



HOSPITAL DE CLÍNICAS
Dr. Manuel Quintela



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY



Ciclo de Metodología Científica II-2023
Grupo 111

**Impacto del control postural en la hemodinamia cerebral y la autorregulación cerebral en
pacientes con injuria encefálica aguda.**

Acosta Perez, Rosa ¹

Alegre Nicleson, Camila ¹

Barbieri Silva, Carolina ¹

Coelho Pereira, Estefany ¹

Presa Bejerez, Claudia ¹

Orientadores:

Dra. Corina Puppo ²

Dr. Leandro Moraes ²

¹ CICLO DE METODOLOGÍA CIENTÍFICA II 2023 - FACULTAD DE MEDICINA - UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA, URUGUAY

² CENTRO DE TRATAMIENTO INTENSIVO - HOSPITAL DE CLÍNICAS "DR. MANUEL QUINTELA" - UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA, URUGUAY

Indice (Contenidos)	Pág.
<i>Resumen</i>	3-4
<i>Introducción</i>	
- <i>Planteamiento del problema</i>	4
- <i>Fundamento teórico</i>	4-6
- <i>Justificación</i>	6-7
<i>Objetivos</i>	7
<i>Pregunta de investigación</i>	7
<i>Metodología</i>	7-10
<i>Consideraciones éticas</i>	10-11
<i>Análisis de resultados</i>	11-12
<i>Resultados</i>	13-26
<i>Discusión</i>	26-28
<i>Perspectivas futuras</i>	28
<i>Conclusiones</i>	28
<i>Referencias bibliográficas</i>	28-29
<i>Agradecimientos</i>	29
Anexos	
<i>Tabla para la recolección de datos</i>	30 -31
<i>Consentimiento informado</i>	31-32
Índice (Figuras)	
Figura 1: <i>Adquisición de prueba de señales del ECG, SpO2 y rSO2 del lado izquierdo medido por su optodo correspondiente</i>	9
Figura 2: <i>Conexión de los monitores al software de la Laptop</i>	9
Figura 3: <i>Monitor General Electric modelo B20 con las señales correspondientes a ECG, PAM, PPC y SpO2 de un paciente monitorizado</i>	10

Figura 4: Diagrama de flujo en función de los criterios de inclusión y exclusión	12
Figura 5: Señales adquiridas de la adquisición completa	13
Figura 6: Señales adquiridas de la adquisición con eliminación de los artefactos en la presión arterial media y rSO2	14
Figura 7: Señales superpuestas de la PAM y NIRS derecho e izquierdo en el intervalo correspondiente a la posición de 30°	14
Figura 8: Autorregulación cerebral por TOX bilateral en toda la adquisición	15
Figura 9: PPC óptima evidenciada por el TOXa	15
Figura 10. Señales adquiridas durante todo el periodo de monitorización	16
Figura 11. Señales adquiridas en todo el periodo de monitorización con eliminación de artefactos.	17
Figura 12. Señales adquiridas en los intervalos de cambio de posición de 45°, 30° y 10°.	17
Figura 13. Señales adquiridas en los intervalos de cambio de posición de 10°, 30° y 45°.	18
Figura 14. Evolución del valor medio de las señales en función del tiempo correspondiente al intervalo de cambio de posición de 30° a 10°.	19
Figura 15. Evolución de los valores medios de las señales de PIC, PAM, PPC en toda la monitorización.	20
Figura 16. Señales medias PAM, PIC y PPC, y coeficientes de correlación PRx y TOX en función del tiempo en toda la adquisición	20
Figura 17. Señales superpuestas en función del tiempo	21
Figura 18. Coeficientes de correlación TOX en función de la PPC	22
Figura 19. Señales de la adquisición completa a 10°, 30° y 45°	23
Figura 20: Señales adquiridas de la PAM, PPC y PIC durante el tiempo transcurrido a 30°	24
Figura 21: Registro de la media de la PPC, PIC y PAM	24
Figura 22: Señales adquiridas correspondientes a los intervalos de 10°, 30° y 45° del periodo de elevación de la PAM con alteración a nivel de la PIC y de la SatO2	25
Figura 23: Coeficientes de correlación en función del tiempo. Parte A	25
Figura 24: Coeficientes de correlación en función del tiempo. Parte B	26

Resumen

La injuria encefálica aguda (IEA) es una de las principales causas de morbimortalidad en Uruguay, donde la presión intracraneal (PIC) es un factor pronóstico modificable. Su descenso puede lograrse con medidas terapéuticas inespecíficas o específicas. Entre las primeras se encuentra el control postural que incluye la elevación de la cabecera de la cama a 30°. Los cambios en el ángulo de la cabecera de la cama (ACC) pueden desencadenar episodios de hipotensión o hipertensión arterial y/o cambios en la PIC que pueden ser perjudiciales para el encéfalo injuriado, fundamentalmente si la autorregulación cerebral (ARC) está alterada. Sin embargo, los cambios de la ARC y la presión de perfusión cerebral óptima (PPCopt) no han sido estudiados en profundidad en este contexto. La PPC óptima es la presión arterial a la que la ARC es más efectiva, y es variable de un paciente a otro.

Objetivo: Evaluar el impacto del cambio del ACC sobre la hemodinamia intracraneana y sistémica y la ARC continua y la PPCopt.

Metodología: Se realizó un estudio experimental, prospectivo y autocontrolado en pacientes con IEA que ingresaron al Centro de Tratamiento Intensivo del Hospital de Clínicas de Montevideo. Para la adquisición y procesamiento integrado de las variables se empleó el Sistema CONTINE de la UdelaR. Se evaluó, caso a caso, la variación de la PIC/PPC, índices TOx/PRx y PPCopt con los cambios del ACC a 10, 30, 45°.

Resultados y discusión: 10 pacientes ingresaron con IEA, 3 pacientes con neurotrauma grave cumplieron los criterios de inclusión y 7 tuvieron un criterio de exclusión. Los cambios de posición desencadenaron variaciones en la presión arterial, PIC/PPC, índices PRx/TOx y PPCopt.

Conclusiones: los cambios del ACC indujeron variaciones hemodinámicas sistémicas e intracraneales. El estudio del estado de la ARC continua y la variación de la PPCopt nos permitió aproximarnos con mayor profundidad a la vulnerabilidad del encéfalo frente a los mismos. Más pacientes son necesarios para corroborar los resultados del análisis individual.

Palabras Clave: Hemodinamia sistémica e intracraneana, autorregulación cerebral, control postural, neuromonitoreo integrado multimodal, sistema CONTINE.

Abstract

Acute brain injury (TBI) is one of the main causes of morbidity and mortality in Uruguay, where intracranial pressure (ICP) is a modifiable prognostic factor. Its reduction can be achieved with nonspecific or specific therapeutic measures. Among the first is postural control that includes raising the head of the bed (HOB) to 30°. Changes in the angle of the head of the bed can trigger episodes of hypotension or high blood pressure that can be harmful to the injured brain, especially if cerebral autoregulation is altered. However, the state of autoregulation and optimal cerebral perfusion pressure (CCP) has not been studied in depth in this context. Optimal Cerebral Perfusion Pressure (CPP) is the blood pressure at which autoregulation is most effective, and is variable from one patient to another.

Objective: To evaluate the impact of HOB change on intracranial and systemic hemodynamics and continuous CAR and optimal CPP.

Methods: An experimental, prospective and self-controlled study was carried out in patients with AEI who were admitted to the Intensive Treatment Center of the Hospital de Clínicas of Montevideo. For the acquisition and integrated processing of the variables, the CONTINE System of UdelaR was used. The variation of ICP/PPC, TOx/PRx and optimal PPC indices with changes in HOB at 10, 30, 45° was evaluated case by case.

Results and Discussion: 10 patients were admitted with AEI, 3 patients with severe neurotrauma met the inclusion criteria and 7 had an exclusion criterion. Position changes triggered variations in blood pressure, ICP/ CPP, PRx/TOx indices and optimal PPC.

Conclusions: changes in head of bed angle induced systemic and intracranial hemodynamic variations. The study of the state of continuous autoregulation and the variation in optimal perfusion pressure allowed us to gain a deeper insight into the vulnerability of the brain to them. More patients are necessary to corroborate the results of the individual analysis.

Key Words: Systemic and intracranial hemodynamics, cerebral autorregulación, postural control, multimodal integrated neuromonitoring, CONTINE system.

Planteamiento del problema

La injuria encefálica aguda (IEA) de etiología traumática o vascular (ataque cerebrovascular) representa una de las principales causas de morbimortalidad de la población uruguaya. La hipertensión intracraneal (HIC) es el principal factor pronóstico modificable en este contexto. Su descenso puede lograrse en base a la indicación de medidas terapéuticas no específicas (aplicables a todos los pacientes) o específicas, escalonadas, no exentas de riesgo. Entre las primeras se encuentra el control postural que incluye el adecuado posicionamiento de la cabeza y el cuello y la adecuada elevación de la cabecera de la cama (usualmente a 30°). Se han encontrado numerosos estudios que no fueron concluyentes en cuanto al beneficio en los cambios sucesivos en la elevación de la cabecera de la cama, pero aún así se recomienda la elevación de la misma a 30°.

Adicionalmente, los cambios provocados al cambiar el ángulo de la cabecera de la cama también pueden, potencialmente, desencadenar o inducir episodios de hipotensión o hipertensión arterial. Estos últimos, serán singularmente riesgosos si la ARC está perdida y/o la variación de la PPC se aleja de la PPCopt. [1;2]

Hoy en día, el estudio de la ARC de forma continua (índices PRx/TOx) y de la PPCopt para cada paciente es posible con el uso de softwares capaces de integrar el análisis de las señales obtenidas de los monitores que se colocan a estos pacientes. Los pioneros en el mundo son los investigadores del Laboratorio de Física del Cerebro del Hospital Addenbrooke's de Cambridge, Reino Unido. En Uruguay, el Laboratorio de Hemodinamia Intracraneal y Reactividad Cerebrovascular de la Cátedra de Medicina Intensiva trabaja desde 2004 en el tema y desarrolló el sistema CONTINE (hardware y software de neuromonitoreo integrado multimodal). Desde entonces, numerosas versiones se han perfeccionado, incluso la versión con procesamiento online se encuentra en plena fase de ejecución (Maestría ProInBio del ingeniero Bernardo Yelicich). [3]

A pesar de la importancia mencionada, el impacto de los cambios de posición se ha estudiado insuficientemente a la fecha. Particularmente su efecto sobre la autorregulación cerebral continua y presión de perfusión cerebral óptima.

Fundamento teórico

La ARC es la capacidad intrínseca del cerebro para mantener un flujo sanguíneo cerebral (FSC) constante a pesar de las variaciones en la presión de perfusión cerebral (PPC). Este mecanismo, efectivo en un rango de PPC de 60 a 100 mmHg, protege al cerebro de las situaciones de hipo o hiperperfusión.

Dentro de este rango en que funciona la autorregulación, los cambios se acompañan de modificación inversa en el calibre vascular y en consecuencia, en el volumen sanguíneo cerebral (VSC), por lo que

el aumento de PPC se asocia a vasoconstricción arteriolar y descenso del VSC, mientras que la disminución de PPC se asocia a vasodilatación arteriolar y aumento del VSC.

Cuando se encuentra fuera de este rango, el FSC obedece directamente a los cambios en la PPC, reflejando el agotamiento de la capacidad de mantener dicho flujo mediante variaciones en la resistencia vascular cerebral (RVC).

Es esencial comprender que la autorregulación tiene un papel protector tanto frente a la isquemia (en descensos extremos de la PPC) y ante al edema cerebral inducido por el aumento de la PPC, lo cual daña la barrera hematoencefálica [4;5].

Para comprender mejor la relación entre estos parámetros antes mencionados, es importante definirlos:

PPC: Es la presión a la cual el tejido cerebral se nutre para tener un buen funcionamiento metabólico y según sus valores, permite estimar el estado en que se encuentra la perfusión cerebral. Se calcula como la diferencia entre PA y PIC.

Valores menores de 50 mmHg implican una disminución severa del FSC, con riesgo de isquemia cerebral [6].

PIC: Es la presión dentro del cráneo, con un funcionamiento cerebral adecuado entre 10 y 20 mmHg. Puede variar con la posición del paciente, la presión arterial (PA), la respiración y las acciones que incrementan la presión intratorácica e intraabdominal.

La PIC se puede monitorizar de forma invasiva o no invasiva [3]. El método invasivo, que se elige en función de la topografía, puede ser ventricular, cisternal, subdural, extradural o parenquimatoso.

En trauma, su monitorización tiene como indicación en pacientes post resucitación con Glasgow menor o igual a 8, y en pacientes con trauma moderado con efecto de masa local o difuso, inicialmente no quirúrgico. [6]

FSC: Se encuentra determinado por el consumo metabólico de oxígeno cerebral (CMRO₂), la ARC a través de la RVC y la PPC (diferencia entre la PAM y la PIC) [6].

RVC: Está modificada por vasodilatación y vasoconstricción, regulada por la PaCO₂ y la PAM.

Determina el mantenimiento del FSC según las necesidades metabólicas del cerebro [6;7].

