

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**

**COMPARACIÓN DE ESTABILIDAD HEMODINÁMICA
DE ANESTESIA GENERAL BALANCEADA
VERSUS ANESTESIA TOTAL INTRAVENOSA**

DANIELA MARÍA PALENCIA NORIEGA

Tesis

**Presentada ante las autoridades de la
Escuela de Estudios de Postgrado de la
Facultad de Ciencias Médicas
Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Anestesiología
Para obtener el grado de
Maestra en Ciencias Médicas con Especialidad en Anestesiología**

Enero 2017



ESCUELA DE
ESTUDIOS DE
POSTGRADO

Facultad de Ciencias Médicas Universidad de San Carlos de Guatemala

PME.01.096.2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

LA FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS

ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

HACE CONSTAR QUE:

El (la) Doctor(a): Daniela María Palencia Noriega

Carné Universitario No.: 201390036

Ha presentado, para su EXAMEN PÚBLICO DE TESIS, previo a otorgar el grado de Maestro(a) en Ciencias Médicas con Especialidad en **Anestesiología**, el trabajo de TESIS **COMPARACIÓN DE ESTABILIDAD HEMODINÁMICA DE ANESTESIA GENERAL BALANCEADA VERSUS ANESTESIA TOTAL INTRAVENOSA**

Que fue asesorado: Dra. Gladis Julieta Gordillo Cabrera MSc.

Y revisado por: Dr. Eddy René Rodríguez González MSc.

Quienes lo avalan y han firmado conformes, por lo que se emite, la ORDEN DE IMPRESIÓN para **enero 2017**.

Guatemala, 16 de noviembre de 2016


Dr. Carlos Humberto Vargas Reyes MSc.

Director

Escuela de Estudios de Postgrado


Dr. Luis Alfredo Ruiz Cruz MSc.

Coordinador General

Programa de Maestrías y Especialidades

/mdvs

2ª. Avenida 12-40, Zona 1, Guatemala, Guatemala

Tels. 2251-5400 / 2251-5409

Correo Electrónico: especialidadesfacmed@gmail.com

Ciudad de Guatemala 28 de abril de 2016

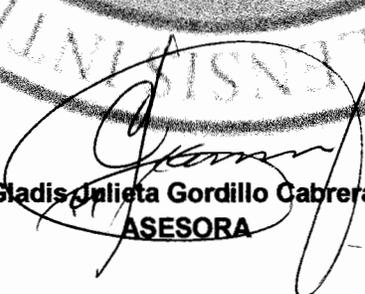
Dra. Gladis Gordillo
Docente Responsable
Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Anestesiología
Hospital Roosevelt
Presente

Respetable Doctora Gordillo:

Por este medio informo que he Asesorado a fondo el informe final de graduación que presenta la Doctora **DANIELA MARIA PALENCIA NORIEGA**, Carné 201390036 de la carrera de Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Anestesiología, el cual se titula "**COMPARACION DE ESTABILIDAD HEMODINÁMICA DE ANESTESIA GENERAL BALANCEADA (BLA) VERSUS ANESTESIA TOTAL INTRAVENOSA (TIVA)**".

Luego de la asesoría, hago constar que la **Dra. Palencia Noriega**, ha incluido las sugerencias dadas para el enriquecimiento del trabajo. Por lo anterior emito el **Dictamen Positivo** sobre dicho trabajo y confirmo está listo para pasar a revisión de la Unidad de Tesis de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ciencias Médicas.

