



# Análisis de variables durante prueba de ventilación espontánea en pacientes neurocríticos del Hospital de Clínicas Dr. Manuel Quintela.

Centro de Tratamiento Intensivo del Hospital de Clínicas «Dr. Manuel Quintela»,  
Facultad de Medicina, Universidad de la República. Montevideo, Uruguay.

Br. Nadia Escobar Luzardo  
Br. Lucía Heguaburu Amarante  
Br. Romina Hornos Silva  
Br. Jorge Lencina Lombardi  
Br. Paula López Vettorazzi  
Br. Felipe Menditeguy Pereyra

Orientadores: Prof. Dr. Arturo Briva, Asist. Dr. Sebastián Cuello

Ciclo de Metodología Científica II - 2022

Grupo n° 95

N° de registro 7183197

## **ÍNDICE DE CONTENIDOS**

Resumen .....	pág.4
Introducción.....	pág.6
• Antecedentes del tema .....	pág.6
• Planteamiento del problema.....	pág.6
• Justificación.....	pág.6
Marco teórico.....	pág.7
• Ventilación mecánica.....	pág.7
• Desvinculación/Destete .....	pág.7
• Capnografía .....	pág.9
Hipótesis .....	pág.11
Objetivo General .....	pág.11
Objetivos específicos .....	pág.11
Metodología .....	pág.12
• Diseño de estudio.....	pág. 12
• Población de estudio.....	pág.13
• Criterios de inclusión.....	pág.13
• Criterios de exclusión.....	pág.13
• Análisis de los resultados.....	pág.13
Normas éticas.....	pág.15
Resultados.....	pág.16
• Paciente 1.....	pág. 16
• Paciente 2.....	pág.19
• Paciente 3.....	pág.21
• Paciente 4.....	pág.23
• Paciente 5.....	pág.25
• Paciente 6.....	pág.27
Conclusiones.....	pág.29
Agradecimientos .....	pág.30
Referencias bibliográficas .....	pág.31
Anexos .....	pág.32
• Consentimiento informado .....	pág.32

- Historias clínicas.....pág.35
  - o Paciente 1.....pág.35
  - o Paciente 2.....pág.36
  - o Paciente 3.....pág.37
  - o Paciente 4.....pág.38
  - o Paciente 5.....pág.39
  - o Paciente 6.....pág.40
- Imagenes ventilador.....pág.41

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1.....pág.16

Figura 2.....pág.17

Figura 3.....pág.19

Figura 4.....pág.20

Figura 5.....pág.21

Figura 6.....pág.22

Figura 7.....pág.23

Figura 8.....pág.24

Figura 9 .....pág.25

Figura 10.....pág.26

Figura 11.....pág.27

Figura 12.....pág.28

Figura 13-36.....pág.35

## **RESUMEN**

**Objetivo:** Identificar variables fisiológicas asociadas a la realización de prueba de ventilación espontánea en pacientes con soporte ventilatorio mecánico.

**Materiales y métodos:** Se realizará un estudio descriptivo observacional transversal, donde analizaremos los casos clínicos de 6 pacientes neurocríticos ingresados en el Centro de Terapia Intensiva (CTI) del Hospital de Clínicas (HC), que se encuentren en condiciones de realizar la prueba de ventilación espontánea, a forma de ensayo piloto.

Se registrarán y analizarán 3 tipos de variables mediante un sistema de cámaras de video: signos vitales, variables del equipo de Asistencia Ventilatoria Mecánica (AVM) y variables de capnografía.

**Resultados:** Todas las PVE fueron bien toleradas y representaron un esfuerzo cardiopulmonar moderado. En 5 de 6 casos se identificó una disminución de la ventilación alveolar a lo largo de la prueba. Se identificaron al menos 2 mecanismos probablemente asociados a esta reducción de la ventilación alveolar: fatiga muscular y asincronía paciente-ventilador.

**Conclusiones:** Es necesario ampliar el número de pacientes para poder determinar si existen patrones de comportamiento diferentes en pacientes neurocríticos comparándolos con el resto de los pacientes graves.

**Palabras clave:** Ventilación Mecánica, Prueba de Ventilación Espontánea, Desvinculación, Neurocrítico, Capnografía.

## **ABSTRACT**

**Objective:** To identify physiological variables associated with the performance of spontaneous ventilation test in patients with mechanical ventilatory support.

**Materials and methods:** A cross-sectional observational descriptive study will be carried out, where we will analyze the clinical cases 6 neurocritical patients admitted to the Intensive Care Center (ICU) of the Hospital de Clínicas (HC), who are able to perform the spontaneous ventilation test, as a pilot test.

Three types of variables will be recorded and analyzed by a video camera system: vital signs, equipment variables of Mechanical Ventilatory Assistance (AVM) and capnography variables.

**Results:** All PVEs were well tolerated and represented moderate cardiopulmonary effort. In 5 of 6 cases, a decrease in alveolar ventilation was identified throughout the test. At least 2 mechanisms probably associated with this reduction in alveolar ventilation were identified: muscle fatigue and patient-ventilator asynchrony.

Conclusions: It is necessary to expand the number of patients to be able to determine if there are different patterns of behavior in neurocritical patients compared to the rest of the serious patients.

Keywords: Mechanical Ventilation, Spontaneous Ventilation Test, Disengagement, Neurocritical, Capnography.

## **INTRODUCCIÓN**

### **Antecedentes del tema**

El estudio de la desvinculación de los pacientes de la AVM, viene siendo tema de interés en la cátedra de Medicina Intensiva desde hace muchos años. Particularmente, a través de la participación de estudiantes del módulo de Metodología Científica II, se inició en el año 2017 el análisis del protocolo para realizar la Prueba de Ventilación Espontánea (PVE).

La utilización de un sistema de monitoreo multimodal comenzó en 2019, con un grupo de estudiantes que realizó las primeras evaluaciones en una población general de pacientes críticos. Posteriormente se planteó el desafío de analizar una población particular de pacientes, los que presentan patología neurológica grave que requiere su ingreso a CTI.

### **Planteamiento del problema**

A diferencia de los pacientes críticos no neurológicos, la afectación del sistema nervioso central puede ocasionar múltiples problemas agregados al planificar la desvinculación de la AVM, como pueden ser, alteraciones del nivel de conciencia, disminución de fuerza muscular (paresia o plejía según la patología) y modificaciones en la regulación del sistema de control de la ventilación (respuesta a hipoxia, hipercapnia y trabajo respiratorio, entre otros).

Por este motivo resulta particularmente importante ampliar nuestra base de conocimiento sobre los mecanismos que condicionan el éxito o fracaso de la PVE, en el proceso de desvinculación de estos pacientes de la AVM.

### **Justificación**

Esperamos que toda la información recolectada pueda incrementar el conocimiento del equipo asistencial, para perfeccionar los futuros protocolos de atención a pacientes neurocríticos. Al mismo tiempo, esta instancia seguramente mejorará nuestra formación como médicos, incorporando la experiencia de formar parte de un equipo de investigación clínica.

## **MARCO TEÓRICO**

### **Ventilación mecánica**

La ventilación mecánica (VM) es un método que se utiliza para dar asistencia respiratoria generando soporte no solo ventilatorio, sino también oxigenatorio, que puede reemplazar en forma total o parcial a la ventilación espontánea, facilitando el intercambio gaseoso y el trabajo respiratorio. La misma puede o no estar indicada en pacientes con insuficiencia respiratoria (IR). En aquellos pacientes sin IR puede ser necesario en situaciones donde asegurar la función respiratoria sea imprescindible para alcanzar la estabilidad del paciente por otras disfunciones orgánicas.

Sus objetivos generales son mejorar o mantener la oxigenación arterial, mejorar o mantener la ventilación alveolar, proveer ayuda o reposo a los músculos respiratorios, prevenir complicaciones, y evitar la injuria asociada a la ventilación.

En todos los casos, la VM produce ciertos cambios en la fisiología respiratoria. Se debe colocar una vía aérea artificial con la cual se modifican las resistencias de la vía aérea natural, se sustituye total o parcialmente el trabajo de los músculos respiratorios, se invierte el régimen de presiones intratorácicas, se modifican las condiciones de distribución del gas alveolar y se afecta la circulación pulmonar. (1) (2)

La VM también contribuye a agregar morbilidad: barotrauma, injuria pulmonar asociada a VM, neumonía adquirida en ventilación mecánica (NAV). (3)

### **Destete/desvinculación**

El destete o desvinculación de la VM es el proceso por el cual se finaliza el soporte mecánico ventilatorio. El 40% del tiempo de VM es empleado en el destete.

Suele iniciar con la PVE cuando se cree que el paciente está apto para mantener su respiración espontánea. Una demora en reconocer esta condición expone al paciente a mayor tiempo de VM y por ende, riesgo de complicaciones. Por otra parte, una valoración incorrecta de la capacidad para tolerar la respiración espontánea lo expone a riesgo de fracaso, mayor

requerimiento de re-intubación y mayor morbilidad. (4)

El destete debe ser considerado tan pronto como sea posible en los pacientes que han resuelto total o parcialmente la causa que generó la intubación. (5)

Algunos conceptos a tener en cuenta:

- *Éxito de destete*: ausencia de soporte ventilatorio, incluyendo Ventilación No Invasiva (VNI), en las 48 horas siguientes a la extubación.
- *Fracaso de destete*: fracaso en la evaluación de la tolerancia a la respiración espontánea; o necesidad de re-intubación y/o reinstalación del soporte ventilatorio, incluyendo VNI, en las 48 horas siguientes a la extubación.
- *Destete en curso*: extubación con soporte ventilatorio mantenido de forma no invasiva.
- *Éxito de destete en pacientes con traqueostomía*: desconexión del ventilador sin necesidad de reconexión en las 48 horas siguientes
- *Ventilación prolongada*: VM por 21 días consecutivos o más, durante más de 6 horas. (4)
- *Fracaso de desconexión*: imposibilidad del paciente de respirar espontáneamente a través de una vía de aire artificial. (3)
- *Fracaso en la extubación*: imposibilidad de respirar de modo espontáneo luego de que se retira la vía de aire artificial. Esto determina mayor riesgo de Neumonía Asociada a VM, mayor tiempo de VM y de estadía en el CTI e incremento de los costos. (3)

De acuerdo con la sexta Conferencia de Consenso Internacional de 2007 se clasifican a los pacientes en tres categorías según las dificultades y el tiempo empleado en el destete:

1. *Destete simple*: Son los pacientes que luego de una sola PVE pueden ser extubados sin dificultad
2. *Destete difícil*: Pacientes que requieren hasta tres PVE o comprenden hasta siete días desde la primera PVE para culminar el destete
3. *Destete prolongado*: Pacientes que requieren más de tres PVE o llevan más de siete días a partir de la primera PVE para culminar el destete. (3)

En el proceso de desvinculación se definen tres etapas:

1. Reducción progresivamente del soporte ventilatorio, midiendo predictores de tolerancia a la prueba de ventilación espontánea.
2. Prueba de Ventilación Espontánea
3. Extubación. (3)

### **Capnografía**

La capnografía nos permite reclutar información directa e inmediata de la ventilación (7), monitorizando la información de la distribución del aire que ingresa al pulmón, permitiendo evaluar la relación ventilación/perfusión.

Con esta herramienta determinamos un PEEP óptimo luego del reclutamiento pulmonar ya que nos informa sobre el colapso pulmonar

Por otro lado, calcula el volumen de dióxido de carbono espirado en un volumen corriente. Este dato es necesario para el cálculo de la eliminación de CO<sub>2</sub> corporal y del espacio muerto respiratorio. (6).

A continuación, explicaremos brevemente la relevancia de la medición del CO<sub>2</sub> en el monitoreo del paciente ventilado. El CO<sub>2</sub> se produce por el metabolismo tisular, tanto en condiciones aeróbicas como anaeróbicas. Luego se difunde a la sangre venosa y llega a la circulación pulmonar, donde atraviesa la membrana alveolocapilar y es eliminado por la ventilación. Entonces por la cinética del CO<sub>2</sub> (metabolismo, intercambio gaseoso y ventilación), explicamos que, un sensor de CO<sub>2</sub> colocado en la vía aérea nos dará información en tiempo real sobre:

- La ventilación
- El metabolismo
- La perfusión pulmonar
- El intercambio gaseoso

Resumiendo, las principales funciones de la capnografía son:

- Monitoreo del metabolismo: Es importante destacar que la capnografía mide la eliminación pulmonar de CO<sub>2</sub> (VCO<sub>2</sub>) pero no la producción metabólica celular. Tendremos en cuenta, de todas formas, que si la ventilación y hemodinamia se encuentran estables, se puede asumir que la VCO<sub>2</sub> es sinónimo de la actividad metabólica
- Monitoreo de la perfusión pulmonar: Tener presente el rol de la presión parcial de CO<sub>2</sub> al final de la espiración (PETCO<sub>2</sub>) como marcador de perfusión pulmonar.
- Monitoreo del intercambio gaseoso: El CO<sub>2</sub> atraviesa la membrana alveolocapilar por difusión, a favor de un gradiente de presión parcial. Tenemos en cuenta el rol de la diferencia de CO<sub>2</sub> entre la sangre arterial y al final de la espiración (Pa--ETCO<sub>2</sub>) como índice del área de intercambio gaseoso
- Monitoreo de la ventilación: La capnografía mide el espacio muerto (VD) real en cada respiración, con medidas no invasivas (8)

## **HIPÓTESIS**

**Ho:** Los pacientes neurocríticos se comportan igual al resto de los pacientes críticos durante la prueba de ventilación espontánea.