PRx: El PRx es el Índice de Reactividad Presora y representa una correlación entre valores medios de la PAM y la PIC medidos durante un determinado periodo de tiempo. Este es una medición invasiva ya que necesita un dispositivo de monitoreo invasivo de PIC, pero tiene la ventaja de que se puede realizar en forma prácticamente permanente.

Cuando se correlaciona PAM con PIC, se debe recordar que entre el cambio o mantenimiento de flujo generado por el mecanismo autorregulatorio cerebral se encuentran las resistencias cerebrovasculares. Un aumento o disminución de volumen cerebral va a impactar de diferente manera en la PIC; por lo tanto, si en un determinado paciente la PA aumenta y la PIC aumenta podemos decir que hubo vasodilatación de las arteriolas de resistencia y esto habla de poca capacidad autorregulatoria, en el sistema de registro, se verá una relación positiva entre la PIC y la PAM. Si, por el contrario, el aumento de PAM se acompaña de disminución de la PIC podemos inferir que se ha generado una vasoconstricción, respuesta normal que habla de mecanismo autorregulatorio mantenido.

Para el Prx se acepta, un valor de 0.2 como límite por debajo del cual la reactividad presora se considera mantenida y por encima, alterada.[8]

TOx: El TOx es el Índice de Oxigenación Tisular que es designado y calculado en base a la rSO₂, y éste es medido durante un determinado periodo de tiempo. Este es una medición no invasiva que se mide a través de la colocación de los optodos. En el análisis de los datos éste puede representarse de

dos formas: como TOX directamente cuando este se monitoriza en función de la PPC; o como TOXa si se monitoriza en función de la PA.[9]

El TEC representa la principal causa de muerte en menores de 40 años y la tercera causa de muerte en la población general en Uruguay y otros países.

Este se define como una alteración en la función cerebral causada por fuerzas externas; y estudios revelan que entre el 49 y el 87% de los pacientes con TEC grave presentan ausencia o deterioro de la autorregulación cerebral.

Las injurias secundarias a un TEC llevan a alteraciones en la autorregulación cerebral, generando HIC y favoreciendo mecanismos que afectan a la autorregulación cerebral.[5;10]

Es importante tener en cuenta que, aunque el TEC es relevante en nuestro medio, existen otras causas de injuria encefálica aguda, como los ACV en sus diferentes tipos: hemorragia IC, subaracnoidea (HSA) y el ACV isquémico. [5]

Cuando la autorregulación está abolida, el FSC se vuelve dependiente de la presión en todos los niveles de la PPC. En estos casos, un descenso rápido de la PPC induce isquemia, mientras que un aumento descontrolado provoca aumento del FSC, del VSC y, por ende de la PIC [1].

Otro aspecto importante en cuanto a la autorregulación, es que cuando se ve afectada en un solo sector del encéfalo, la disminución de la PPC produce una caída del FSC regional (FSCr) a ese nivel. En sectores con autorregulación conservada, se observa vasodilatación que mantiene su FSCr. Este fenómeno conocido como "efecto robo" provoca una redistribución del FSC hacia sectores con autorregulación no alterada, perjudicando las regiones afectadas y aumentando el grado de injuria en estas áreas. [11]

Cuando la autorregulación cerebral continua está alterada, un aumento de la PAM aumentará pasivamente la PIC (índice PRx o TOx tiende a 1). En cambio, cuando la ARC está preservada, un aumento de la PAM no modificará o incluso disminuirá la PIC (índice PRx o TOx se encuentra entre 0 y -1) [12].

Se han realizado estudios en pacientes con TEC donde la PPC óptima, calculada en base al Índice de reactividad PRx (coeficiente de correlación móvil entre la PIC y la PAM), varía en un rango de 65 a 96 mmHg. Sin embargo, se concluye que se debe realizar un control de PPC individualizado y continuo con cada paciente.

Otros parámetros importantes son la saturación regional de oxígeno cerebral (rSO₂) y el índice de oxigenación tisular (TOx: coeficiente de correlación móvil entre rSO₂ y PPC), que representan el porcentaje de oxigenación de la hemoglobina en el volumen de la muestra.

Una forma no invasiva de medir dicha rSO₂ es mediante la "Espectroscopia Cercana al Infrarrojo (Near Infrared Spectroscopy - NIRS)". La cual utiliza ondas de luz en un rango de 700 a 1000 nm, maximizando la absorción de la hemoglobina oxigenada y desoxigenada. La rSO₂ y el TOx, obtenidos a partir de la saturación regional de oxígeno cerebral y la PPC, proporcionan información clave.

Se debe tener en cuenta que NIRS no puede discriminar entre la sangre proveniente de las arterias, capilares y venas; en consecuencia, la saturación de oxígeno medida representa una mezcla de saturación entre la sangre arterial y venosa.[7;3;13]

Justificación

Dada la elevada frecuencia y morbimortalidad que implican las injurias encefálicas agudas, cuya causa principal suele ser el traumatismo encefalocraneano [4;5]; y el impacto que tendría una posible individualización de la posición de la cabecera de la cama sobre la hemodinamia intracraneal se plantea realizar este estudio.

Este proyecto es factible ya que el Centro de Tratamiento Intensivo del Hospital de Clínicas “Dr. Manuel Quintela”, cuenta con los recursos necesarios, provistos por el Laboratorio de Hemodinamia Cerebral (Sistema de Neuromonitoreo Continuo, CONTINE) y cuenta además con las camas articuladas con medición del ángulo de la cabecera. [3]

Objetivos:

- Generales

Evaluar el impacto de la modificación de la posición la cabecera de la cama en pacientes con injuria encefálica aguda sobre la hemodinamia intracraneana, sistémica y la autorregulación cerebral continua.

- Específicos

- Identificar la posición óptima de la cama: ángulo de la cabecera de la cama que determina la menor PIC y la PPC más cercana a la PPC óptima en función del estado de la ARC continua
- Caracterizar la evolución en el tiempo de los valores de PAM, PIC, PPC, rSO₂, PRx, TOx, PPC óptima (coincide con el menor índice de ARC continua).
- Determinar si las medidas antropométricas del paciente tales como la talla, el peso (kg), el índice de masa corporal (IMC), el perímetro abdominal (cm), el perímetro del cuello (cm) y longitud del cuello (cm) afectan o no las variaciones de la variables fisiológicas mencionadas.

Preguntas de investigación:

Al cambiar la posición de la cama:

¿Se modifica la PA, PIC/PPC y rSO₂ cerebral?; ¿Cambia la ARC? ; ¿Cambia la PPC óptima?

Si los cambios de posición generan variaciones de la PA, ¿Esto es riesgoso o no para el paciente?; ¿Representa lo mismo en cuanto a protección encefálica que la ARC se encuentre preservada o ausente?; ¿Representa lo mismo que el cambio de PAM se aleje o se acerque a la PPC óptima?

Metodología

Comenzamos un estudio experimental, prospectivo y autocontrolado en seres humanos. El enrolamiento comenzó luego de obtener la autorización por parte del Comité de Ética del Hospital de Clínicas. Se solicitó el consentimiento informado y con la aprobación del familiar responsable, se procedió con el estudio.

En primer lugar se ensambló CONTINE a los monitores dispuestos alrededor del paciente: monitor de signos vitales General Electric modelo B20 con capacidad de monitorizar la frecuencia cardíaca, la presión arterial (sistólica, media y diastólica), la PIC y la PPC (= presión arterial media (PAM) - presión intracraneana (PIC)). La oximetría cerebral regional frontal (bilateral, derecha (R) e izquierda (L)) se obtuvo con el equipo INVOS 5100 que emplea la luz cercana al infrarrojo (NIRS) para calcular la saturación regional frontal de oxígeno (rSO₂). [3]

La presión intracraneana se monitorizó con fines asistenciales con un tornillo subdural colocado por el neurocirujano actuante. El equipo de investigadores no participó de esta decisión. El protocolo de tratamiento está definido por las pautas de la Cátedra de Medicina Intensiva y Neurocirugía del Hospital de Clínicas.

Otras variables que alteran el metabolismo cerebral y la reactividad cerebrovascular se mantuvieron constantes durante todo el periodo de monitoreo, particularmente la PCO₂ arterial (por gasometría) y la saturación arterial de oxígeno medida con el oxímetro de pulso colocada en un dedo índice.

Los pacientes se encontraban bajo sedoanalgesia intravenosa continua (midazolam/fentanyl) y bloqueantes neuromusculares (atracurio), lo cual permite una correcta alineación de la cabeza, cuello y tronco, así como cambios de posición de la cabecera de la cama sin provocar movimientos del paciente. Además, nos aseguramos un metabolismo cerebral constante durante el periodo de monitoreo.

Se incluyeron pacientes mayores de 17 años, de ambos sexos, con neurotrauma grave o un ataque cerebrovascular hemorrágico como causa de IEA. Se excluyeron pacientes con hipertensión intracraneal refractaria a medidas de primer nivel, con muerte encefálica, con drenaje lumbar, con inestabilidad hemodinámica, con fractura de vértebra cervical con columna inestable. Todos hechos que hacen insegura o contraindican la elevación de la cabecera de la cama. También se consideró como criterio de exclusión estar cursando un embarazo.

Se colocó la cabecera de la cama en ángulos de 10°, 30° y 45° durante al menos 30 minutos en cada posición con neuromonitoreo multimodal continuo, con previa alineación de la cabeza, el cuello y el tronco. Antes de modificar la posición de la cabecera del paciente se graduó la cama. En las camas con medición del ángulo, se realizaron los cambios de posición según lo indicado por la misma. En las camas que no contaban con este sistema, se utilizó un semicírculo diseñado para posicionar la cabecera en los ángulos requeridos.

En los casos en los que el cambio de posición causó un aumento sostenido de más de 5 minutos en la PIC (por arriba de 22 mm Hg), o una caída sostenida de más de 5 minutos en la PPC (por debajo de 60 mm Hg), y/o una saturación regional de oxígeno por debajo de 50% o del 15% de valor inicial, se retornó la cabecera del paciente a su posición previa por considerarse potencialmente perjudicial.

Para llevar a cabo la adquisición, integración y procesamiento de señales, se empleó el sistema CONTINE, desarrollado por el Laboratorio de Hemodinamia Intracraneana del CTI del Hospital de Clínicas de la Universidad de la República Oriental del Uruguay. Este sistema se compone de una computadora con sistema operativo Windows, donde se instala el software principal y módulos de hardware que facilitan la interfaz con los monitores. Se trata de una herramienta para la adquisición, administración de pacientes y procesamiento de señales vitales, capaz de recopilar, almacenar y procesar los datos a lo largo de largos períodos de monitorización.

CONTINE se conecta de manera efectiva a monitores de cama, registrando presiones invasivas (PIC y PAM), dióxido de carbono (CO₂), dióxido de carbono espirado (EtCO₂) y electrocardiograma (ECG). Además, se integra con el monitor de saturación regional de oxígeno cerebral por NIRS en sus canales derecho e izquierdo.

El proceso de monitorización de los pacientes se inició con el ensamblaje de estos monitores para la adquisición simultánea de datos mediante CONTINE. Esto incluyó la conexión del equipo INVOS NIRS para monitorizar la rSO₂ cerebral, la colocación del monitor General Electric modelo B20 para medir las variables fisiológicas de interés (PIC/PPC, ECG, Sat.O₂), y la conexión de ambos monitores al sistema CONTINE. [3]