Atentamente,



Dra. Gladis Julieta Gordillo Cabrera MSc.
ASESORA

Ciudad de Guatemala 28 de abril de 2016

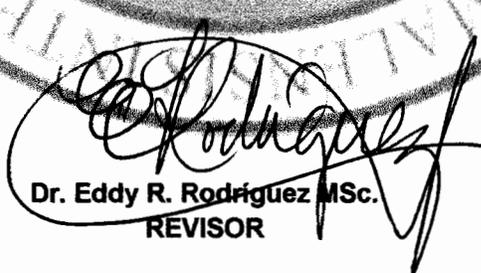
Dra. Gladis Gordillo
Docente Responsable
Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Anestesiología
Hospital Roosevelt
Presente

Respetable Doctora Gordillo:

Por este medio informo que he Revisado a fondo el informe final de graduación que presenta la Doctora **DANIELA MARIA PALENCIA NORIEGA**, Carné 201390036 de la carrera de Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Anestesiología, el cual se titula "**COMPARACION DE ESTABILIDAD HEMODINÁMICA DE ANESTESIA GENERAL BALANCEADA (BLA) VERSUS ANESTESIA TOTAL INTRAVENOSA (TIVA)**".

Luego de la revisión, hago constar que la **Dra. Palencia Noriega**, ha incluido las sugerencias dadas para el enriquecimiento del trabajo. Por lo anterior emito el **Dictamen Positivo** sobre dicho trabajo y confirmo está listo para pasar a revisión de la Unidad de Tesis de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ciencias Médicas.

Atentamente,



Dr. Eddy R. Rodríguez MSc.
REVISOR

Índice de contenido

	Página
Resumen	
I. Introducción	1
II. Antecedentes	4
III. Objetivos	28
IV. Hipótesis	29
V. Materiales y métodos	30
VI. Resultados	37
VII. Discusión y análisis	45
VIII. Referencias Bibliográficas	50
IX. Anexos	53

Índice de Cuadros y Gráficos

Cuadro	Página
Cuadro 1	38
Cuadro 2	39
Cuadro 3	40
Gráfico 1	41
Gráfico 2	42
Gráfico 3	43
Gráfico 4	44
Gráfico 5	45

Resumen

El estudio es acerca de la “Comparación de estabilidad hemodinámica de Anestesia General Balanceada (BLA) versus Anestesia Total Intravenosa (TIVA)”, se trata de un estudio experimental controlado en pacientes electivos de Clínica de Tumores llevados a Sala de Operaciones de Adultos del Hospital Roosevelt. TIVA es una técnica anestésica que administra solo agentes intravenosos, a diferencia de BLA, que combina agentes inhalados con anestésicos intravenosos. (1) El creciente interés de técnicas intravenosas es por disponibilidad de mejores fármacos intravenosos y el riesgo de gases anestésicos. Dentro de los objetivos principales están: comparar la estabilidad hemodinámica de BLA con TIVA; determinar el tiempo de recuperación de pacientes en Unidad de Cuidados Post-operatorios, analizar complicaciones post-anestésicas más frecuentes y caracterizar según edad, sexo, ASA de los pacientes. El estudio fue realizado durante el período de enero a octubre 2014 y enero a julio 2015, en pacientes clasificados como ASA I y II, entre 18 y 60 años de edad, sometidos a cirugía electiva de tiroides, de parótidas, mastectomías, resección de masas o tomas de biopsia de masas superficiales, por parte de Clínica de Tumores y se utilizaron dos técnicas de anestesia general: BLA y TIVA, dividiendo a la población en grupo “A” y “B” respectivamente. La técnica a utilizar se seleccionó de forma aleatorizada. De los resultados se obtuvo que BLA mostró mejor estabilidad hemodinámica con 84% (grupo “A”), mientras que TIVA con 72% (grupo “B”), tomando como referencia una variabilidad no mayor al 20% del valor basal de los signos vitales. Respecto a los parámetros de gases arteriales, no hubo diferencia entre ambas técnicas. El tiempo de recuperación fue menor con la TIVA y menor número de complicaciones postoperatorias. En conclusión, la mayor estabilidad hemodinámica se obtuvo con la técnica BLA, lo que puede ser porque en los otros estudios utilizan otros anestésicos en infusión como fentanil, remifentanil, ketamina, etc., además, que es una técnica que no estamos familiarizados en el Hospital Roosevelt, pero es necesario aprender a utilizarla.