**Ha:** Los pacientes neurocríticos se comportan diferente al resto de los pacientes críticos durante la prueba de ventilación espontánea.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general:**

- Identificar variables fisiológicas asociadas a la realización de prueba de ventilación mecánica.

### **Objetivos específicos:**

- Valorar la presencia de cambios en el monitoreo asociados al éxito o fracaso en la prueba de ventilación espontánea (PVE).
- Identificar si existe un patrón de respuesta específico del neurocrítico comparado con la población general de pacientes críticos en centro de tratamiento intensivo (CTI).

## **METODOLOGÍA**

### **Diseño de estudio**

Se realizará un estudio descriptivo observacional transversal, a forma de plan piloto, con seis pacientes neurocríticos ingresados en centro de tratamiento intensivo (CTI) del Hospital de Clínicas (HC) “Dr. Manuel Quintela” durante julio y agosto del 2022, que requieran ventilación mecánica y estén en condiciones de realizar la PVE.

Durante la PVE, se observará y se realizará un registro continuo de las siguientes variables:

1. Eventos registrados en el monitor de signos vitales (Frecuencia Cardíaca (FC), Saturación de Oxígeno (SatO2) digital, Trazado Electrocardiográfico Continuo, Presión Arterial (PA))
2. El monitoreo del equipo de AVM (Señales de flujo, presión de vía aérea, volumen y frecuencia respiratoria (FR))
3. Capnografo (ET CO<sub>2</sub>, VCO<sub>2</sub>, ventilación alveolar (VA) y espacio muerto (VD/VT)).

Con este fin se colocarán 3 cámaras de video que grabarán durante 70 minutos, en tiempo real, las variables previamente mencionadas. El registro incluye 5 minutos con el patrón ventilatorio y las condiciones generales en que se encuentra el paciente previo a la PVE. Posteriormente se registra durante 60 minutos la PVE y finalmente 5 minutos retornando al patrón previo a la prueba.

La PVE consiste en realizar el soporte ventilatorio del paciente en modo espontáneo, manteniendo una presión de soporte inspiratorio de 7 cmH<sub>2</sub>O y presión positiva al final de la espiración (PEEP) de 0-5 cmH<sub>2</sub>O.

Durante la realización de la PVE se mantendrán los mismos criterios de interrupción de la misma que se realizan en la asistencia diaria (hipoxemia, inestabilidad hemodinámica, fatiga muscular).

Al mismo tiempo incorporaremos al análisis, datos de la historia clínica relacionados con el motivo que condujo a los pacientes a la ventilación mecánica, asociando el análisis de la imagenología vinculada al cuadro clínico y realizaremos un breve resumen de la patología de base del paciente, más allá de su desempeño en la PVE.

### **Población de estudio**

Población: Pacientes neurocríticos en los que se considere el inicio del destete y de una PVE.

Muestra: Seis pacientes neurocríticos del Hospital de Clínicas “Dr Manuel Quintela” considerados para una PVE en el período de julio a agosto de 2022.

### **Criterios de inclusión:**

- Pacientes neurocríticos mayores de 18 años ingresados en CTI que requieran AVM al menos durante 48 h, y que se encuentren en oportunidad para realizar la PVE.

### **Criterios de exclusión:**

- Se excluirán aquellos pacientes en los que la desvinculación de la AVM esté relacionada a la limitación del esfuerzo terapéutico, y en quienes no sea posible obtener el consentimiento informado.

La muestra será seleccionada a partir de un muestreo no probabilístico por conveniencia, ya que los pacientes serán incluidos por criterios de selección mencionados anteriormente de acuerdo a la disponibilidad de los mismos en el CTI del HC.

### **Análisis de los resultados**

El análisis de las variables obtenidas y de los elementos recolectados de la historia clínica, se realizará en forma diferida con la asistencia del paciente. Ninguna de las conclusiones obtenidas de estos registros podrá influir en la toma de decisiones del equipo tratante que continuará con la asistencia del paciente utilizando las herramientas diagnósticas y terapéuticas que corresponden al estándar de cuidados del servicio.

Los datos generados a partir de las grabaciones se obtendrán a través de la reproducción de los mismos incorporando los valores cada 20 segundos en una planilla Excel para su posterior análisis.

Para cada variable obtendremos la media con su desvío estándar, en cada uno de los periodos de análisis (pre PVE, PVE, post PVE), estableciendo si existen diferencias estadísticamente significativas entre cada una de ellas. Al tratarse de una PVE más larga de lo habitual (la PVE clásica para el resto de los críticos dura 30 min), en un análisis posterior tomaremos por separado los primeros 30 minutos para asimilarlos a la prueba estándar y los siguientes 30 minutos para establecer si existen diferencias a lo largo del test.

Se representarán las variables como gráficos lineales y estableciendo 3 segmentos correspondientes a los tres períodos de análisis (pre PVE, PVE y pos- PVE).

El programa a utilizar para el análisis de datos será Graphpad.

Finalmente se realizará un análisis global de todas las variables en cada uno de sus segmentos para los 6 pacientes incorporados en el estudio.

De existir diferencias de las variables analizadas, entre los pacientes incluidos, intentaremos identificar la presencia de factores específicos vinculados a su patología o del tratamiento recibido en CTI, que hayan influido.

Luego se compararon resultados con un grupo control de pacientes críticos polivalentes, ya caracterizados en un trabajo previo.

Para comparar la muestra de neurocríticos con el grupo control se utilizarán múltiples test de comparación de medias independientes, según las variables sean cuantitativas o cualitativas. Además, se realizará una comparación de muestras pareadas entre los primeros 30 minutos y últimos 30 minutos de prueba.

## **NORMAS ÉTICAS**

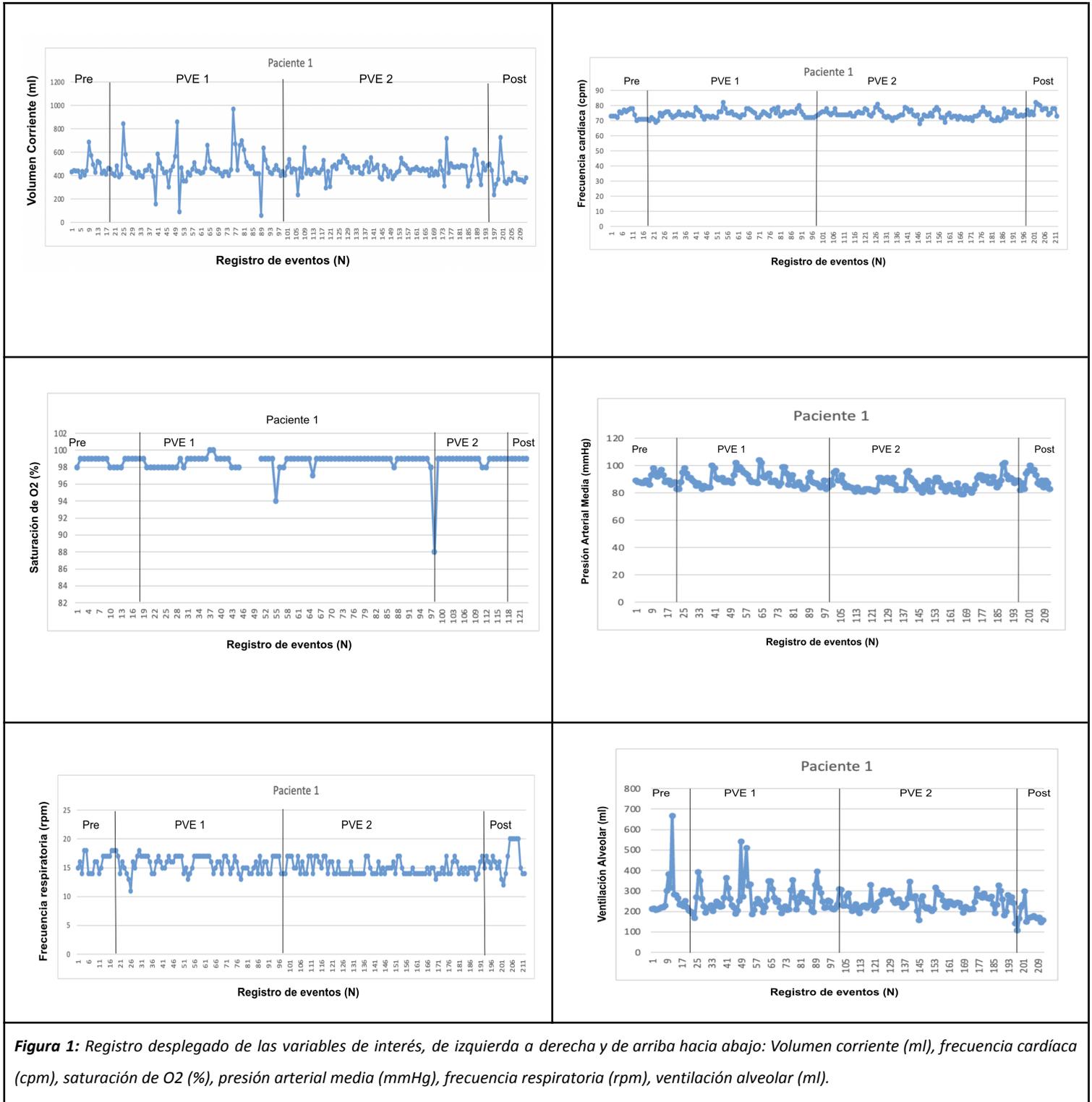
En todo momento se mantendrá la total y absoluta confidencialidad en la recolección de datos de los pacientes. El estudio se regirá sobre la normativa nacional vigente, Decreto 158/019, Ley de protección de datos N° 18.339.

Respecto a la utilización de cámaras de video, ninguna imagen captada revelará la identidad del paciente ni el lugar en donde serán obtenidas.

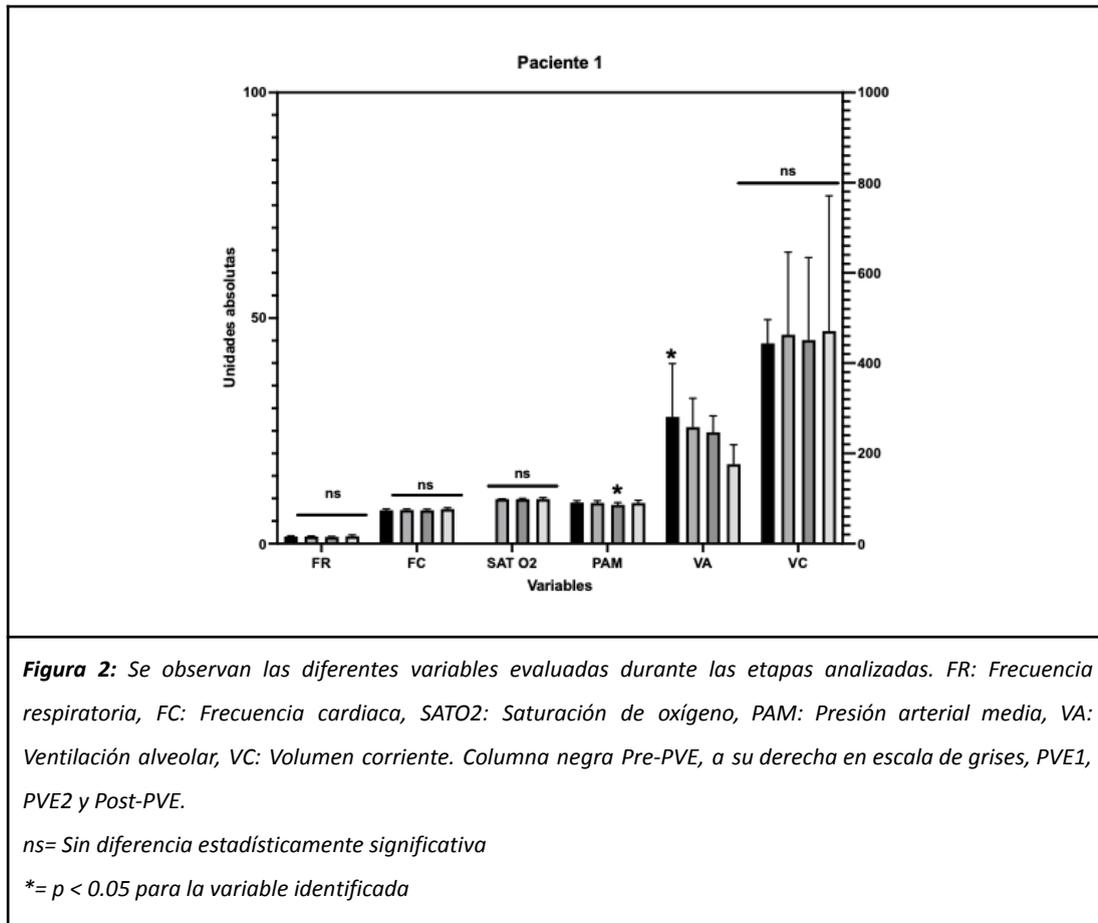
## RESULTADOS

La descripción resumida de la historia clínica de los pacientes y algunos datos adicionales (imagenología de cráneo y tórax) se incluyen como anexo.