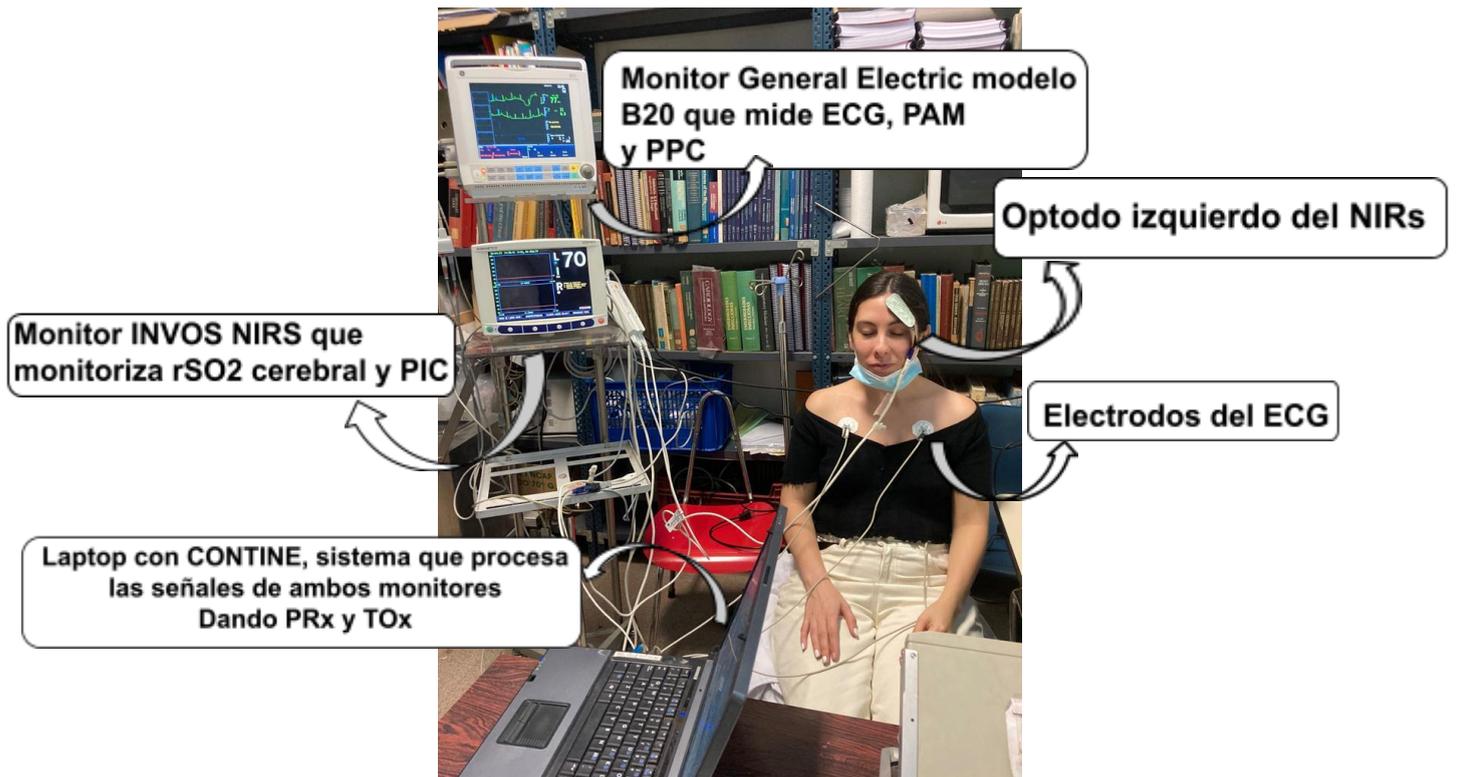


Figura 1. Adquisición de prueba de señales del ECG, SpO2 y rSO2 cerebral del lado izquierdo medido por su optodo correspondiente

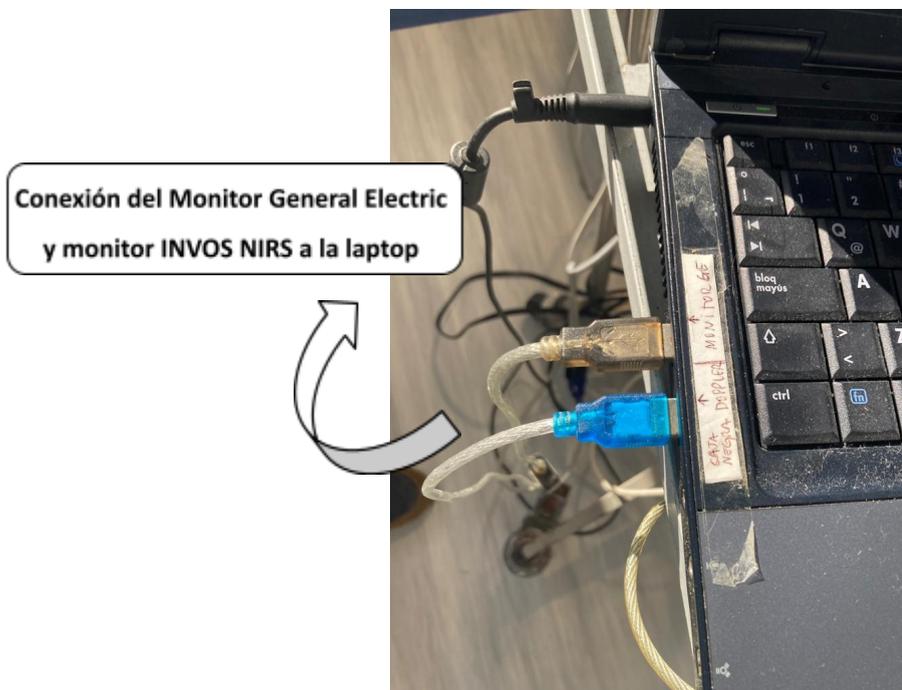


Figura 2. Conexión de los monitores al software de la laptop



Figura 3. Monitor General Electric modelo B20 con las señales correspondientes a ECG, PAM, PPC y SpO2 de un paciente monitorizado

Se estableció un tiempo de adquisición de aproximadamente 90 minutos, durante el cual se llevaron a cabo los cambios en el ángulo de la cabecera de la cama..

Se obtuvo una adquisición cruda a la que se añadieron notas correspondientes al inicio de la adquisición, posición de la cabecera de la cama, nivel de analgo-sedación (evaluado por escala de RASS), uso de bloqueantes neuromusculares (evaluado por TOF), fármacos utilizados, intervenciones del personal de enfermería, cambio de posición de la cabecera de la cama y la tolerancia del paciente al mismo.

Posteriormente, el registro crudo fue procesado offline con el software ProcMx. Se filtraron manualmente los artefactos. A continuación se delimitaron los intervalos de interés correspondientes a cada posición de la cabecera de la cama. Estos intervalos permitieron visualizar las señales adquiridas de diferente forma (ej. superpuestas): ECG, presión arterial (sistólica, media y diastólica), PIC, NIRS (rSO2) Left y NIRS (rSO2) Right, así como diagramas de dispersión entre la presión arterial y la PIC y la evolución de valores medios de PAM, PIC y PPC en función del tiempo. [3] Finalmente se analizó la ARC continua a través de los índices de correlación PRx (correlación entre la PAM y la PIC; se define como ARC alterada cuando su valor está entre 0,2 - 1) y TOx (correlación entre la PAM/PPC y la rSO2; se define como ARC alterada cuando su valor está entre 0,3 - 1) y la PPC óptima. Esta se define como la PPC que determina el menor coeficiente PRx/TOx. Su importancia radica en que señala el nivel de PPC o PAM donde el encéfalo se encuentra más protegido, con menor riesgo de isquemia cerebral o hipoperfusión y edema cerebral. [8]

Consideraciones éticas:

El estudio se llevó a cabo de acuerdo con los principios y de conformidad con las leyes y decretos que rigen la investigación en seres humanos en nuestro país. El Decreto 158/019 del 03/06/2019 el cual remite en su fundamentación a la Declaración Universal de Derechos Humanos del año 2000, la declaración Universal sobre Bioética y Derechos Humanos, artículos 44 y 72 de la Constitución de la República, la ley No 9202 de enero de 1934, el literal c) del Artículo 44 del Anexo del decreto N° 379/008 de agosto del 2008, la Ley No 18331 del 11 de agosto de 2008 “Ley de Protección de Datos Personales”, la Ley No. 18335 “DERECHOS Y OBLIGACIONES DE PACIENTES Y USUARIOS DE LOS

SERVICIOS DE SALUD“ de agosto de 2008 y el Artículo 339 de la Ley No 18362 del 6 de octubre de 2008.

Esta investigación fué presentada ante el Comité de Bioética del Hospital de Clínicas Dr. Manuel Quintela el día 30 de mayo y aprobada el día 14 de julio de 2023. Además, se le solicitó el consentimiento informado al familiar o persona responsable de cada paciente.

En esta investigación no se han expuesto datos filiatorios de los pacientes ni ningún tipo de información que pueda revelar su identidad o asociación con el mismo.

Para este proyecto no se recibió financiamiento y los autores declaran no tener conflictos de intereses.

Análisis de resultados:

Dado que al momento se han enrolado 3 pacientes, no pudimos realizar un análisis estadístico inferencial. Procedimos a analizar caso a caso las variaciones sustanciales de las variables más importantes monitorizadas. En todos los casos destacamos los hechos que se enmarcan dentro de los objetivos y las preguntas de la investigación (que continúa en curso reclutando más pacientes).

En ese periodo de tiempo ingresaron 10 pacientes, de los cuales se excluyeron 7 por la razones que citamos a continuación: 2 por muerte encefálica a causa de hemorragia subaracnoidea, 2 por hipertensión intracraneal refractaria a tratamiento médico, 1 por fractura de vértebra cervical con columna inestable, 1 por la presencia de drenaje lumbar continuo, y 1 por la imposibilidad del Dr. Moraes (docente) para llevar a cabo la monitorización (razones personales) (Fig.4).

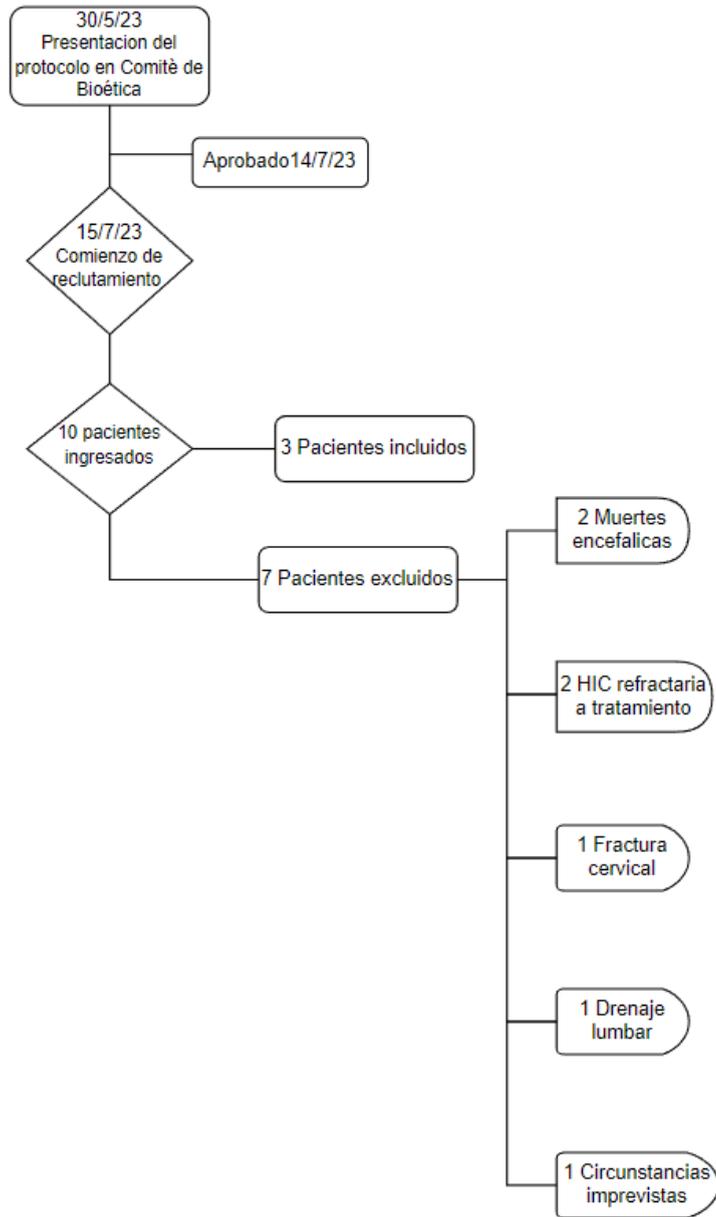


Figura 4. Diagrama de flujo en función de los criterios de inclusión y exclusión

Resultados

PACIENTE 1

Paciente sexo masculino, 45 años, con TEC debido a un siniestro de tránsito de cinemática desconocida. Fue encontrado en vía pública, alcoholizado.

Glasgow al ingreso 7, Marshall 1 pupilas reactivas intermedias.

No fue monitorizado con PIC.

Talla 1.75 cm, peso al ingreso: 95, IMC: 31

Perímetro abdominal: 75 cm

Longitud del cuello: 18 cm/perímetro del cuello: 51.5 cm

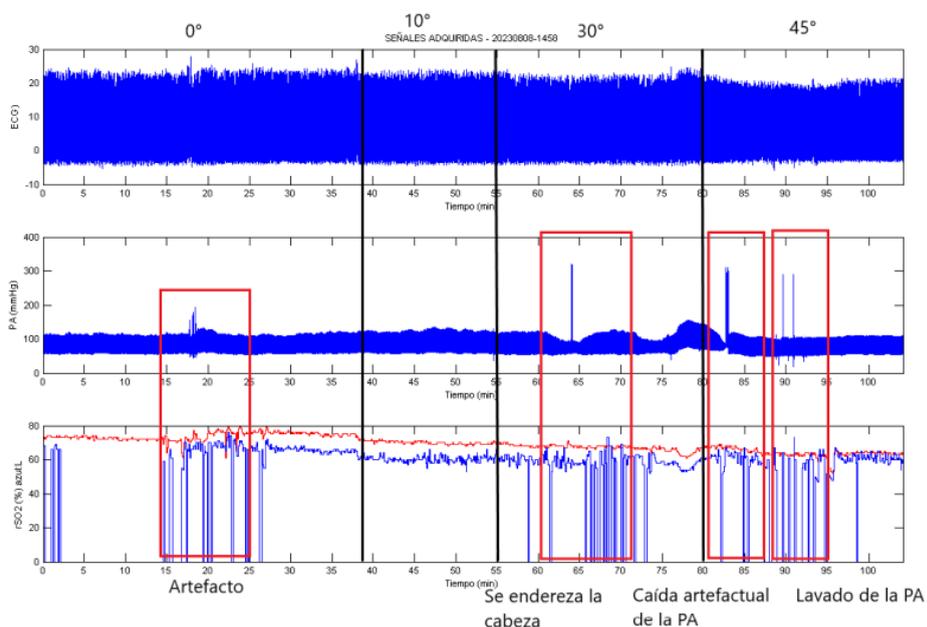


Figura 5. Señales adquiridas de la adquisición completa.