I. Introducción

La anestesia se refiere a la ausencia de la sensibilidad, ya sea total o parcial. Es la acción médica que consiste en inhibir el dolor de un paciente mediante el suministro de sustancia(s) con propiedades anestésicas. La anestesia general es aquella que afecta la conciencia, induce amnesia temporal y elimina los reflejos, además se suministran sustancias con propiedades hipnóticas. En el año 1846, se inician los primeros actos en el control del dolor; los progresos obtenidos desde ese año han sido enormes, al igual que el cambio de esta especialidad médica que ahora se conoce como “Anestesiología”. (2)

Los potentes anestésicos volátiles son extremadamente utilizados debido a las múltiples ventajas que proporcionan, su farmacocinética que permite fácil dosificación y recuperación, farmacodinamia deseable y sistema de distribución del fármaco adecuado para su administración. (4) La Anestesia Total Intravenosa (TIVA) es la que se administra sólo con agentes intravenosos, sin el uso de agentes inhalatorios como agentes anestésicos. (4)

Con la introducción del propofol, se logró dar un gran paso por la anestesia total intravenosa (TIVA); una ventaja de esta técnica es la rápida recuperación y la mínima presencia de efectos secundarios. El propofol ha sido la droga de elección para esta técnica, que se caracteriza por baja incidencia de náuseas y vómitos. (5, 7) Nuevos conocimientos sobre la farmacocinética y la farmacodinámica de las técnicas anestésicas por vía intravenosa, así como el desarrollo de la tecnología informática para facilitar la administración de fármacos por vía intravenosa, tienen mucho mayor uso del total de los anestésicos intravenosos. (6). Se ha demostrado que la Anestesia Total Intravenosa (TIVA) es superior a la anestesia por inhalación en las operaciones de corta duración en términos de rápido despertar y el volver a las actividades cotidianas. (8)

En un estudio realizado por Buchh y colaboradores, en el hospital de Estados Unidos, publicado en Internet Journal of Anesthesiology en el 2009, se incluyeron 120 pacientes ASA I, entre 20-45 años, sometidas a laparoscopia ginecológica diagnóstica o ligadura de trompas como cirugías electivas ambulatorias; se comparó la técnica TIVA en un grupo con Anestesia Balanceada con otro grupo de pacientes y se encontró que la anestesia con propofol se asocia con una ligera caída de la frecuencia cardiaca y presión arterial sistólica en comparación con la anestesia inhalada convencional, aunque no fue

estadísticamente significativa. En el período intraoperatorio, TIVA se asoció con mayor estabilidad hemodinámica que la anestesia balanceada. (6)

Otro estudio realizado por Özkan y colaboradores, en el hospital Haydarpasa de Turquía, en 2001, se estudiaron 60 pacientes asignados al azar a 3 grupos para recibir TIVA (propofol + alfentanilo), anestesia balanceada con isoflurano y anestesia balanceada con sevoflurano; se pudo observar que la Anestesia Total Intravenosa (TIVA) provee una mejor estabilidad hemodinámica y control de respuesta neuroendocrina a la cirugía y a la anestesia en comparación con la anestesia inhalada, por lo que consideraron que es un método seguro de anestesia para pacientes que presentan trastornos cardiovasculares, endocrinos y metabólicos. (9)

Actualmente en la práctica de Anestesia 3en el Hospital Roosevelt se utiliza Anestesia Balanceada en todos los procedimientos llevados a cabo en sala de operaciones de adultos.

En el estudio realizado, de los resultados obtenidos, el 78% de los pacientes eran de sexo femenino (60 pacientes) y 22% sexo masculino (13 pacientes), 73% clasificados como ASAII (44 pacientes) y 27% ASA I (16 pacientes). Edad promedio fue de 43 años. Se utilizó la BLA en 38 casos y la TIVA en 22 casos.