### Paciente 1:



**Figura 1:** Registro desplegado de las variables de interés, de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: Volumen corriente (ml), frecuencia cardíaca (cpm), saturación de O2 (%), presión arterial media (mmHg), frecuencia respiratoria (rpm), ventilación alveolar (ml).



Se trató de una prueba cardiopulmonar de estrés moderado. Evaluando el área de exigencia cardiopulmonar, tres de las cuatro variables no sufrieron cambios significativos a lo largo de la prueba. Únicamente la Presión Arterial Media (PAM) tuvo una leve caída al final de la PVE 2. Existen dos variables que usamos para evaluar el control del centro respiratorio: Volumen corriente y Ventilación alveolar.

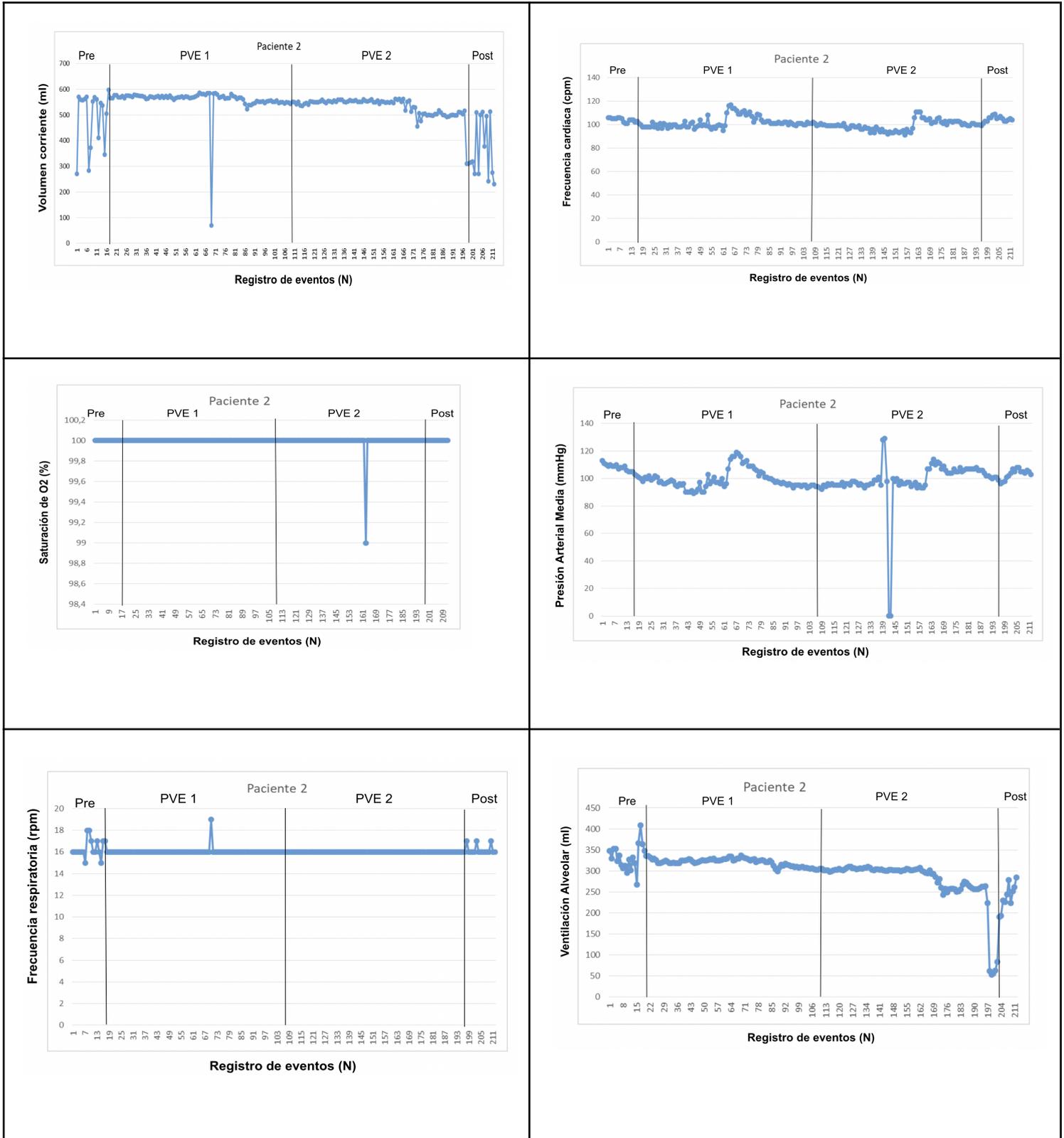
En este paciente se mantuvo el volumen corriente a lo largo de toda la prueba pero hubo una caída progresiva de la ventilación alveolar. Esto explica que el paciente movilizó la misma cantidad de aire en todas las etapas (volumen corriente) pero cada vez tuvo más espacio muerto, dedicando así menos volumen de aire para el intercambio gaseoso (caída de ventilación alveolar)

Una explicación al aumento del espacio muerto es la depresión del sistema nervioso central, pero debería verse una caída del volumen corriente y de la frecuencia respiratoria, lo cual no sucede en este paciente. Al analizar en el video la variable de flujo, encontramos que durante la PVE, el periodo de espiración es más corto, comenzando a inspirar antes de que la espiración

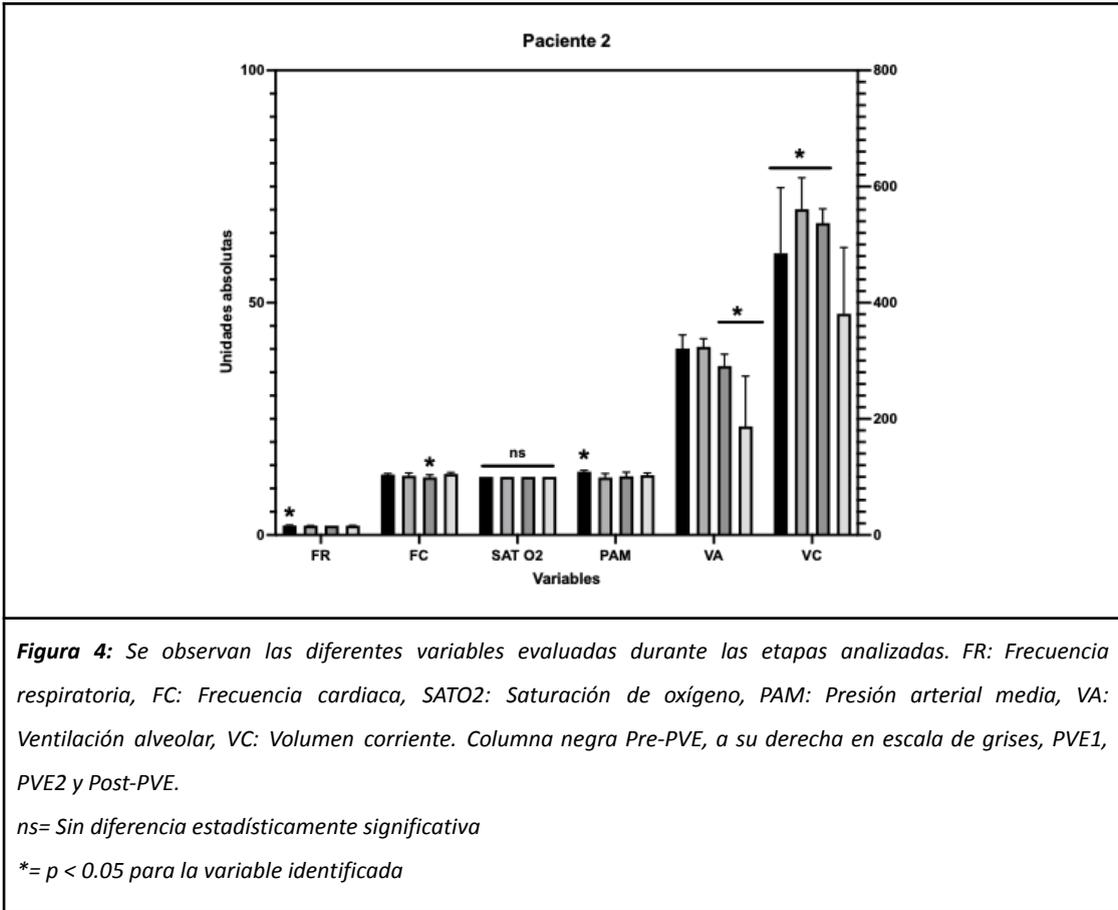
llegue a 0 (Ver Anexo), evidenciando que el paciente generó hiperinsuflación alveolar (comenzando a generar atrapamiento aéreo, de forma similar a un paciente EPOC).

En conclusión, este paciente pasó por una prueba cardiopulmonar de exigencia moderada donde se observó una caída de la ventilación alveolar probablemente asociada al aumento del espacio muerto

**Paciente 2:**



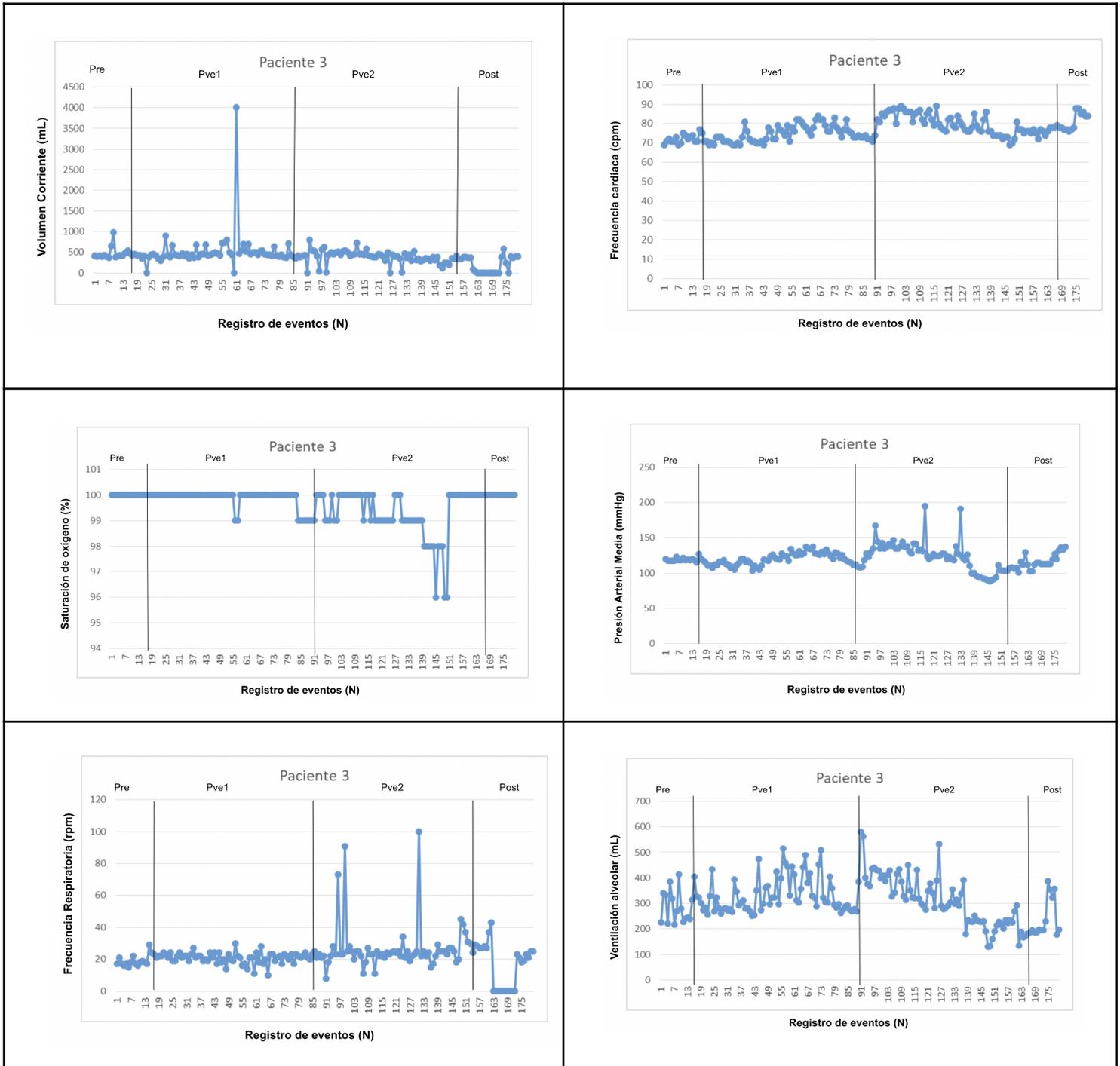
**Figura 3:** Registro desplegado de las variables de interés, de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: Volumen corriente (ml), frecuencia cardíaca (cpm), saturación de O2 (%), presión arterial media (mmHg), frecuencia respiratoria (rpm), ventilación alveolar (ml).