En la figura se observa de arriba hacia abajo las señales adquiridas del ECG, PA y NIRS derecho e izquierdo, con línea punteada se marcan los cambios de posiciones correspondientes. El electrocardiograma presenta buena señal a lo largo de todo el registro.

Con rectángulos rojos se engloban variaciones de la PA con artefactos en la misma y artefactos del NIRS.

Con respecto a los artefactos, estas pérdidas de señales corresponden a maniobras realizadas en el paciente, las cuales fueron la corrección de la posición de la cabeza y lavado de la PA debido a una caída posicional de la misma.

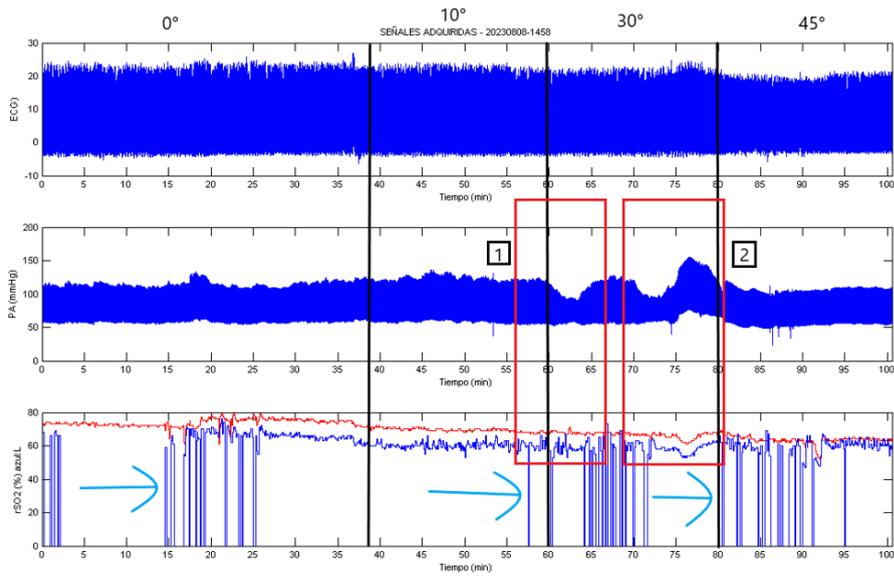


Figura 6. Señales adquiridas de la adquisición con eliminación de los artefactos en la presión arterial media y rSO2.

Señalados con las flechas azul claro, posterior a la eliminación de los artefactos en el registro de la PAM, se observa aún algunos artefactos en el NIRS izquierdo, correspondientes a la imposibilidad de pegar el optodo por la sudoración del paciente. En cuanto al NIRS derecho es importante destacar la buena señal emitida por el mismo.

Con respecto a las variaciones de la PAM, se observan dos períodos de caída significativa de la misma en la posición de 30°. Al mismo tiempo la rSO2 no se altera en ninguna de las dos ocasiones (recuadro número 1 y 2); en cambio, cuando hay un aumento de la PAM se ve una disminución de la rSO2 sugestivo de una buena autorregulación (recuadro número 2).

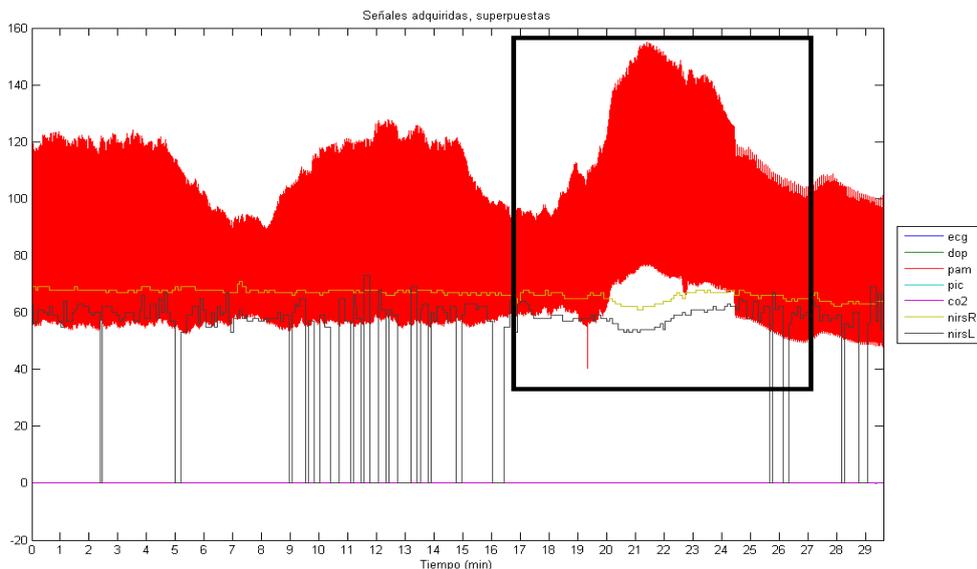


Figura 7. Señales superpuestas de la PAM y NIRS derecho e izquierdo en el intervalo correspondiente a la posición de 30°.

En el recuadro se observa el aumento de la PAM con la disminución de rSO2 mencionado en la Figura 5.

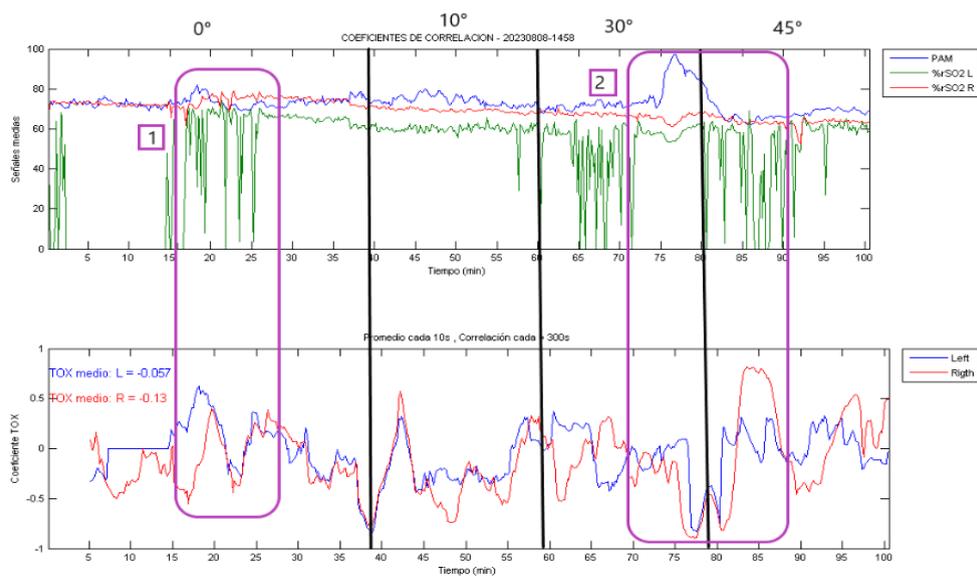


Figura 8. Autorregulación cerebral por TOX bilateral en toda la adquisición

En el registro de arriba se observan las señales medias de la PAM, rSO2 de ambos optodos (derecho e izquierdo) en función del tiempo y en el registro de abajo se observa el coeficiente TOX de ambos optodos en función del tiempo.

Al observar el registro de los optodos derecho e izquierdo en la primera gráfica, se puede visualizar que es de mayor calidad la media de SatO2 del lado derecho (trazado rojo).

Cuando hay aumento de la PAM o alteración de ésta por los cambios de posición, tras un breve periodo de latencia, también hay un cambio en la rSO2 cerebral, tendiendo en ambos lados del registro (derecho e izquierdo) a tomar valores negativos. La rSO2 cerebral decae al momento que la PAM se eleva drásticamente entre los minutos 75-85, indicando una ARC preservada cuando la cabecera de la cama se posiciona a 45°(recuadro violeta número 2).

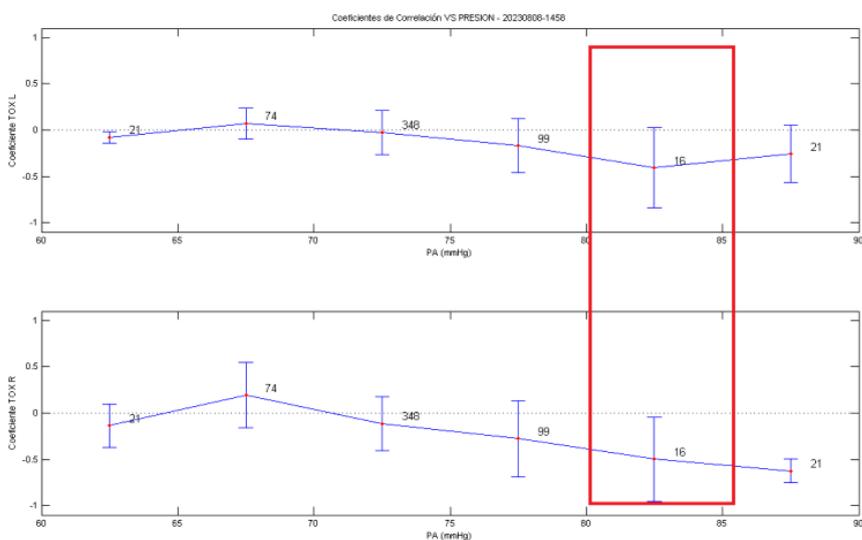


Figura 9. PPC óptima evidenciada por el TOXa

En la Figura se observa el trazado correspondiente al coeficiente TOX en función de la PA (TOXa), el superior corresponde al registro del lado izquierdo, y, el inferior al lado derecho.

En ambos gráficos podemos observar que la PPC óptima tiende a valores que se encuentran dentro del intervalo de 80 a 85 mmHg de PA, donde se registra un índice TOXa tendiente a -1, lo que indica que la ARC se encuentra preservada en la posición de la cabecera en la que se alcanzan estos valores de PPC, es decir a 45°(recuadro entre PAM 80-85 mmHg).

De acuerdo a las figuras anteriores, el valor de PA en la que se encuentra la PPC óptima corresponde a la posición de la cabecera a 45°.

PACIENTE 2

Paciente sexo masculino de 18 años, ingresado por siniestro de tránsito.

Glasgow 10.

Marshall 5.

Talla 1.70 cm, peso al ingreso: 60, IMC: 20.7

Perímetro abdominal: 47 cm

Longitud del cuello:17 cm /perímetro del cuello: 35 cm

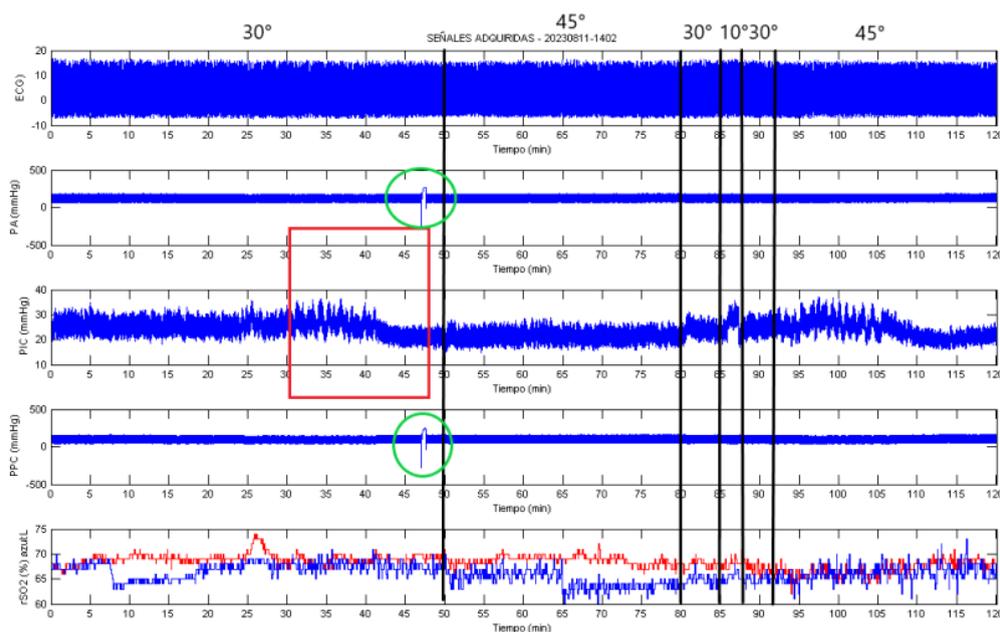


Figura 10. Señales adquiridas durante todo el periodo de monitorización

Se observa de arriba hacia abajo las señales emitidas del ECG, PA, PIC, PPC y NIRS derecho e izquierdo; con línea punteada se marcan los cambios de posiciones correspondientes.