De acuerdo a los resultados (cuadro No. 1), se puede determinar que del total de pacientes a quienes se les administró BLA, el 84% del grupo "A" mostró mejor estabilidad hemodinámica durante el procedimiento, a comparación del 72% del total de pacientes del Grupo "B" quienes fueron manejados con TIVA. Estabilidad hemodinámica respecto al promedio de la presión arterial sistólica, diastólica y media, frecuencia cardiaca, saturación de oxígeno y se definió como la ausencia de variabilidad mayor del 20% de los valores basales de los signos vitales de acuerdo a cada paciente dentro de los rangos aceptables como normales. De acuerdo al cálculo estadístico obtenido de chi cuadrado que fue de 4.6911 y comparado al valor de referencia del estadístico (1), se rechazó la hipótesis nula, es decir, que para ambas técnicas de anestesia general, no tienen el mismo efecto en la estabilidad hemodinámica del paciente y con un cálculo de Odds Ratio de 0.48. Respecto al tiempo de recuperación y complicaciones, la TIVA obtuvo mejores resultados (menor tiempo de recuperación y menor número de complicaciones) comparada con la BLA.

Dentro del estudio se encontraron varias limitaciones como la falta de recursos, incluyendo las ampollas de propofol para la infusión, falta de espacio en camas de los servicios de cirugía, por tanto, se suspendían los procedimientos electivos que se habían considerado incluir en el estudio, por tal motivo, se decidió incluir pacientes del período de enero a julio de 2015, para aumentar la muestra.

II. Antecedentes

El desarrollo de anestésicos por vía intravenosa ha sido un componente importante del tratamiento anestésico durante más de 70 años. Antes de la introducción de fármacos intravenosos de acción rápida, la inducción de la anestesia general requería necesariamente la inhalación de gases o vapores, una experiencia desagradable para algunos pacientes.

Aristóteles pensaba que las arterias contenían aire, pero Galeno demostró que las arterias y venas contenían sangre cuando las abría y ligaba en animales vivos. El error de Galeno fue situar el origen de la sangre en el hígado, desde donde fluía hacia el interior de los demás órganos. Con esta distribución no se esperaba que una inyección intravenosa produjera un efecto sistémico. (13)

Luego de 1656 y 1657, época en la que Christopher Wren y Timothy Clark experimentaron con la inyección intravenosa de varias sustancias, como vino, opiáceos, leche, suero, caldos, alcohol, cerveza, catárticos en animales, lograron observar que se produjeron varios fenómenos una y otra vez que los hicieron dudar si las operaciones podrían ser utilizadas alguna vez sin problemas y que requería la alteración previa de la inyección para que fuera apta para este uso. En el año 1872, Pierre-Cyprien Ore realizó el primer intento con éxito de una anestesia por vía intravenosa utilizando hidrato de cloral para anestesiarse a un ser humano. Se hizo popular el uso de morfina combinada con escopolamina por vía intravenosa, en particular en cirugía obstétrica. El método se conoció como el “sueño en penumbra”, pero esta combinación de fármacos se abandonó debido a los efectos secundarios impredecibles cuando se administró a algunos pacientes. (13)

Años más tarde, en 1977, con la introducción de propofol, el cual es un compuesto alquifenol, se ha extendido su utilización, en parte por su perfil de recuperación rápida. El propofol se administra a menudo en forma de infusión continua para la anestesia general, con o sin la adición de anestésicos inhalatorios. Cuando se combina con analgésicos como los opiáceos, el propofol puede aportar los componentes de un anestésico general

satisfactorio. Este método, que a menudo se conoce como Anestesia Total Intravenosa (TIVA, por sus siglas en inglés, *Total Intravenous Anesthesia*, o ATIV), puede eliminar la necesidad de usar cualquier fármaco gaseoso o volátil. (13) A partir de 1957 se impulsó el desarrollo de medicamentos con inicio y fin de acción rápidos; es así como surgieron, en 1980, el propofol y, en 1993, el remifentanilo. (26). Con estos medicamentos en el escenario anestésico, se inició la transición entre una forma de administración farmacéutica a una de administración farmacocinética. Schwilden, en 1981, fue el primero que usó las infusiones controladas por una computadora, sistemas TCI (target controlled infusion), que evolucionaron hasta convertirse en lo que hoy conocemos como “diprinfusor”. (15)