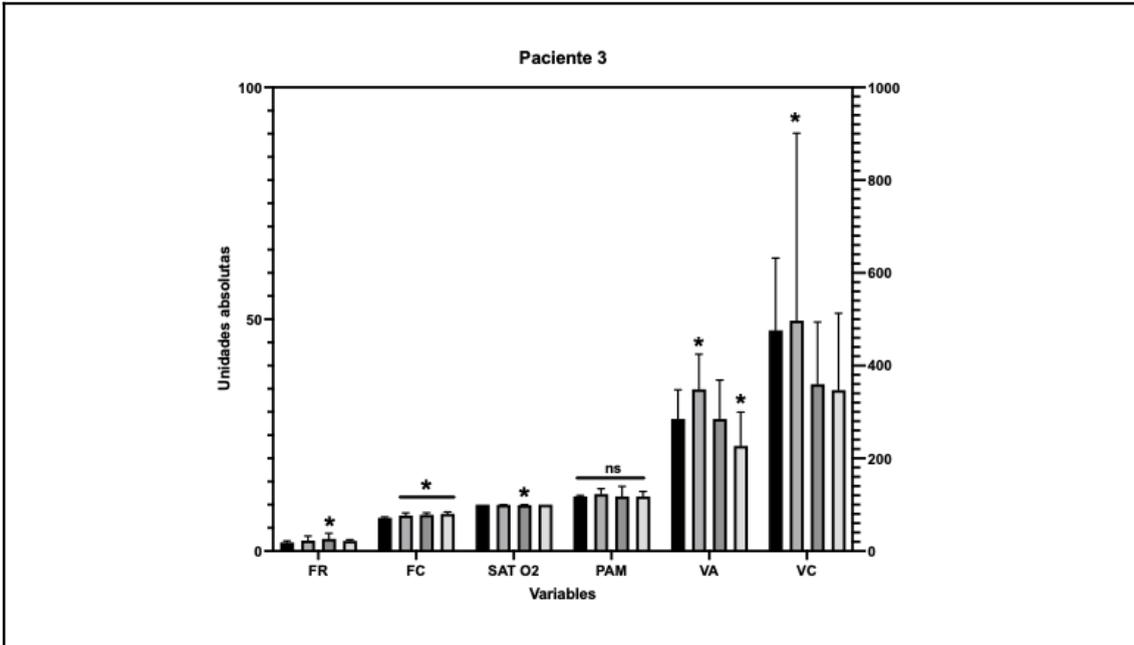
Se trató de una prueba cardiopulmonar de estrés moderado (se detectaron cambios estadísticamente significativos en la FR, FC y PAM).

Se observa una caída de la ventilación alveolar que, a diferencia del paciente 1, asocia un aumento del volumen corriente. Observando las capturas de pantalla de la asistencia ventilatoria se detecta un patrón ventilatorio mucho más armónico durante la PVE, sugiriendo que los altos niveles de presión soporte y PEEP generaban asincronías y probable fatiga muscular. (Ver Anexo)

**Paciente 3:**



**Figura 5:** Registro desplegado de las variables de interés, de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: Volumen corriente (ml), frecuencia cardiaca (cpm), saturación de O2 (%), presión arterial media (mmHg), frecuencia respiratoria (rpm), ventilación alveolar (ml).



**Figura 6:** Se observan las diferentes variables evaluadas durante las etapas analizadas. FR: Frecuencia respiratoria, FC: Frecuencia cardiaca, SATO2: Saturación de oxígeno, PAM: Presión arterial media, VA: Ventilación alveolar, VC: Volumen corriente. Columna negra Pre-PVE, a su derecha en escala de grises, PVE1, PVE2 y Post-PVE. ns= Sin diferencia estadísticamente significativa  
 \*=  $p < 0.05$  para la variable identificada

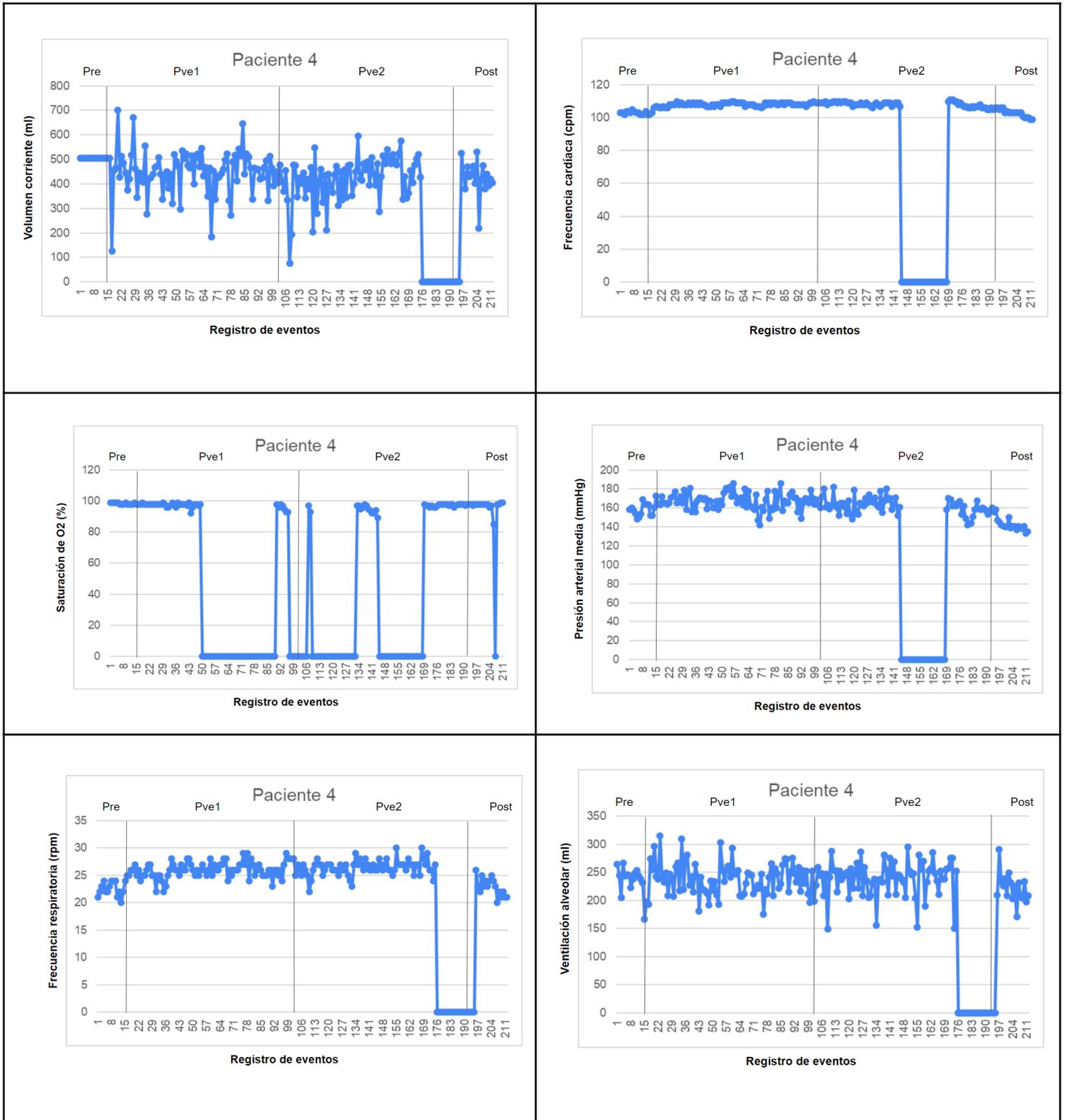
En esta prueba se observó una exigencia cardiopulmonar mayor con aumento de la frecuencia cardiaca sostenida, siendo mayor durante la Post PVE.

Se observa un aumento de la ventilación alveolar durante la PVE1, junto con un aumento del volumen corriente y la frecuencia respiratoria.

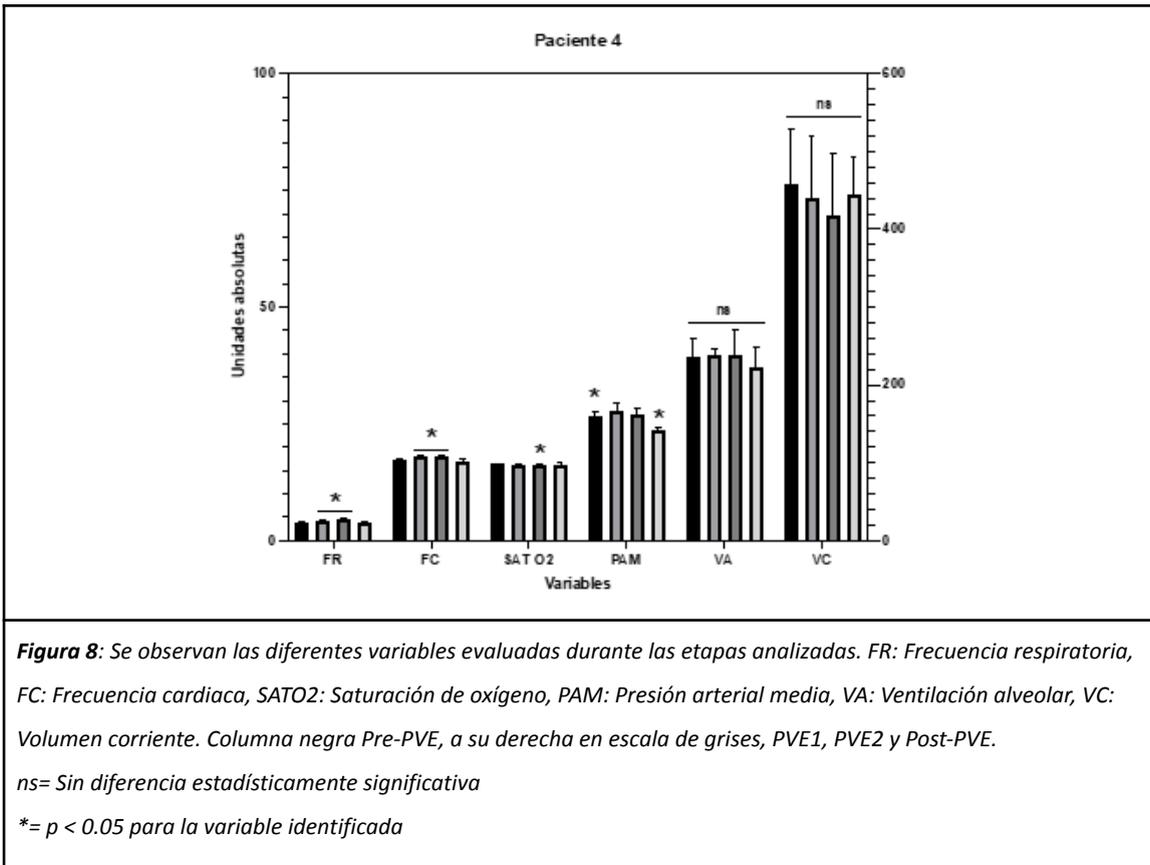
Durante la PVE2 caen la ventilación alveolar y el volumen corriente, manteniendo la frecuencia respiratoria, lo que puede traducir fatiga muscular con un patrón respiratorio superficial.