Señalado con un círculo se observa en la PAM un artefacto de causa desconocida que se ve reflejado en la PPC.

En el recuadro rojo ubicado en el intervalo de la posición de 30° se observa un aumento y disminución de la PIC no vinculado a ninguna maniobra efectuada en el paciente. Pudiéndose

relacionar con la presencia de un familiar, aun estando el paciente bajo analgo-sedación y curarización, o con variaciones espontáneas de la PIC.

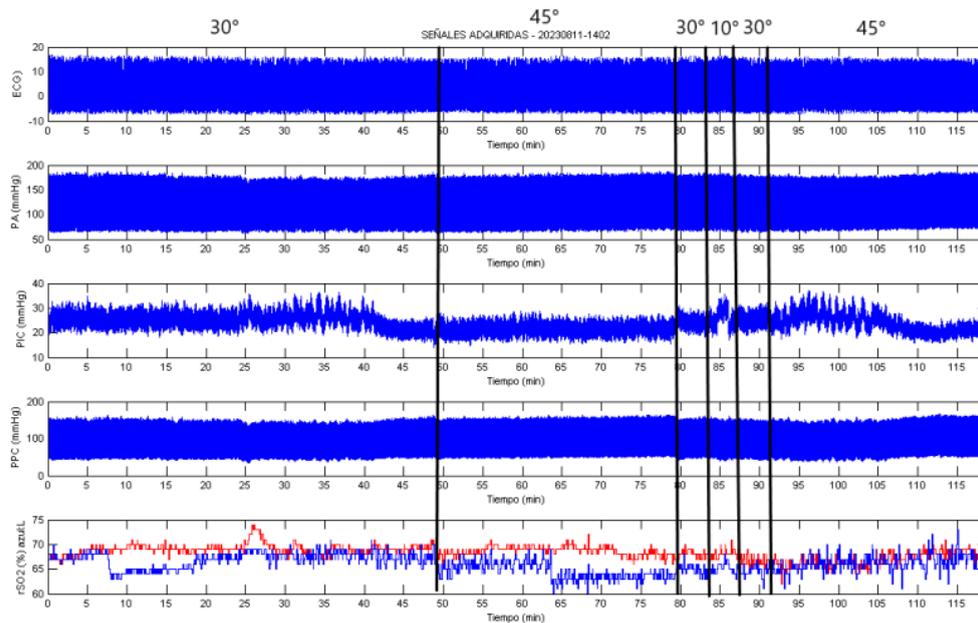


Figura 11. Señales adquiridas en todo el periodo de monitorización con eliminación de artefactos.

Se observa el registro con la eliminación del artefacto mencionado en la figura anterior, puede observarse un acortamiento del tiempo.

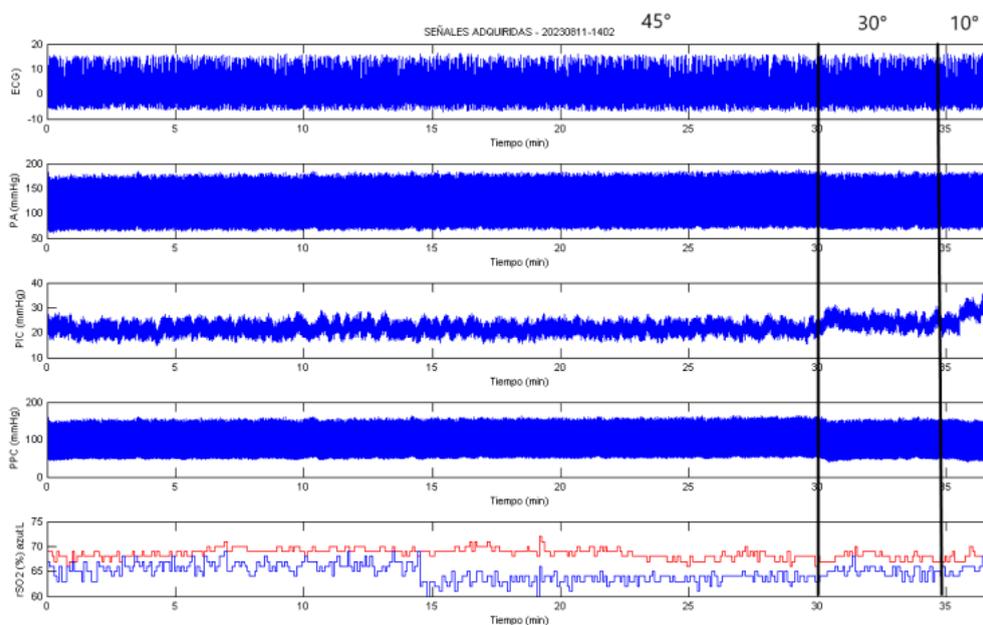


Figura 12. Señales adquiridas en los intervalos de cambio de posición de 45°, 30° y 10°.

En el trazado de esta figura podemos observar que el paciente presentó variaciones en la rSO2 cerebral que acompañaron al resto de variables: PPC, PAM y PIC.

En la posición a 45° se observa la PAM, PPC y PIC dentro de un rango estable. Cuando se efectúa el cambio de posición a 30° se observa un descenso de la PAM y PPC, acompañado de un aumento de la PIC.

Cuando se cambia de posición a 10° se observa un descenso de la PPC acompañado de un aumento de la PIC.

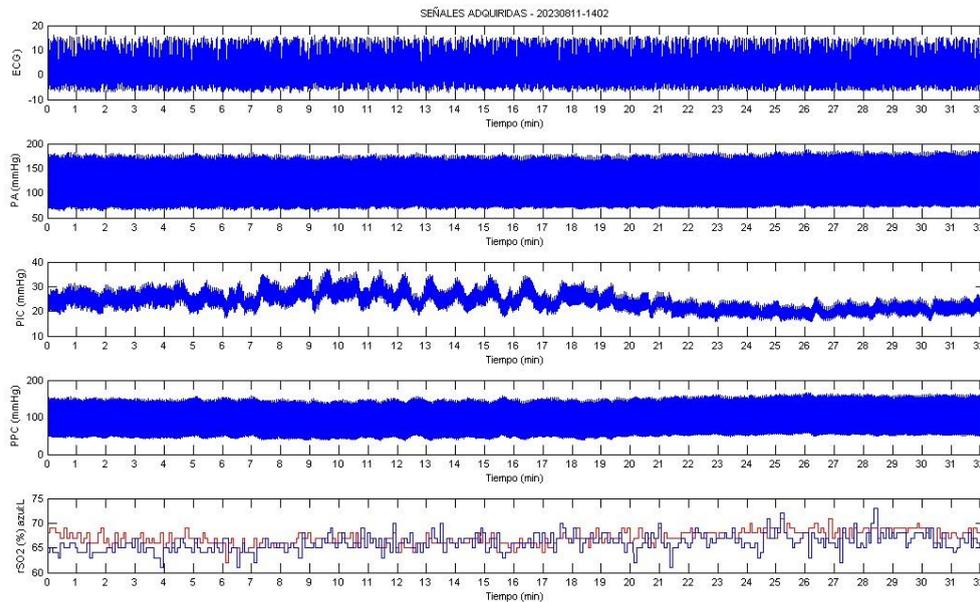


Figura 13. Señales adquiridas en los intervalos de cambio de posición de 10°, 30° y 45°.

Se puede observar que a los 45° el paciente tiene buena tolerancia y al evaluar, más adelante, los índices de TOx y PRx se visualiza que la ARC se encuentra preservada en esta posición.

El trazado del NIRS se ve de esta manera porque corresponden a menos datos por minutos, ya que no todas las señales adquiridas van a la misma velocidad de muestreo.

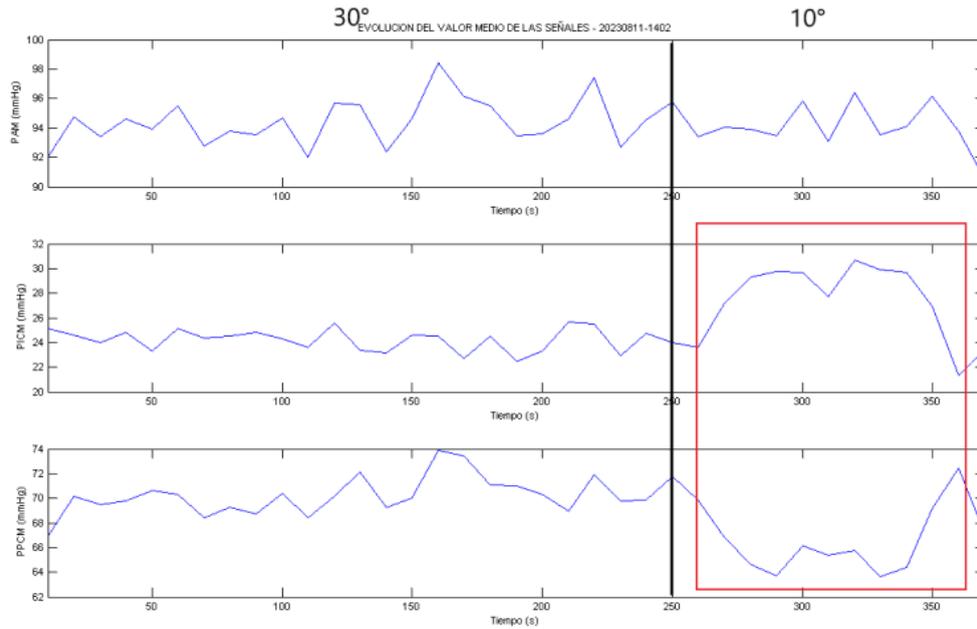


Figura 14. Evolución del valor medio de las señales en función del tiempo correspondiente al intervalo de cambio de posición de 30° a 10°.

En los tres trazados se observa de manera descendente los valores medios de la PAM, PIC y PPC en función del tiempo.

En los trazados correspondientes a la posición de 30° se observa que la PIC se mantiene dentro de un rango de 23 a 26 mmHg y la PPC dentro de un rango normal de 60 a 100 mmHg. En el recuadro rojo se marca el aumento de la PIC correspondiente al cambio de la posición de 30° a 10° llegando a tener valores cercanos a los 30 mmHg, y su correspondiente disminución de la PPC, evidenciando la no tolerancia del paciente a esta posición.

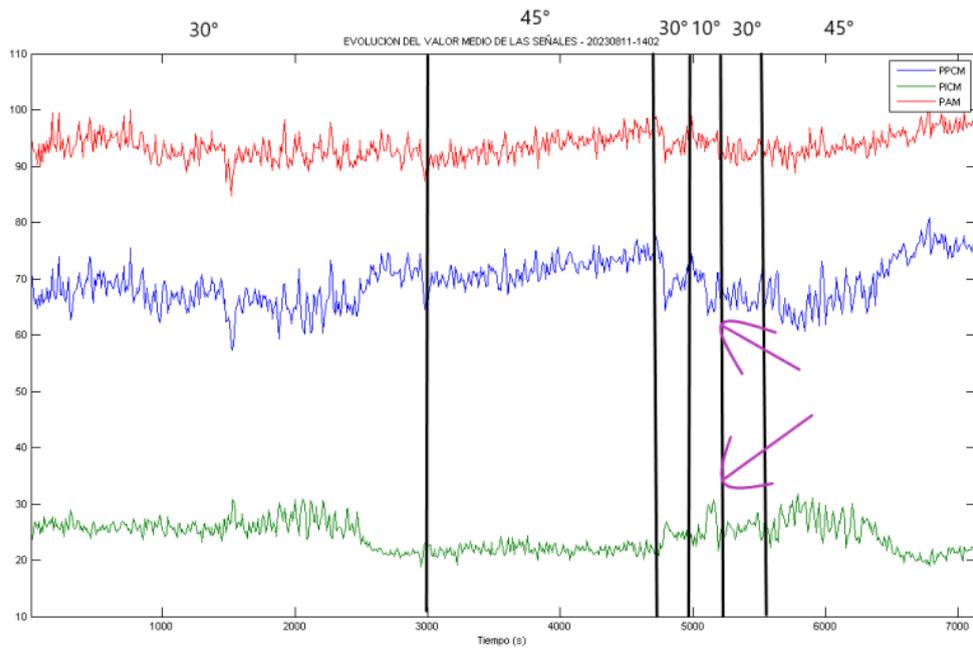


Figura 15. Evolución de los valores medios de las señales de PIC, PAM, PPC en toda la monitorización. En los trazados se observan las variaciones de la PIC y la PPC mencionadas en la figura 11.

