3: Medición de la respuesta neuroaxial pura sin fármacos.
 Cirugía de Columna	Caso 4: TIVA extrema vs. Sobrecarga de volumen (VVS engañoso).
 Trasplantes	Caso 5: Confiabilidad y adopción en cirugía de altísima complejidad.

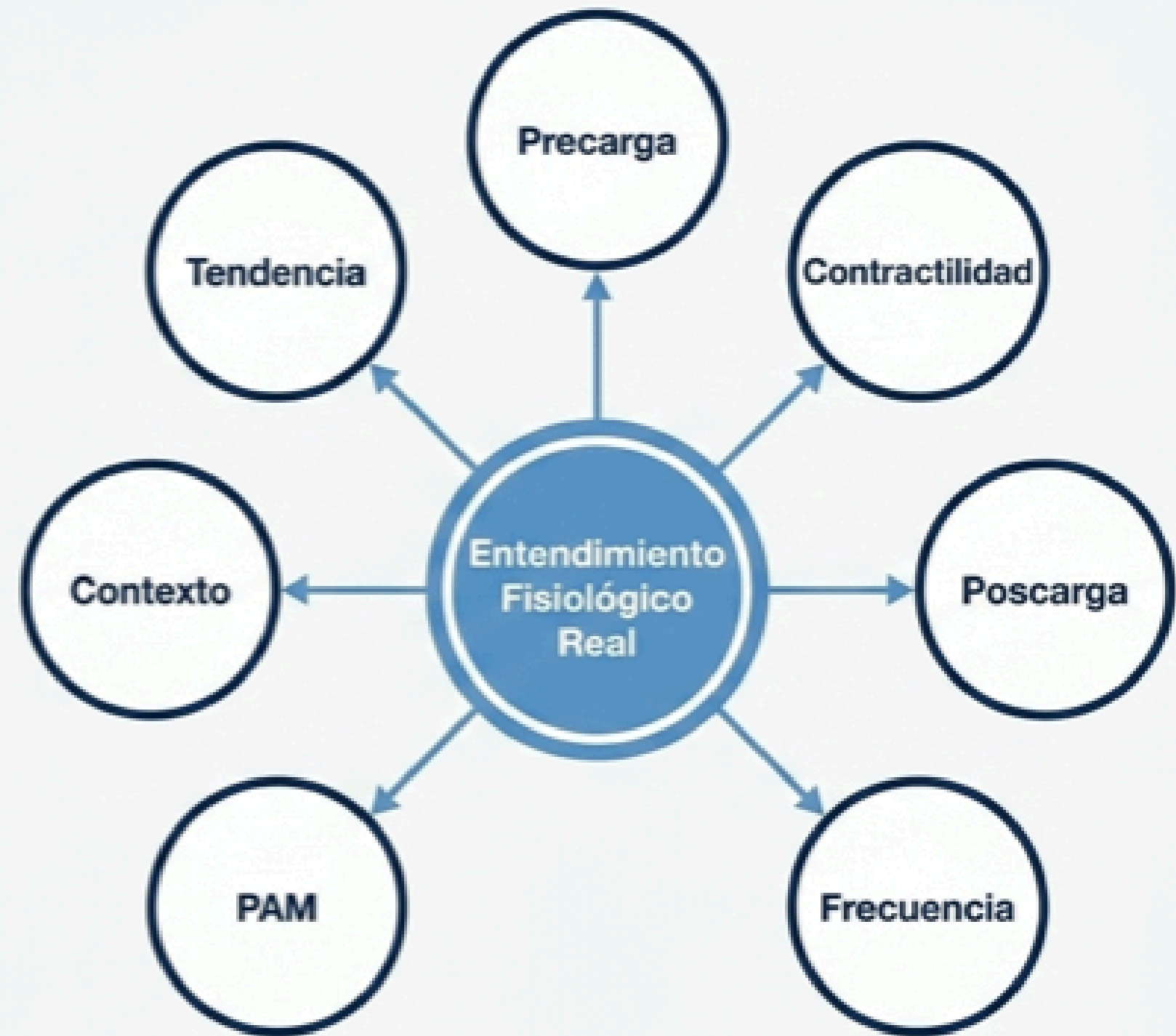
The Myths

Myth 1: SVV is a magic formula

~~SVV alto = Faltan líquidos~~

~~SVR baja = Necesita vasopresor~~

~~Índice Cardíaco bajo = Necesita inotrópico~~



El fin de las fórmulas mágicas. Integrar, no aislar.

Mito vs. Realidad

Superando las objeciones comunes

Objeción: "Ya lo probamos y los números no coincidían."

La Respuesta: ¿Contra qué se estaba comparando simultáneamente? Con un solo registro no se establece concordancia; se requiere una referencia real y contexto clínico integrado.

Objeción: "Este nivel de detalle es para Terapia Intensiva, no para Quirófano."

La Respuesta: El punto ciego hemodinámico ocurre en el quirófano. Todos los casos mostrados hoy sucedieron durante la anestesia, no en la UCI. Nuestra intervención inmediata dicta el pronóstico postoperatorio.

El paradigma anterior:
“¿Cuál es la presión arterial?”

¿Por qué está así la presión?

Ya no vemos solo la superficie. Empezamos a ver flujo,
volumen, resistencia y respuesta fisiológica real.

Si mañana colocaran ICONCore en uno de sus quirófanos, ¿en qué tipo de paciente creen que cambiaría más la información disponible durante la anestesia?