Observando la captura de pantalla de la asistencia ventilatoria impresiona que el periodo de mayor soporte y PEEP se asocia con asincronía y probable fatiga muscular. (Ver Anexo)

**Paciente 4:**



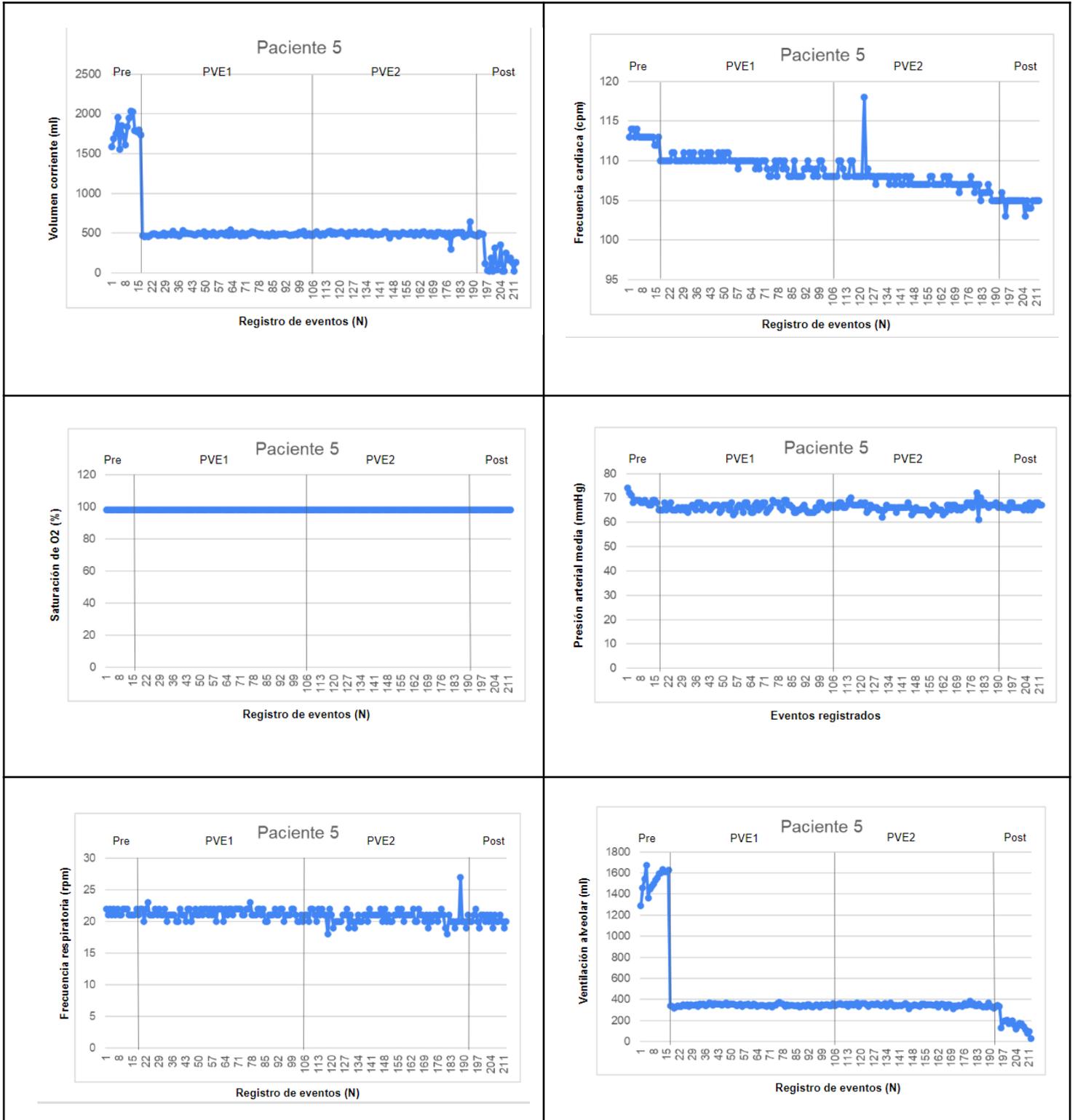
**Figura 7:** Registro desplegado de las variables de interés, de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: Volumen corriente (ml), frecuencia cardíaca (cpm), saturación de O2 (%), presión arterial media (mmHg), frecuencia respiratoria (rpm), ventilación alveolar (ml).



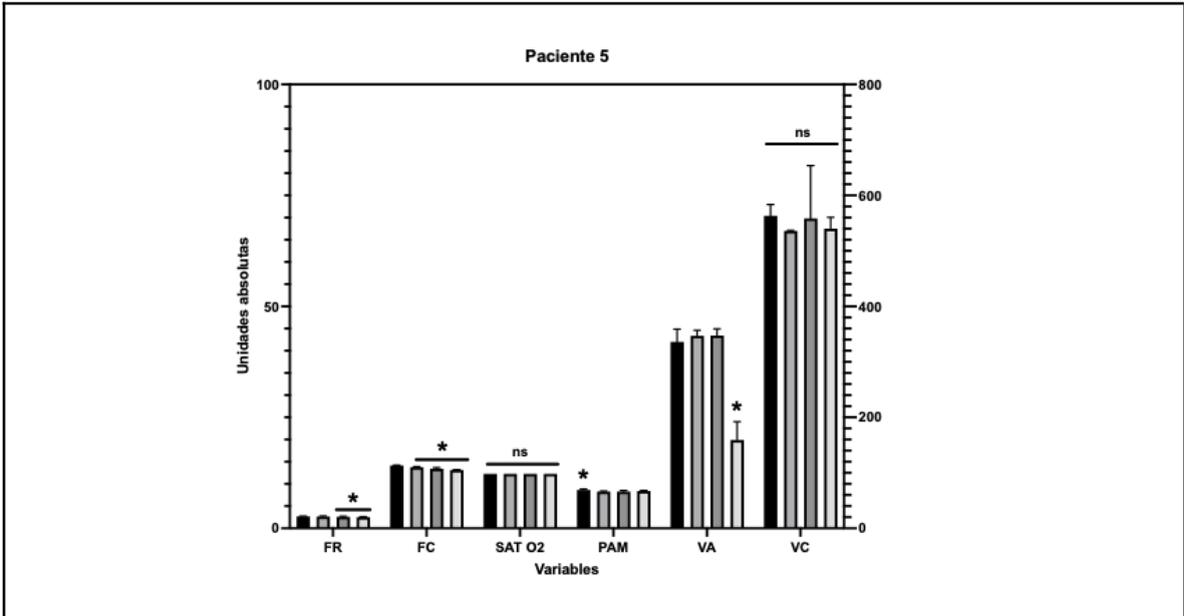
Se observa una prueba cardiopulmonar exigente, dado que hay un aumento de la frecuencia respiratoria y cardíaca, también aumenta la presión arterial media, interpretado como parte de la respuesta del paciente al estrés de la PVE.

Si bien observamos una caída de la saturación, esta fue leve. No hubo cambios significativos de la ventilación alveolar y del volumen corriente, por lo que podemos concluir que fue una PVE bien tolerada sin ninguna alteración de la respuesta ventilatoria del paciente. (Ver Anexo)

**Paciente 5:**



**Figura 9:** Registro desplegado de las variables de interés, de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: Volumen corriente (ml), frecuencia cardiaca (cpm), saturación de O<sub>2</sub> (%), presión arterial media (mmHg), frecuencia respiratoria (rpm), ventilación alveolar (ml).

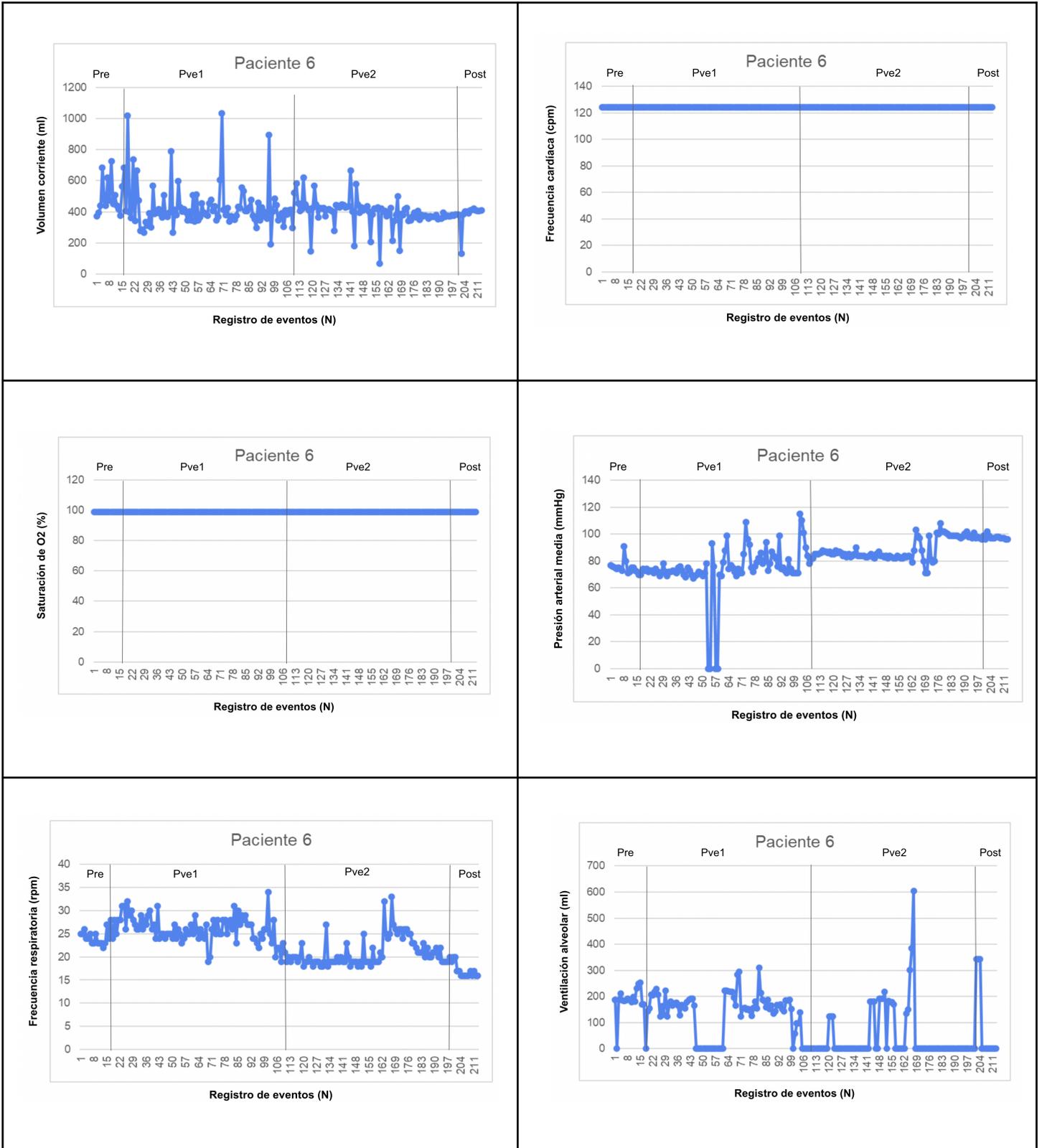


**Figura 10:** Se observan las diferentes variables evaluadas durante las etapas analizadas. FR: Frecuencia respiratoria, FC: Frecuencia cardiaca, SATO2: Saturación de oxígeno, PAM: Presión arterial media, VA: Ventilación alveolar, VC: Volumen corriente. Columna negra Pre-PVE, a su derecha en escala de grises, PVE1, PVE2 y Post-PVE.  
 ns= Sin diferencia estadísticamente significativa  
 \*=  $p < 0.05$  para la variable identificada