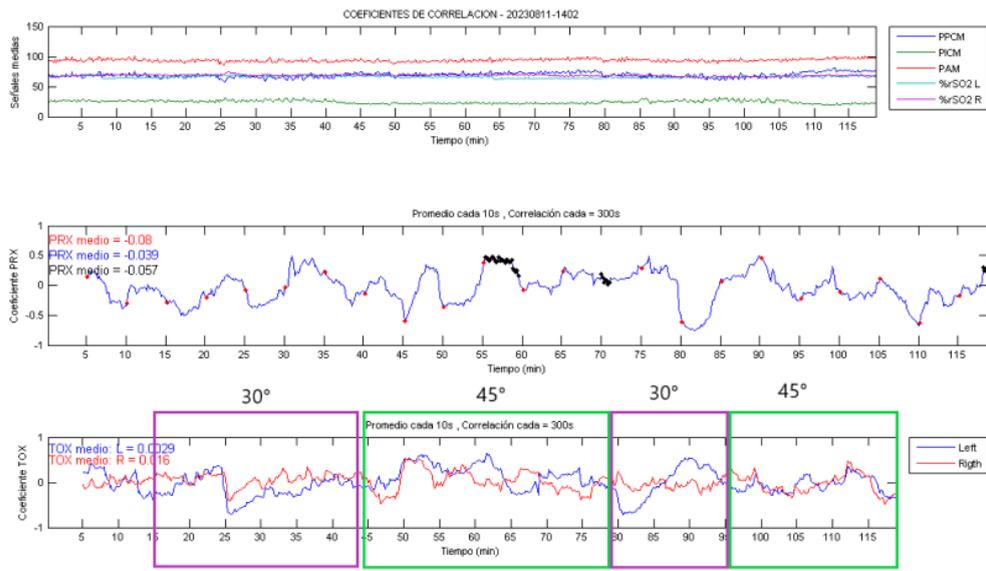


Figura 16. Señales medias PAM, PIC y PPC, y coeficientes de correlación PRx y TOx en función del tiempo en toda la adquisición

Si analizamos el primer gráfico, correspondiente al paciente ubicado en las posiciones a 10°, 30° y 45°, podemos analizar lo siguiente:

Los intervalos en los que el paciente se encuentra posicionado a 30° la PIC aumenta junto a un descenso de la PPC y la PAM, observándose los mismos cambios en la rSO2. Comparando esto con el gráfico correspondiente a los índices de TOx y PRx, podemos ver que durante todo el registro se

mantuvo una buena ARC ya que presentan valores tendientes a 0 y -1 para TOx y PRx, respectivamente.

Así mismo, si analizamos las gráficas correspondientes a estos índices, podemos ver que en los periodos de tiempo en los que el paciente se encuentra a 45° es en donde se presentan con menos oscilaciones en sus respectivos valores.

Se deja al paciente en la mejor PIC observada durante la monitorización en directo por protocolo de CTI, independientemente de la mejor autorregulación dada por los índices de correlación observados en procesamiento de datos.

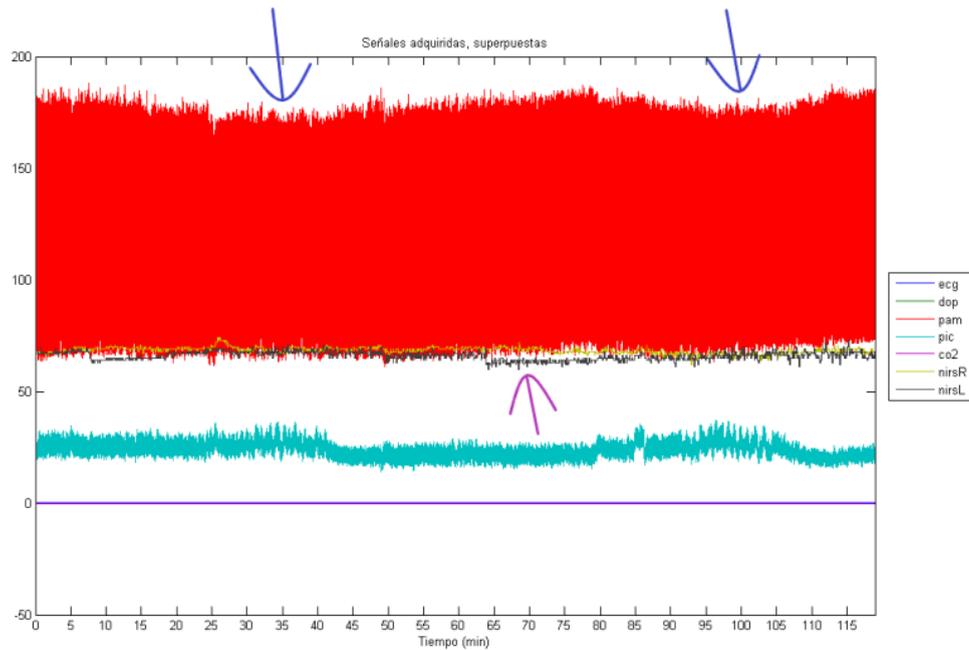


Figura 17. Señales superpuestas en función del tiempo.

Se observan las señales superpuestas de la PIC, PAM, NIRs derecho e izquierdo, y sus relaciones entre sí. Cuando vemos un descenso en la PAM, marcado por las flechas azules, se observa un ascenso de la PIC sin variaciones en el NIRS tanto a derecha como a izquierda.

Con flecha violeta se señala un cambio en el NIRs izquierdo, que puede deberse a un artefacto o ser causa de una mala saturación a nivel izquierdo por daño cerebral, ya que el paciente presentaba un tornillo de PIC a izquierda.

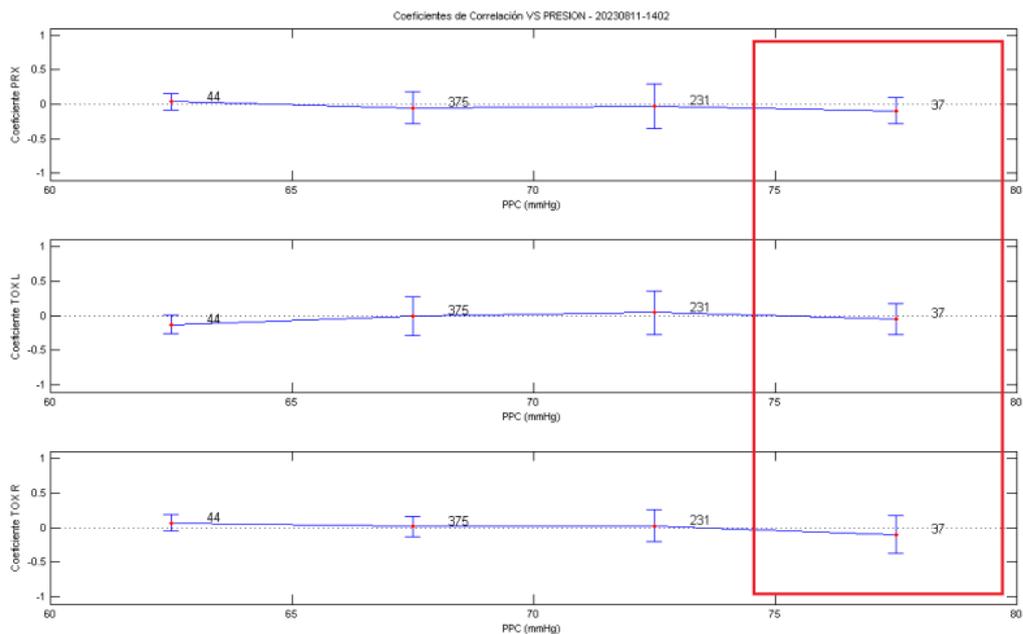


Figura 18. Coeficientes de correlación TOX en función de la PPC.

A lo largo de todo el estudio la PPC es buena en todos los niveles de presión estudiados, por lo tanto en la curva correspondiente a esta no va a tender a un valor óptimo ya que debería de presentar en algún momento del registro valores que demuestren una PPC alterada. Idealmente se esperaría que la gráfica tuviera forma de “U”, con valores tendientes hacia una PPC la cual sería designada como óptima, pero en este caso la gráfica toma una forma plana.

Aunque sí se pudo obtener cuál es el mejor rango de presión para el paciente, encontrándose tal rango a un intervalo de presión entre 75 y 80 mmHg. Tal rango se alcanza al colocar la cabecera de la cama en posición de 45°, aquí el PRx es cercano a cero y de valor negativo, por lo tanto podría decirse que hay una ARC preservada.

En el segundo y tercer trazado correspondiente al TOx del lado izquierdo y derecho, respectivamente, el TOx adopta valores negativos y tendientes a 0, demostrando que a lo largo de todo el registro la ARC se mantuvo sin alteraciones.

Entonces si realizamos una observación en conjunto de los tres gráficos presentados correspondientes a los diferentes cambios de posición de la cabecera de la cama, podemos ver que la mejor PPC, para este paciente, se encuentra entre 75 y 80 mmHg (recuadro en rojo). Y se debería posicionar al paciente a 45°.

PACIENTE 3:

Paciente sexo masculino, 26 años. Siniestro de Tránsito.
Glasgow 8, Marshal 2.
No contamos con datos antropométricos.

No se usó el protocolo establecido de tiempo de monitorización.

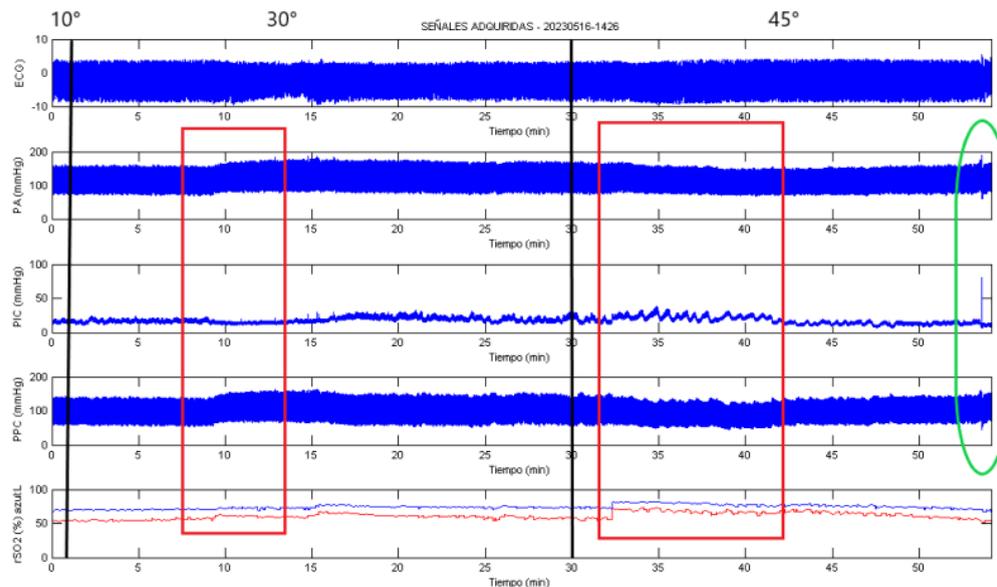


Figura 19. Señales de la adquisición completa a 10°, 30° y 45°.

En el recuadro rojo correspondiente a la posición de 30° se observa un aumento de la PAM y PPC con un leve aumento de la rSO2 cerebral. Acompañado de una disminución de la PIC. Por lo tanto indica que la ARC es buena.

En el recuadro rojo posición a 45° se observa el descenso de la PAM y PPC con el correspondiente aumento de la rSO2 cerebral muy leve, acompañado de un aumento de la PIC. A pesar del aumento de la rSO2, como esta es leve, no logra alterar la ARC; este cambio en la PAM se da por la dilatación de las arteriolas, lo que ayudaría a determinar que la ARC es buena

En la posición a 45° (circulo verde) se observa un artefacto en la PAM, PPC y PIC no vinculado a ningún evento identificado.

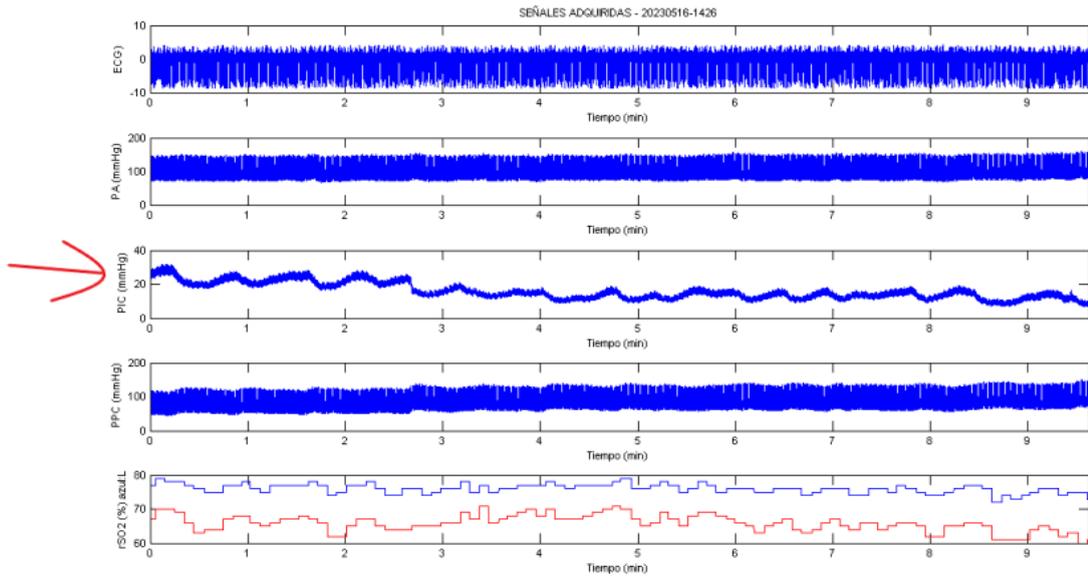


Figura 20: Señales adquiridas de la PAM, PPC y PIC durante el tiempo transcurrido a 30°. Se observan las oscilaciones de la PIC a 45°, disminuyendo la misma en el transcurso del trazado.

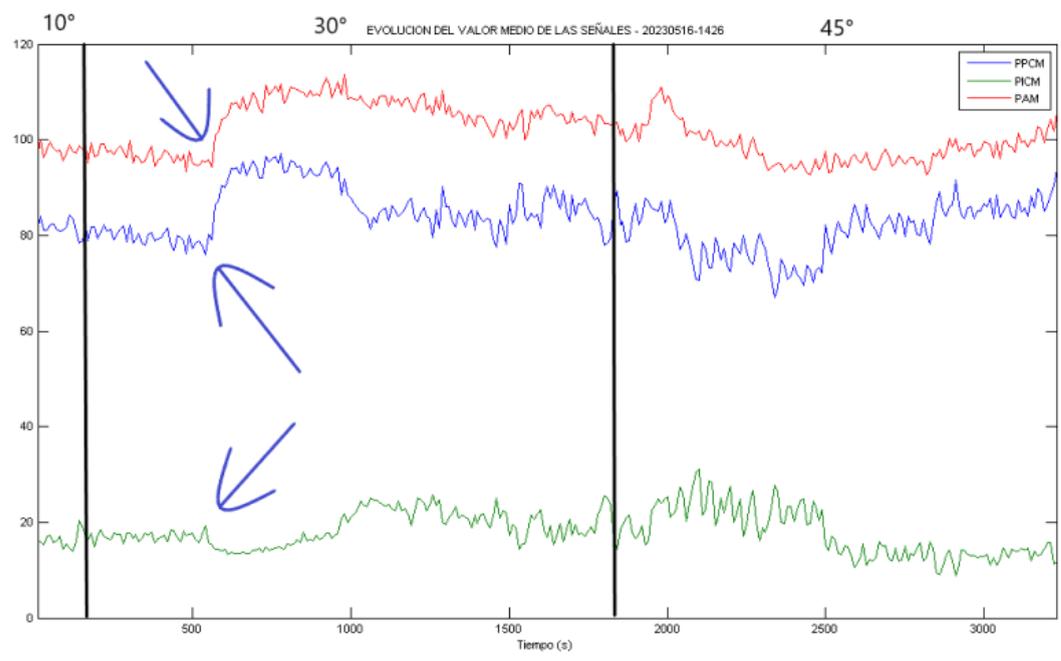


Figura 21: Registro de la media de la PPC, PIC y PAM.

Señalado con flechas azules se observa un aumento en la PAM, PPC, y un descenso en la PIC, de manera prácticamente simultánea, luego de unos minutos de posicionar la cabecera de la cama a 30°.

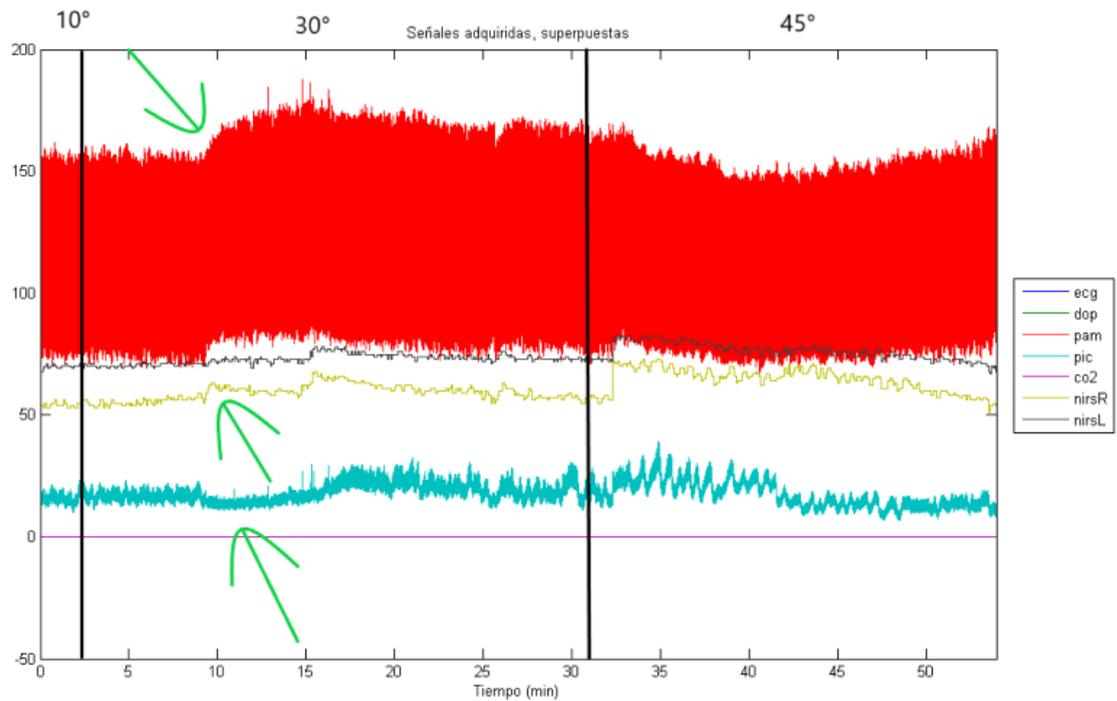


Figura 22: Señales adquiridas correspondientes a los intervalos de 10°, 30° y 45° del periodo de elevación de la PAM con alteración a nivel de la PIC y de la SatO2

Se observa el aumento de la PAM tras el cambio de la posición de 10° a 30°. Esto se acompaña de un descenso de la PIC lo que indicaría una ARC preservada, pero hay un ascenso de la rSO2 cerebral del lado derecho del cerebro y del izquierdo se encuentra incambiada, por lo tanto la ARC está alterada.

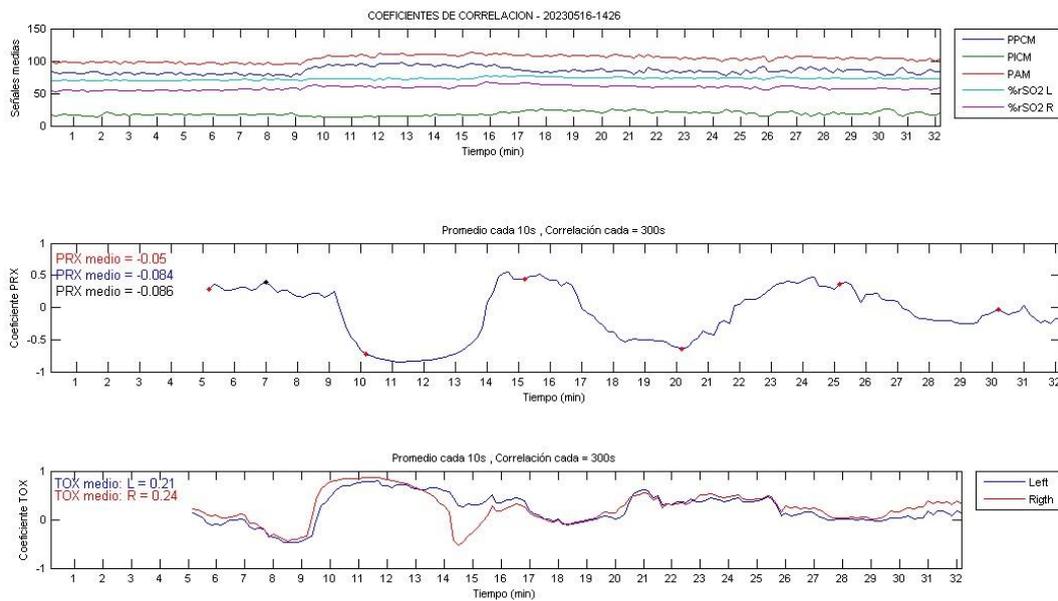


Figura 23: Coeficientes de correlación en función del tiempo. Parte A

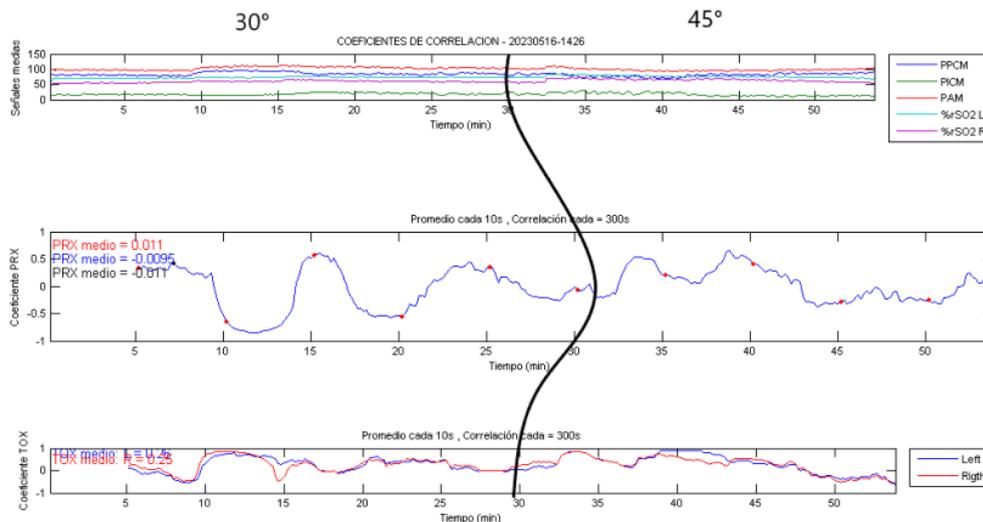


Figura 24: Coeficientes de correlación en función del tiempo. Parte B

Si observamos los índices TOx y PRx son diferentes en la evolución, dado que según la evaluación PRx podemos decir que la autorregulación estuvo preservada. En cambio, si observamos el TOx, la ARC durante todo el registro, si bien tiene valores próximos a 0, son positivos y se encuentran en el límite superior del valor considerado como “ARC preservada” para este índice, entonces podríamos decir que según el valor de TOx, ésta se encuentra alterada.

Si los analizamos por tramos de tiempo correspondientes a cada posición de la cabecera del paciente, el TOx presenta valores negativos tendientes a -1 cuando se encuentra en la posición de la cabecera a 45°, mientras que en las otras posiciones tiene fluctuaciones y tiende en su mayoría a valores positivos. El PRx tiene un comportamiento similar frente a los intervalos de posición, en el que se observan menos variaciones a una posición de 45° y tendientes a valores que cercanos a 0.

Acerca de la importancia o no de las medidas antropométricas del paciente tales como la talla, el peso (kg), el IMC, el perímetro abdominal (cm), el perímetro del cuello (cm) y longitud del cuello (cm) no pudimos profundizar y se realizará cuando más pacientes se hayan enrolado.

Discusión

Tomando en cuenta el análisis individual realizado a cada uno de los tres pacientes enrolados a la fecha, estamos en condiciones de plantear que los cambios de la posición de la cabecera de la cama influyen en la PAM provocando ascensos o descensos de esta. Seguidamente, como es de esperar, observamos variaciones o no de la rSO2 cerebral, la PIC y la PPC. Fundamentalmente, destacamos la capacidad de la ARC, estudiada de forma continua en nuestro proyecto (PRx/TOx), el estar preservada, de evitar variaciones pronunciadas del FSC (subrogante rSO2) y la PIC, señalando estos cambios con recuadros rojos en las Figuras representativas del registro completo de cada paciente.

En el paciente 1 hay dos ocasiones, tras el cambio de posición de la cabecera a 30°, en las que la PA presenta una caída significativa y esta caída se acompaña de un aumento de la rSO2, representadas en las figuras 5 y 6. En la figura 6 se señala con mayor detalle las caídas de la PA con los recuadro 1 y 2, donde observando el trazado de la PA y de la rSO2, se puede ver un leve ascenso de esta última. Al

mismo tiempo se observó como la PA en un mismo instante presenta una caída y luego un ascenso, donde al ascender se acompaña de una caída marcada de la rSO₂.

Si observamos la Figura 8 podemos ver que las ocasiones en las que el paciente tiene caídas pronunciadas de la PA, este se encontraba a una posición de 30°. Previo al cambio de 45° y luego de este, la PA se eleva a un valor mayor a 150 mmHg, para luego descender próximo a 120-130 mmHg luego del cambio.

En la figura 9 se representó la PPC y los cambios de esta, buscando una PPC óptima para que el paciente presentara una ARC preservada. En este caso al realizar el TOX en función de la PPC, se pudo ver que el TOX presentaba valores negativos frente a una PPC entre 80 a 85 mmHg; por lo tanto, cuando el paciente presenta una PPC que se encuentre dentro de este intervalo la ARC se encontrará preservada, evitando así la injuria cerebral.