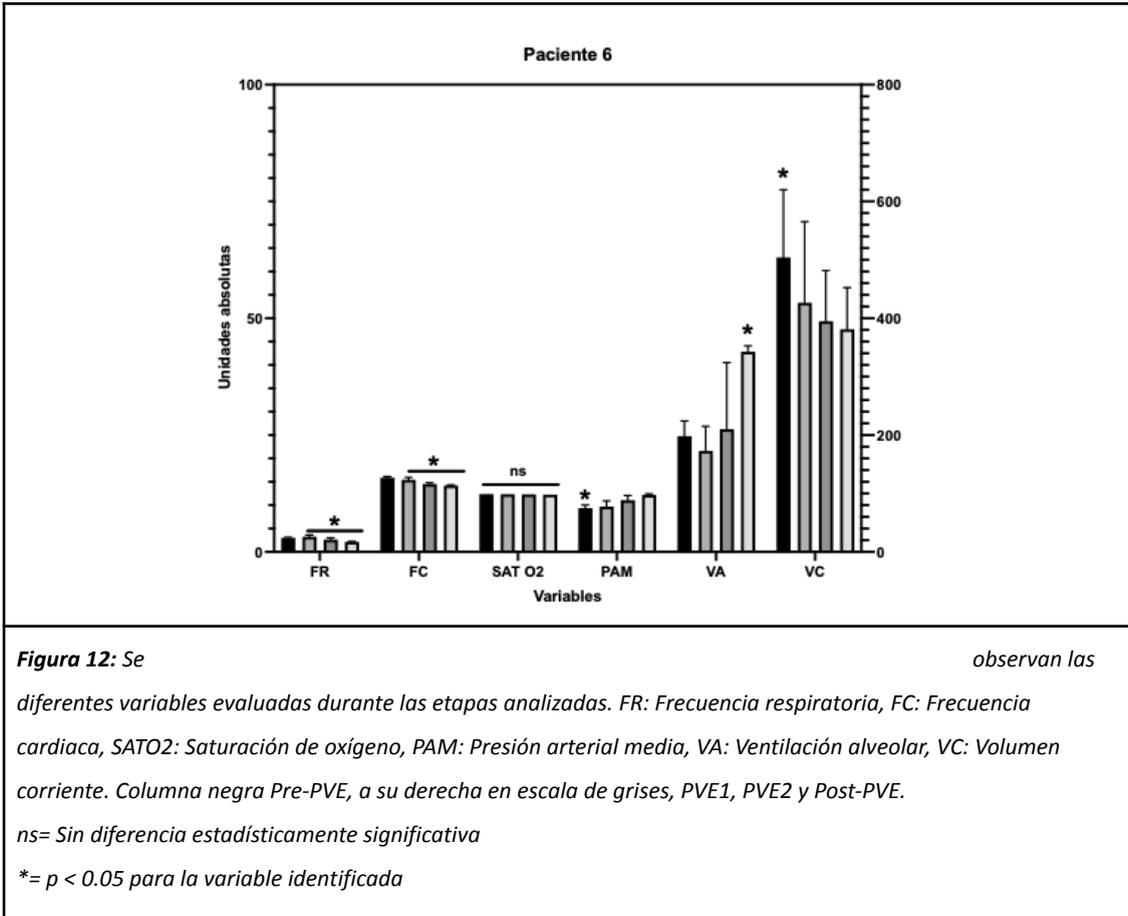
Se trató de una prueba cardiopulmonar exigente, en la que hubo un aumento de la frecuencia respiratoria y cardíaca, también se pudo observar una discreta caída de la presión arterial media a medida que transcurre la prueba de ventilación espontánea.

Se observó una caída importante de la ventilación alveolar asociada a un descenso significativo de la frecuencia respiratoria, sin que hubiera una disminución comparable del volumen corriente. Si bien esto puede corresponder a fatiga muscular, observando las capturas de pantalla de la asistencia ventilatoria se identifica atrapamiento de aire en la Post PVE, lo que seguramente está determinando la reducción de la ventilación alveolar. (Ver Anexo)

**Paciente 6:**



**Figura 11:** Registro desplegado de las variables de interés, de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: Volumén corriente (ml), frecuencia cardíaca (cpm), saturación de O2 (%), presión arterial media (mmHg), frecuencia respiratoria (rpm), ventilación alveolar (ml).



Se observa una prueba de estrés cardiopulmonar moderado.

Se constató una disminución de la FC, FR y un aumento de la PAM a lo largo de la prueba.

A lo largo de la PVE disminuye el volumen corriente, lo cual puede implicar un componente de fatiga muscular. Sin embargo, al terminar la PVE se observa un aumento significativo de la ventilación alveolar con descenso del volumen corriente. El agregado de PEEP en la etapa Post PVE probablemente corrige colapso alveolar progresivo y por eso se observa el aumento significativo de la ventilación alveolar en esta etapa. (Ver Anexo)

## **CONCLUSIONES:**

En este reducido grupo de pacientes existe heterogeneidad en los resultados observados por lo que no pueden extraerse conclusiones globales. Sin embargo, a pesar de estas dificultades se pudieron identificar al menos dos fenómenos bastante frecuentes en estos pacientes:

- 1 - En términos generales la PVE fue bien tolerada por los pacientes y significó un grado de esfuerzo cardiopulmonar moderado.
- 2- Hay una disminución de la ventilación alveolar en cinco de los seis pacientes que tiene al menos dos orígenes: fatiga muscular y asincronía en paciente-ventilador.

En función de que no podemos obtener un patrón de respuesta global único para este grupo de pacientes, definimos que aún no es posible comparar estos resultados con un grupo de pacientes no neurocríticos. Será con la inclusión de más pacientes en este grupo que podremos generar las condiciones mínimas que permitan hacer comparaciones.

De todas maneras, el análisis realizado hasta el momento nos permite avanzar en algunas conclusiones preliminares.

Si nos enfocamos en la ventilación alveolar como la variable de mayor interés (debido a que es la única que no se incluye de rutina al evaluar la PVE) es muy importante definir si el aumento del espacio muerto que presentan estos pacientes obedece a fatiga muscular o asincronías. Básicamente en los pacientes con fatiga muscular deberá ensayarse una estrategia que permita recuperar la fuerza muscular antes de un nuevo intento de PVE, mientras que aquellos pacientes que desarrollan la reducción de la ventilación alveolar por asincronía probablemente se beneficien de una desvinculación lo más rápido posible.

Como ya mencionamos en la introducción, uno de los desafíos más grandes de la AVM en pacientes críticos es definir el momento óptimo de su desvinculación. Es así que una desvinculación tardía se asocia a mayor debilidad muscular y mayor tasa de infecciones respiratorias, mientras que realizarla antes de que el paciente esté preparado es someterlo a un período de insuficiencia respiratoria y mayor deterioro clínico.

En nuestro pequeño grupo de pacientes identificamos de manera bastante clara que al menos dos de los seis casos analizados se beneficiaban de un descenso del soporte ventilatorio y por lo tanto podemos asumir que esos pacientes podrían haber estado fuera de la ventilación mecánica antes del momento de nuestro análisis.

Este desafío que involucra a todos los pacientes críticos, es más evidente en aquellos casos que asocian neuro deterioro, en los que la comunicación siempre es más difícil. De todas maneras destacamos que la realización de la PVE con el paciente conectado a la AVM nos permitió detectar esta situación y consideramos que es una herramienta adecuada y factible de ser realizada de forma diaria con los recursos que están disponibles habitualmente en todas las Unidades de Medicina Intensiva del país.

Más allá de que estos son resultados preliminares que deben ser completados y trabajados en el futuro para consolidar esta línea de trabajo, si existieron algunas conclusiones a destacar desde el punto de vista grupal en nuestra experiencia al trabajar con pacientes críticos.

A nivel grupal consideramos que fue una instancia enriquecedora ya que nos permitió el acercamiento a una especialidad de suma importancia a nivel asistencial y con difícil acceso durante la etapa estudiantil de la carrera Doctor en Medicina.

### **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos al profesor Dr. Arturo Briva y al asistente Dr. Sebastian Cuello por el acompañamiento en esta investigación y la enseñanza que nos dejaron. También agradecer a la UCI del Hospital de Clinicas Dr. Manuel Quintela por darnos el espacio de investigación y aprendizaje.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

1. J Hurtado. Modos convencionales de ventilación mecánica. Curso: Taller de Ventilación Mecánica 2018. UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA FACULTAD DE MEDICINA Hospital de Clínicas “Dr. Manuel Quintela” Laboratorio de Función Respiratoria Cátedra de Medicina Intensiva MONTEVIDEO URUGUAY
2. Gutiérrez Muñoz, F. (n.d.). Artículo de revisión Ventilación mecánica Mechanical Ventilation. In *Acta Med Per* (Vol. 28, Issue 2). <http://tratado.uninet.edu/c120102.html>
3. Anaagracielaafrança, D. (n.d.). *rmu29-2.vp*. Retrieved May 28, 2022, from <http://www.scielo.edu.uy/pdf/rmu/v29n2/v29n2a03.pdf>
4. J Hurtado. Descontinuación de la ventilación mecánica. Curso: Taller de Ventilación Mecánica 2018. UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA FACULTAD DE MEDICINA Hospital de Clínicas “Dr. Manuel Quintela” Laboratorio de Función Respiratoria Cátedra de Medicina Intensiva MONTEVIDEO URUGUAY
5. Fernández Merjildo, D., Porras García, W., León Rabanal, C., & Zegarra Piérola, J. (2019). Mortalidad y factores relacionados al fracaso del destete de la ventilación mecánica en una unidad de cuidados intensivos de Lima, Perú. *Revista Medica Herediana*, 30(1), 5. <https://doi.org/10.20453/rmh.v30i1.3466>
6. Robles, M. H. (2013). Capnografía volumétrica: herramienta por excelencia para evaluar la ventilación alveolar en tiempo real Volumetric capnography: an excellent tool to assess the alveolar ventilation in real time. In *Actas Peru Anesthesiol* (Vol. 21, Issue 2).
7. Cereceda-Sánchez, F. J., & Molina-Mula, J. (2017). Capnography as a tool to detect metabolic changes in patients cared for in the emergency setting. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, 25. <https://doi.org/10.1590/1518-8345.1756.2885>
8. Carrillo Esper, R. (n.d.). *Ventilación mecánica*.

**Anexos:**

**CONSENTIMIENTO INFORMADO.**

Fecha de realización: 27/5/2022

Fecha: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

**INFORMACIÓN PARA EL FAMILIAR**

Centro de tratamiento intensivo (CTI)  
Hospital de Clínicas “Dr. Manuel Quintela”

Somos un grupo de estudiantes de medicina que, junto con parte del equipo médico del CTI, estamos trabajando en un proyecto de investigación: “Análisis de variables durante prueba de ventilación espontánea en pacientes neurocríticos del Hospital de Clínicas”. Durante el periodo julio-agosto 2022.

Diariamente los médicos evalúan a los pacientes que están conectados a un respirador artificial (tubo) y definen si podrían o no volver a respirar por sí mismos.

Cuando el paciente se encuentra en condiciones, se realiza una prueba durante 60 minutos para definir si le quitan el tubo por compito o no. Durante esta prueba se analiza al paciente al inicio y al final, definiendo entonces si tiene las condiciones suficientes como para intentar respirar solo.

El objetivo de nuestra investigación es analizar al paciente durante toda la prueba (5 minutos antes, durante los 60 minutos y 5 minutos luego de finalizada) grabando los controles que se le realizan con tres videocámaras, junto con algunos datos de su historia clínica.

Éste estudio no implica riesgos físicos, emocionales, sociales o de otra índole para el paciente, no se tomarán muestras de sangre ni de ningún tipo. No cambia su tratamiento ni su pronóstico. Tampoco el paciente obtendrá un beneficio directo o inmediato, ni se dará una remuneración económica a cambio de participar.

Los resultados obtenidos serán con fines de progresar y mejorar la asistencia de futuros enfermos que se encuentren en la misma condición que su familiar, no implican ningún cambio en el tratamiento que se está realizando en este momento o en el futuro. Tampoco habrá ningún cambio en el tratamiento si usted no autoriza la participación. El ingreso al estudio es voluntario.

La información sobre el paciente se manejará con total confidencialidad, no siendo posible la identificación del mismo en ninguna grabación de video, ni en los datos clínicos a la hora de publicar los datos del proyecto.

Participar del estudio es un acto voluntario y como tal, puede usted acceder o no. En caso de la primera opción, podrá cambiar de opinión en cualquier momento. Su decisión no cambiará en absoluto la calidad de atención del paciente, pero recuerde los beneficios futuros que pueden tener los resultados obtenidos.

Todas las dudas y/o preguntas que sean de su interés, podrá realizarlas al equipo responsable antes, durante o incluso al finalizar el estudio.