En el paciente 2 la Figura 10 muestra el registro completo, donde se observan cambios evidentes tras el cambio de posición de la cabecera de la cama, con aumentos de la PIC en los intervalos en que el paciente se encuentra a 10° y 30°. Si bien, en uno de los intervalos en que el paciente es colocado a 45° tras un breve periodo la PIC se mantiene elevada, esta toma valores entre 20 y 25 mmHg tras un periodo de latencia de aproximadamente 10 minutos luego del cambio. Así mismo, estos aumentos de la PIC se acompañan de descensos de la PPC y de la PA, y aumento de la rSO₂. En cambio, cuando la PIC cae los cambios en la PPC, la PA y la rSO₂ se invierten; estos cambios acompañados de las variables en cuestión se detallan mejor en la Figura 17.

Se puede observar que a los 45° el paciente tiene buena tolerancia y al evaluar, más adelante, los índices de TOx y PRx se visualiza que la ARC se encuentra preservada en esta posición, objetivable en la Figura 16 donde al momento en que el paciente se encuentra posicionado a 45° se observan valores de TOX próximos a 0 y tendientes a -1 en la mayoría del intervalo de tiempo transcurrido en esta posición. Además en estos periodos el TOX presenta menos fluctuaciones, en comparación a las otras posiciones, demostrando que la ARC está presente.

En la Figura 18 se representa el TOX en función de la PPC, que idealmente se esperaría que la gráfica tuviera forma de "U", con valores tendientes mínimos que marcan una PPC la cual sería designada como óptima, pero en este caso no se presenta así ya que la ARC es buena durante todo el registro, por lo tanto la gráfica toma una forma plana. En este caso si se pretende llevar al paciente a alcanzar una PPC óptima, podemos observar que esta presenta un rango de presión entre 75 y 80 mmHg. PPC que se alcanza en la posición de la cabecera a 45°, representada en la Figura 18.

Para el paciente 3, en las Figuras 19 y 20 se observan los registros correspondientes 10°, 30° y 45° en la primera, y a 45° más detalladamente en la segunda.

La PIC en las posiciones de 10° y 30° presenta aumentos que a 45° no están presentes, es decir, cuando el paciente se encuentra posicionado a 45° hay un descenso de la PA y la PPC con el correspondiente aumento de la rSO₂ cerebral, acompañando al aumento de la PIC. Evidenciando en ambas posiciones una buena autorregulación. Un descenso de la PA y de la PPC provoca, si hay buena ARC, una vasodilatación de las arteriolas (RVC) lo que hace que el cerebro se hinche por aumento del VSC y por lo tanto la PIC aumenta. Al mismo tiempo, si vemos que aumenta el flujo (dado por el aumento de la rSO₂ que actúa como sustituto del flujo en la monitorización), indica una ARC preservada ya que si fuera una respuesta pasiva, el flujo caería al caer la PA.

Las Figuras 23 y 24 muestran las variaciones que presentan las diferentes presiones y el TOX en función del tiempo, donde la ARC no solo se observa alterada a través de cómo se comportan la PPC, la PA y la PIC; sino que también a través del TOX presente a lo largo del registro el cual toma valores positivos, próximos a 0,3 siendo este el límite superior de TOX en que la ARC se encontraría preservada. Revelando así, que en este paciente la ARC se encuentra alterada durante todo el registro. En cambio, el PRX muestra todo lo contrario, presentando valores negativos, tendiendo a -1, indicando con esto que la ARC se encuentra preservada. Esta diferencia de los índices se debe a que el TOX depende de la rSO₂ proveniente del lóbulo frontal, mientras que el PRX es global.

Perspectivas futuras

Como señalamos previamente, el proyecto de investigación está enmarcado dentro de una Maestría ProInBio cuya investigadora responsable es la Lic. en enfermería P. Vazquez. Por lo tanto, se procurará enrolar un n de 30 pacientes. Esto permitirá obtener resultados más robustos respecto a la influencia del cambio postural inducido por los cambios en el ángulo de inclinación de la cabecera de la cama y las modificaciones de la hemodinamia cerebral, la ARC y la PPC óptima.

Conclusiones

Teniendo en cuenta las observaciones preliminares que hemos mencionado en los tres pacientes analizados de forma individual, señalamos que los cambios de posición inducen cambios de la PAM/PPC y/o PIC y/o rSO₂ cerebral, ARC y/o PPC óptima. Su potencial riesgo también debe ser señalado, sobre todo teniendo en cuenta que las modificaciones posturales pueden ocurrir frecuentemente durante el transcurso del día (ej. durante la higiene). En este sentido, el mismo será mayor si la ARC está perdida y la PAM/PPC al alterarse se aleja de la PAM/PPC óptima. Finalmente, también podemos señalar que, a priori, un nivel arbitrario de 30° de inclinación no necesariamente es la mejor situación para cada caso individual y, es prudente titular la inclinación basado no solo en los niveles de PIC sino que, adicionalmente, también ponderar la PAM/PPC óptima y el estado de la ARC.

Referencias bibliográficas:

1. GODOY D.A., VIDETTA W., AGUILERA S., CARREÑO J.N., CICCIOI F., CIRO J.D. et. al. *Cuidados generales en el manejo del traumatismo encefálico grave: Consenso Latinoamericano*. (2019). Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/330798373>
2. FERRANDO C, GOÑI I, INFANTE M, GARCIA A.(2019) *Influencia de los cambios de posición y la aspiración de secreciones en la presión intracraneal de los pacientes neurocríticos*. Evidential. 2019; 16. Disponible en: <http://ciberindex.com/c/ev/e12073> [citado: 01/06/2020]
3. CONTINE. Hospital de Clínicas; Facultad de Medicina, Universidad de la República Oriental del Uruguay. Montevideo, Uruguay.
4. Kim MN, Edlow BL, Durduran T, Frangos S, Mesquita RC, Levine JM, et al. Continuous Optical Monitoring of Cerebral Hemodynamics During Head-of-Bed Manipulation in Brain-Injured Adults. *Neurocrit Care*. 1 de junio de 2014;20(3):443-53.
5. J. Boggia, A. López and S. Bianchi, *Fisiopatología: mecanismos de las disfunciones orgánicas*, Montevideo: FEFMUR, 2019.
6. Roldán M, Kyriacou PA. Near-Infrared Spectroscopy (NIRS) in Traumatic Brain Injury (TBI). *Sensors*. 1 de febrero de 2021;21(1586):1586.

7. Rodríguez-Boto G, Rivero-Garvía M, Gutiérrez-González R, Márquez-Rivas J. Conceptos básicos sobre la fisiopatología cerebral y la monitorización de la presión intracraneal. *Neurología*. 1 de enero de 2015;30(1):16-22.
8. Puppo C. Introducción Reactividad cerebrovascular; Curso: Actualización en el Paciente Crítico, 2016. Departamento de Emergencia, Hospital de Clínicas Dr. Manuel Quintela. Montevideo, Uruguay: 2016. Disponible en: [PCR-Puppo-autorregulación-cerebral-REV1.pdf \(redemc.net\)](#)
9. Highton D, Ghosh A, Tachtsidis I, Panovska-Griffiths J, Elwell CE, Smith M. Monitoring Cerebral Autoregulation After Brain Injury: Multimodal Assessment of Cerebral Slow-Wave Oscillations Using Near-Infrared Spectroscopy. *Anesthesia & Analgesia*. Julio de 2015;121(1):198.
10. ALARCON J.D., RUBIANO A., OKONKWO D., ALARCÓN J., MARTÍNEZ-ZAPATA M.J., URRÚTIA G., BONFILL X., et.al. (2017) *Elevación de la cabeza durante los cuidados intensivos en pacientes con traumatismo craneoencefálico grave*. [online]. Disponible en: <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD009986.pub2/full>
11. Kim MN, Edlow BL, Durduran T, Frangos S, Mesquita RC, Levine JM, et al. Continuous Optical Monitoring of Cerebral Hemodynamics During Head-of-Bed Manipulation in Brain-Injured Adults. *Neurocrit Care*. 1 de junio de 2014;20(3):443-53.
12. Klein, S.P., Depreitere, B. & Meyfroidt, G. How I monitor cerebral autoregulation. *Crit Care* 23, 160 (2019). <https://doi.org/10.1186/s13054-019-2454-1>
13. Altun Uğraş G, Yüksel S, Temiz Z, Eroğlu S, Şirin K, Turan Y. Effects of Different Head-of-Bed Elevations and Body Positions on Intracranial Pressure and Cerebral Perfusion Pressure in Neurosurgical Patients. *Journal of Neuroscience Nursing*. agosto de 2018;50(4):247-51.

Agradecimientos:

Dr. Mauricio Mercado

Lic. en enfermería Paola Vázquez

Lic en Nutrición Cristina Gaiero

Personal de CTI del Hospital de Clínicas (médicos, enfermería, licenciados y residentes)

Anexos

- Tabla para la recolección de datos

	Sexo	Edad	Talla	PI	PAbd	IMC	LC	PC
Pte 1	M	45	1,75	95	75	31	18	51,5
Pte 2	M	18	1,70	60	47	20,7	17	35
Pte 3	M	26	-	-	-	-	-	-

	Craniectomía descompresiva		Monitorizado con PIC		Sedación	RASS	TOF	Marshall	Fármacos
	Si	No	Si	No					
Pte 1		*		*	Si	-3	No bloqueado	1	Mid-Fen
Pte 2		*	*		Si	-5	0/4	5	Mid-Fen
Pte 3		*		*	Si	-2	No bloqueado	2	Mid-Fen

Variables	Unidades
Edad	años
Talla	m
Peso al ingreso (PI)	Kg
Perímetro abdominal (PAbd)	cm
IMC	kg/m ²
LC (longitud de cuello)	cm
PC (perímetro de cuello)	cm

Longitud del cuello: Distancia entre la apófisis mastoides a manubrio externo

Diámetro del cuello: Medición total circunferencial pasando por debajo del cuello del paciente
Perímetro abdominal: Medición de extremo a extremo de la cama pasando por el ombligo, por imposibilidad de levantar al paciente

- **Consentimiento Informado**

Impacto del control postural en la hemodinamia intracraneal y la autorregulación cerebral en pacientes con injuria encefálica aguda en el CTI del Hospital de Clínicas

Sr/a. familiar:

Somos estudiantes avanzados de la carrera Dr. en Medicina y junto al grupo de Neuromonitoreo del CTI del Hospital de Clínicas “Dr. Manuel Quintela”, supervisados por la Dra. Corina Puppo y el Dr. Leandro Moraes (médicos intensivistas), nos encontramos desarrollando un trabajo de investigación enfocado en pacientes que se encuentran internados por haber sufrido injuria encefálica aguda.

La finalidad de nuestra investigación es determinar cuál es la mejor posición de la cabecera de la cama para prevenir complicaciones que pueden darse en este tipo de pacientes.

Diferentes estudios han demostrado que el cambio de la posición de la cabecera de la cama podría mejorar la llegada de sangre oxigenada al cerebro y bajar la presión dentro de la cabeza. Por esto para realizar el proyecto nos proponemos medir por fuera de la cabeza (de forma no invasiva) la cantidad de oxígeno a nivel cerebral con espectroscopía cercana al infrarrojo, la presión dentro del cráneo si el neurocirujano lo consideró necesario y observar diferentes posiciones de la cabecera de la cama durante 30 min cada una. En caso de que en el transcurso de las maniobras encontremos una mejoría en el paciente se procederá a mantenerlo en esa posición beneficiándose de forma directa.

Si el paciente muestra una desmejoría de su estado transcurridos 5 minutos de iniciada la maniobra, se procederá a mantenerlo en la posición inicial y no se continuará con el cambio de posición.

Se accederá a la historia clínica del paciente con el fin de obtener datos antropométricos tales como: peso, talla y perímetro abdominal.

Los datos tomados respetarán el anonimato del paciente y no es obligatoria la participación, pudiendo además solicitar en cualquier momento la retirada de su familiar del proyecto sin que esto suponga una modificación en el tratamiento.

En base a los datos obtenidos realizaremos cálculos que nos permitirán llegar a conclusiones que podrían ayudar junto a posteriores investigaciones a mejorar el manejo clínico de pacientes como su familiar.

Quedamos a su disposición para aclarar cualquier duda referida al proyecto de forma personal en el CTI, Dr. Leandro Moraes (24806180).

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo, _____, en calidad de _____, declaro haber hablado con el Dr/a o la Lic _____.

He recibido información y respuestas satisfactorias a mis consultas con respecto a la investigación que involucra a mi familiar.

Por lo anterior y en conformidad con ello, con libertad consiento que (nombre del paciente) _____, participe en el proyecto de investigación que se me propuso.

Asimismo autorizo que los datos obtenidos sean usados con fines científicos, manteniendo la confidencialidad respecto a la identidad tanto del paciente como la mía.

Además cuando desee retirar del proyecto a _____ (vínculo) podré hacerlo con solo comunicar a los médicos mi nueva decisión, sin que esto afecte la atención, sin que esto afecte la atención brindada a mi familiar por parte del equipo de salud.

Fecha: _____

Lugar: _____

Víncula con el paciente: _____

Nombre del paciente: _____

Firma: _____

Aclaración: _____

Documento: _____

Firma del investigador: _____

Aclaración: _____

Documento: _____