Fecha: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

### **CONSENTIMIENTO INFORMADO**

**El siguiente consentimiento es para aceptar la participación en la investigación médica antes detallada.**

El día de la fecha, he leído y comprendido a información sobre el estudio que se titula:

“Análisis de variables durante prueba de ventilación espontánea en pacientes neurocríticos del Hospital de Clínicas”. Durante el periodo julio-agosto 2022.

Se me ha explicado de forma clara y detallada tanto el objetivo del estudio, así como su metodología. He podido realizar todas las preguntas de mi interés y he obtenido respuesta a las mismas.

Acepto participar de forma voluntaria, entendiendo que podré retirarme cuando lo desee sin necesidad de explicar los motivos de abandono, y sin que esto influya en la calidad de la asistencia brindada por el equipo de salud tratante.

Se me ha explicado claramente que la identidad del paciente será absolutamente confidencial y no se revelará bajo ninguna circunstancia.

**Nombre del participante o familiar:**

**Cédula de Identidad:**

**Dirección**

**Teléfono:**

**Firma:**\_\_\_\_\_

**Aclaración:**\_\_\_\_\_

**Investigador responsable:**

**Nombre:**

**Teléfono:**

**Firma:** \_\_\_\_\_

**Aclaración:** \_\_\_\_\_

## **HISTORIAS CLÍNICAS:**

### **Historia Clínica Paciente 1:**

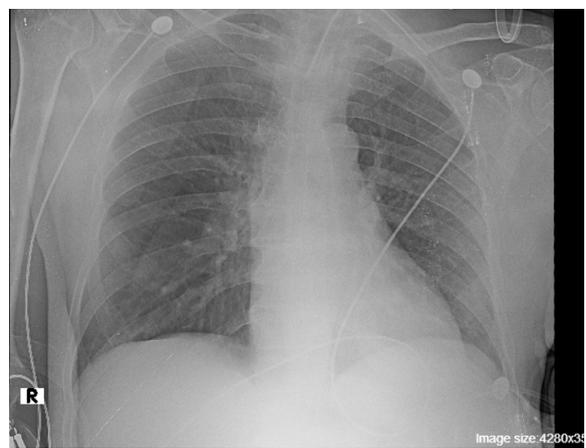
Sexo masculino 57 años, se desconocen antecedentes personales. Fecha de ingreso a UCI 14/08/2022.

Paciente es encontrado en vía pública con depresión de conciencia y es trasladado a centro de salud donde se encuentra Glasgow (GCS) 7, desviación de rasgos a derecha, anisocoria con midriasis arreactiva a izquierda, se procede a realizar Intubación orotraqueal (IOT). PA 70/40 mmHg, se logra estabilizar hemodinámicamente y se traslada a Hospital de Clínicas. Al arribo paciente extubado Sat O2 76%, no ventilan campos, PA 90/50 mmHG, FC 150 cpm, se procede a IOT y se conecta a ARM. Se solicita Tomografía Computada (TC) de cráneo (Figura 13). Ingresa a UCI, se plantea paciente no pasible de trombectomía mecánica, se inicia Sedoanalgesia continua (SAC), se emplaza vía venosa central yugular derecha doble luz. Se optimizan medidas de injuria encefálica secundaria. En la evolución se constata bacteriemia por lo que se inicia tratamiento antibiótico. El día 28/08 intenta la desvinculación de la ARM sin éxito por mal manejo de secreciones por lo cual se decide realizar traqueotomía percutánea bien tolerada por lo que se realiza PVE y se logra la desvinculación el día 12/09. Dada la buena evolución y estabilidad de sistemas fisiológicos mayores se solicita alta a cuidados intermedios.

Diagnóstico al egreso: Accidente Cerebro Vascular (ACV) isquémico.



**Figura 13:** Área hipodensa a izquierda, signo de la arteria cerebral media (ACM) hiperdensa, línea media centrada y Angio TC donde se ve arteria carótida interna izquierda. con defecto del relleno a nivel bulbar y disminución de la circulación terminal a nivel de la acm izquierda.



**Figura 14:** Imagen radiológica torácica del día en que se realizó la PVE.

**Historia Clínica Paciente 2:**

Sexo femenino 65 años, procedente de Solymar.

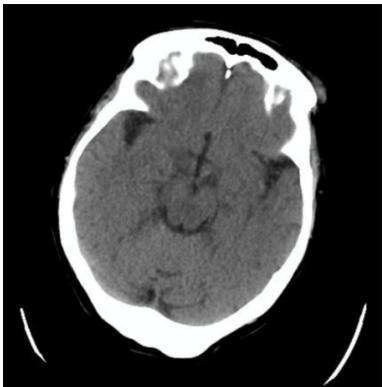
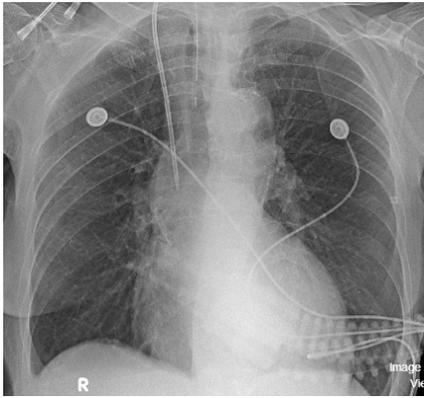
Fecha de ingreso al Centro Cardiovascular Universitario del Hospital de Clínicas (CCVU-HC): 29/03/2022. Fecha de ingreso a UCI: 30/03/2022.

Antecedentes personales: Hipertensión arterial (HTA), tabaquista, ACV en contexto de cirugía mayor de cadera, sin secuelas. Neoplasia de cuello uterino, colostomizada. Tratamiento habitual: Carvedilol 12.5 mg/día, Furosemide 40 mg/día, Ácido Acetilsalicílico 100 mg/día, Atorvastatina 20 mg/día.

Enfermedad Actual: Paciente con pérdida de conocimiento de 18hs de duración, trasladada por familiares a centro de salud donde constatan Paro cardiorrespiratorio (PCR) en Fibrilación Ventricular (FV). Inician Reanimación cardio-pulmonar (RCP) que requiere adrenalina y amiodarona, retomando ritmo sinusal (RS). Se realiza ECG, constatándose Bloqueo Auriculo Ventricular (BAV) completo, Supradesnivel del segmento ST de V1 a V6 donde se plantea Infarto Agudo de Miocardio con elevación del segmento ST (IAMCEST) por lo que ingresa a CCVU para valoración: GCS 4, SAC, Estable. Se realiza TC de cráneo (Figura 14) y Cineangiocoronariografía (CACG) de urgencia donde se encuentra oclusión crónica en Arteria descendente anterior. Ecocardiograma informa FEVI 10%, hipocontractilidad difusa.

Ingresa a UCI, IOT y ARM bajo SAC, apertura ocular espontánea y gestos frente a estímulos nociceptivos, hemodinámicamente estable, RS FC 84 cpm, mala perfusión distal. En la evolución incambiada en lo neurológico y mal pronóstico funcional, agregando disfunciones multiorgánicas se decide en conjunto con familiares no escalar en medidas invasivas priorizando medidas de confort. Se constata fallecimiento 04/04/2022 18.30 hs.

Diagnóstico al Egreso: PCR reanimado de causa cardiovascular, HSA

	
<p><b>Figura 15:</b> Hemorragia subaracnoidea en surcos de la convexidad frontal derecha.</p>	<p><b>Figura 16:</b> Imagen radiológica torácica del día en que se realizó la PVE.</p>

**Historia Clínica Paciente 3:**

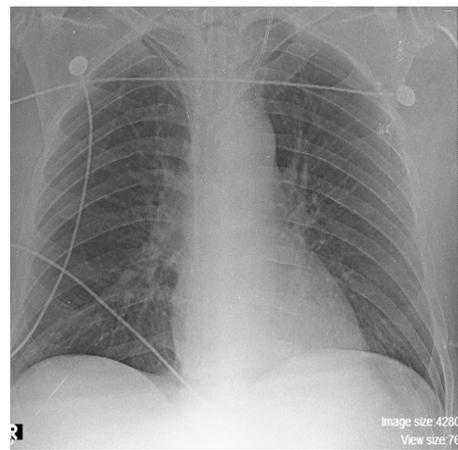
Sexo masculino, 54 años, AP: HTA en tratamiento con enalapril, mal control. Arritmia que desconoce, tabaquista, enolista, niega alergias medicamentosas.

Consulta en emergencia por cefalea occipital de inicio brusco, acompañado de vómitos de lo ingerido. Posteriormente agrega inestabilidad en la marcha. Al examen GCS 14, PA 180/100, desviación de rasgos a nivel de comisura bucal derecha, fuerzas conservadas, se realiza TC de cráneo informa: sangre en espacio subaracnoideo a nivel de cisternas supraselar, prepontina, interpeduncular, silvianas e interhemisférica anterior. Leve dilatación del sistema ventricular supratentorial. No se observan alteraciones en la densidad del parénquima encefálico. Estructuras de la línea media centradas.

En la evolución en emergencia PA 210/110 mmHg, depresión de conciencia GCS 8, por lo que se realiza IOT y coordina traslado al HC con equipo de neurocirugía. Al arribo se solicita pc sanguínea y angio TC (ver figura 15). Valorado por neurocirugía se coordina arteriografía. Ingresa a UCI 5/4 bajo sedoanalgesia continua, hemodinamia mantenida bajo noradrenalina 0.4 mcg kg/min PAM 120 mmhg, ritmo regular de 55 cpm, bien perfundido, IOT. Se toma conducta expectante con inicio de antibiótico. En la evolución buen estatus neurológico, vigil, se realiza PVE exitosa y se extuba con excelente tolerancia. Mejoría de cifras de HTA, función renal normal, natremia mantenida, cursando neumonía adquirida en ventilación (NAV) a *Haemophilus influenzae* en tratamiento con Ampicilina.



**Figura 17:** Arterias vertebrales extracraneales difusamente finas, permeables. Arteria vertebral derecha en su segmento V4 dilatación fusiforme. Arteria vertebral izquierda en su segmento V4 sectores de estenosis segmentarias. No se reconoce opacificación del tronco basilar.



**Figura 18:** Imagen radiológica torácica del día en que se realizó la PVE.

**Historia Clínica Paciente 4:**

Sexo femenino, 62 años. Fecha de ingreso a UCI: 28/04

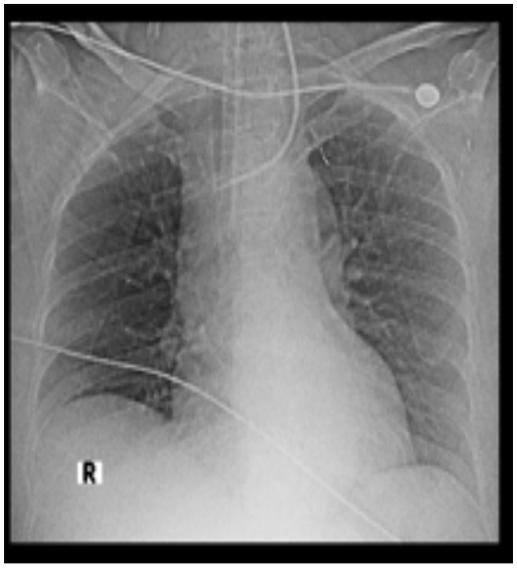
Antecedentes Personales: HTA en tratamiento con Losartán 50 mg/día.

Enfermedad Actual: Comienza con episodio brusco de neuro deterioro y vómitos por lo que es trasladada al Hospital de Clínicas. Al arribo GCS 13, moviliza los 4 miembros, PA 220/120 mmHg, FC 70 cpm, SatO2 95%, Hemoglucotest (HGT) 1.90. Se realiza TC de cráneo. (Figura 17).

Paraclínica sanguínea sin alteraciones. En la evolución en emergencia se constata neuro deterioro por lo que se procede a IOT. Equipo de neurocirugía evalúa y decide evacuación de hematoma por lo que ingresa a block quirúrgico.

Ingresa a UCI, SAC, GCS 3, buena perfusión, lactato 2, IOT. En su estadía durante 13 días se destaca: TC de cráneo para descartar hidrocefalia. Desvinculación de ARM dificultosa por excitación psicomotriz, extubada día 10/05, ITU tratada con Ampicilina, Cifras de PAS máximas de 240 mmHg que requieren tratamiento con Labetalol. Al alta se encuentra vigil, confusa, sin elementos de focalidad neurológica, tolerando vía oral, hemodinamia y respiratorio estables. Evolucionando a la mejoría sin elementos de actividad infecciosa. Dada estabilidad de sistemas fisiológicos mayores se plantea alta a Cuidado Intermedios para continuar valoración.

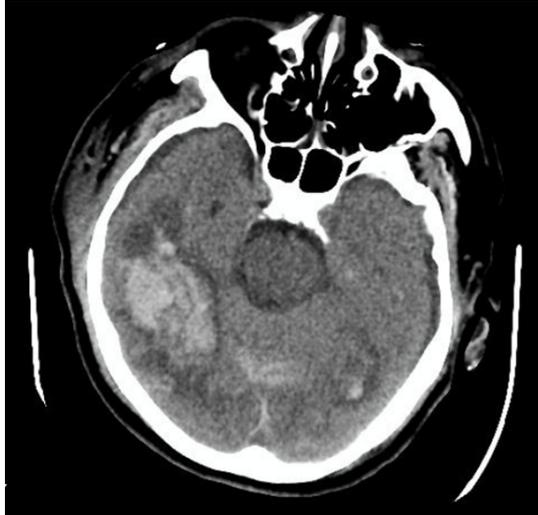
Diagnóstico al egreso: ACV hemorrágico

	
<p><b>Figura 19:</b> lesión hiperdensa en región de vermis cerebelosa compatible con hemorragia intraparenquimatosa</p>	<p><b>Figura 20:</b> Imagen radiológica torácica del día en que se realizó la PVE</p>

**Historia Clínica Paciente 5:**

Sexo masculino 74 años, HTA

Encontrado por familiar con pérdida de conocimiento y estigmas traumáticos en cráneo por lo que es trasladado a emergencia. Al arribo GCS 5, pupilas simétricas reactivas, PAS 50 mmHg, frialdad periférica. Se procede a IOT, hipotensión mantenida que no responde a cargas de volumen. Se traslada a UCI de HC, se realiza ecografía focal que evidencia: consolidación bibasal en extrema base pulmonar, ventrículo izquierdo con contractilidad adecuada, hiperquinético, Ventrículo derecho de dimensiones normales y contractilidad adecuada. Se constata shock de perfil distributivo por aspiración de la vía aérea y síndrome de disfunción multiorgánica.

	
<p><b>Figura 21:</b> Se observa contusión de sector posterior con transformación hemorrágica y efecto de masa dado por compresión de cisternas mesencefálica.</p>	<p><b>Figura 22:</b> Imagen radiológica torácica del día en que se realizó la PVE.</p>

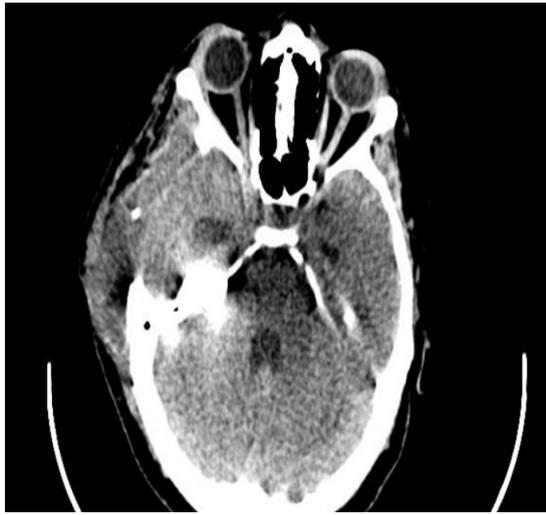
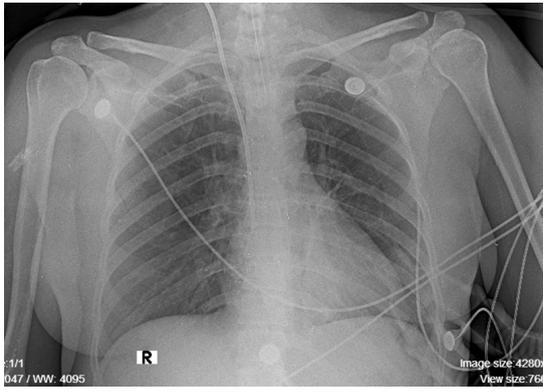
**Historia Clínica Paciente 6:**

Sexo Femenino 38 años, sin Antecedentes Personales a destacar

Fecha de ingreso a UCI 29/06/2021.

Paciente sufre siniestro en moto sin casco, embestida por auto, asistida por Unidad de emergencia móvil (UEM), Hemodinamia y respiratorio estable, GCS 3, IOT. Al arribo se realiza TC body que informa: (Figura 21). Ingres a UCI, IOT, bajo SAC, GCS 3. Buena evolución en lo neurológico, TC sin cambios. 24/7 se comienza la desvinculación de ARM. Al alta paciente vigil, Respuesta ocular simétrica (ROS), paresia de hemicuerpo izquierdo, se comunica, confusa. VEA, SatO2 97% sin disnea ni trabajo respiratorio. Hemodinamia estable. Sin actividad infecciosa y sin antibioticoterapia. Se decide alta a cuidados moderados. En piso se procede a recolocar hueso sin incidentes, con previa TAC que informa disminución del efecto de masa. En la evolución presenta elementos de HEC con cultivo de Líquido Ceforraquídeo (LCR) que desarrolla *Acinetobacter Baumannii Complex* y se inicia tratamiento antibiótico, al no presentar mejoría se ingresa a UCI donde evoluciona a la peoría de la disfunción hemodinámica, requiriendo drogas vasopresoras a altas dosis. Se descartan otras etiologías de shock, no responde a las medidas de reanimación continua, fallece hora 16:45.

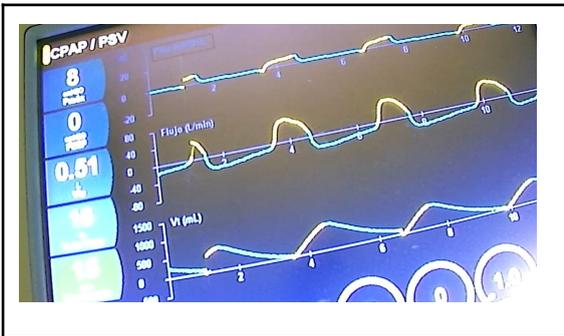
Diagnóstico al egreso: PTM grave con TEC. Absceso intracerebral.

	
<p><b>Figura 23:</b> Cráneo: HSD agudo hemisferio derecho, fractura occipital izquierda.</p>	<p><b>Figura 24:</b> Imagen radiológica torácica del día en que se realizó la PVE.</p>

**IMÁGENES VENTILADOR:**



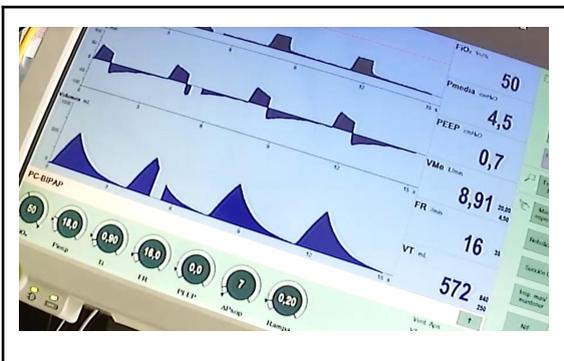
**Figura 25:** Pre PVE Paciente 1: Se observa patrón espiratorio que no evidencia atrapamiento aéreo



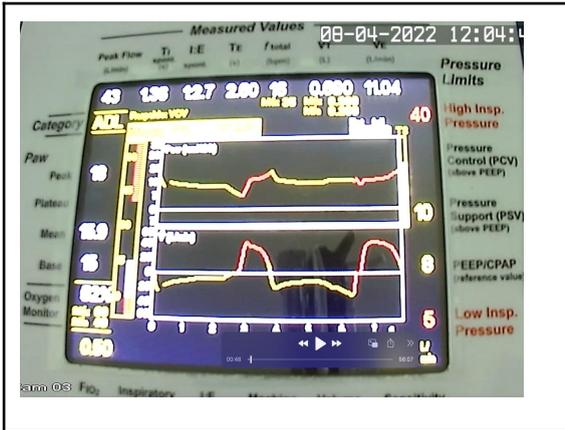
**Figura 26:** PVE paciente 1: Se observa patrón espiratorio que evidencia cambios mínimos respecto a la Figura 21 (leve atrapamiento aéreo)



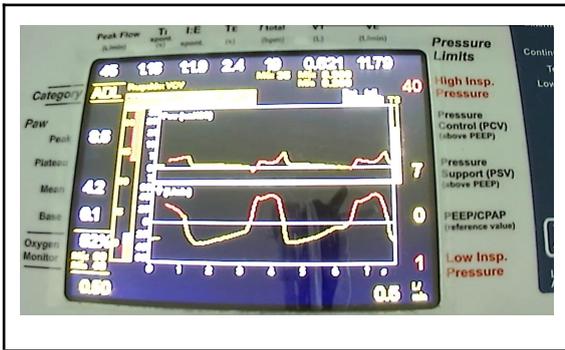
**Figura 27:** Pre PVE Paciente 2: Se observan asincronías en el patrón espiratorio.



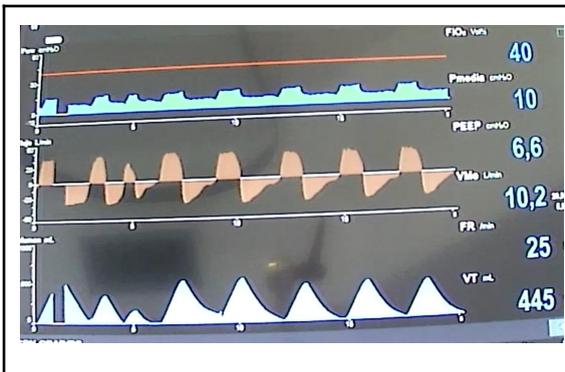
**Figura 28:** PVE Paciente 2: Se observa franca mejoría en el patrón espiratorio.



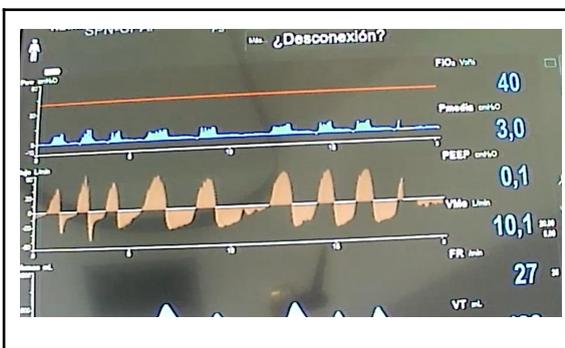
**Figura 29:** Pre PVE paciente 3: Se observa patrón espiratorio que traduce atrapamiento aéreo (comienzo de fase inspiratoria precoz).



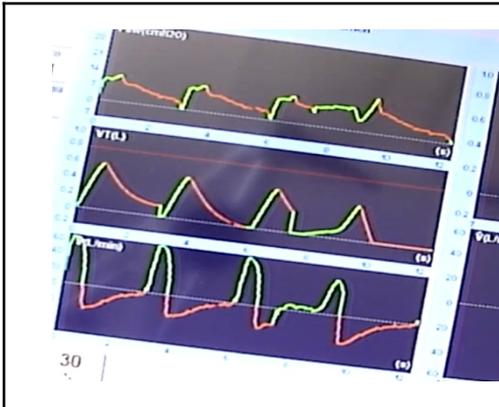
**Figura 30:** PVE paciente 3: Se observa mejoría en patrón espiratorio.



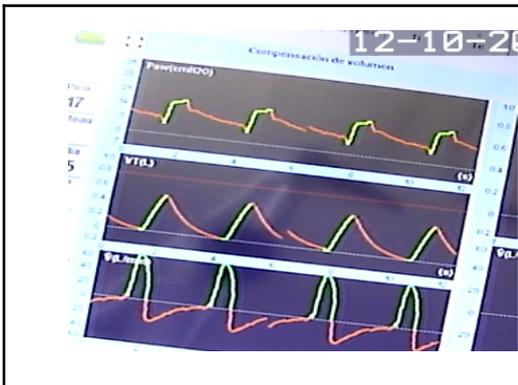
**Figura 31:** Pre PVE paciente 4: Se observa patrón espiratorio sin alteraciones.



**Figura 32:** PVE paciente 4: Se observan asincronías en patrón espiratorio.



**Figura 33:** PVE del paciente 5: Se observa patrón espiratorio que traduce atrapamiento aéreo.



**Figura 34:** Post-PVE del paciente 5: Se observa mejoría del patrón espiratorio, sin presencia de atrapamiento aéreo.



**Figura 35:** PVE paciente 6, se ven asincronías al sacar PEEP.



**Figura 36:** Post PVE paciente 6: Ventila de manera armónica al estar la PEEP 8.