Recientemente se han introducido nuevos fármacos y formas de monitorización en anestesia, lo que ha producido un cambio en la elección de los anestésicos y técnicas anestésicas. La Anestesia Total Intravenosa (TIVA) es una alternativa a la anestesia balanceada, ya que se dispone de agentes hipnóticos como propofol y opioides como remifentanil o fentanil, que pueden ser administrados mediante sistemas de infusión controlada de forma controlada hacia el plasma o sitio efecto. (13)

La Anestesia Total Intravenosa (TIVA, Total Intravenous Anesthesia), se define como la técnica de anestesia general que utiliza la combinación de drogas administradas sólo por vía intravenosa en ausencia de agentes inhalados. Esta técnica permite la inducción y mantenimiento de la anestesia general con infusión controlada de hipnóticos, opioides y relajantes musculares.

A diferencia de la Anestesia Total Intravenosa (TIVA), la Anestesia Balanceada se refiere a la combinación de agentes inhalados con sedantes, opioides y otros fármacos con efectos sobre el sistema nervioso central.

Cuando Lundy acuñó el término *anestesia balanceada* en 1925, se refirió al uso de una mezcla de medicamentos, es decir, una “dieta” de compuestos para generar un estado anestésico. Se utilizó una mezcla con el objetivo de aprovechar las ventajas de las pequeñas cantidades de cada medicamento, con la esperanza de no enfrentar las desventajas de las dosis altas de cualquiera de los fármacos. El término tomó una connotación diferente cuando se desarrollaron los relajantes musculares. El énfasis se desvió hacia el aumento de los efectos del óxido nítrico. Este gas era el anestésico

básico y sus deficiencias como anestésico completo se cubrían con los adyuvantes: sedación y amnesia con barbitúricos o escopolamina, supresión de reflejos con derivados de la belladona u opioides, analgesia con opioides y relajación muscular con bloqueadores neuromusculares. Se detectaban las deficiencias de una respuesta particular mediante los signos clínicos y se administraba el adjunto adecuado. (1)

La nueva era y campo de acción de la anestesia balanceada inició con los beneficios cardiovasculares de la morfina, descritos por Lowenstein y colaboradores. Los opioides se convirtieron en los medicamentos favoritos de muchos para proporcionar la anestesia en pacientes con enfermedad cardiovascular avanzada. No obstante, conforme se volvió aparente la supresión inadecuada de reflejos y respuestas motoras con los opioides (o incluso, la conciencia), se agregaron los agentes inhalados potentes al régimen anestésico. El concepto de la nueva anestesia balanceada se ha depurado más a medida que se han precisado con más claridad las posibles desventajas del óxido nitroso. Estas no sólo concluyen sus efectos celulares tóxicos, sino también sus efectos en la respiración y circulación. Se volvió al concepto original de la anestesia balanceada que describió Lundy.

Por tanto, la sedación y amnesia se producen con barbitúricos, benzodiazepinas o butirofenonas; la supresión de los reflejos y una parte del requerimiento anestésico lo proporcionan opioides, barbitúricos, benzodiazepinas o butirofenonas; la inducción rápida de la inconsciencia y relajación para la intubación se obtienen con una combinación de barbitúrico-relajante y el resto del requerimiento anestésico y la supresión de los reflejos se logra con un anestésico inhalado. La relajación del músculo esquelético se logra con un bloqueador neuromuscular por vía intravenosa. Incluso cuando se usan dosis altas de opioides para producir la anestesia, muchas veces se administran agentes inhalados complementarios para atenuar la hipertensión y la dosis se regula según la cantidad de medicamento necesario para alcanzar la tensión arterial deseada.

Cuando el componente principal de la anestesia es uno de los agentes inhalables, puede usarse un opioides para reducir la frecuencia cardiaca o una benzodiazepina para garantizar la amnesia. Estos patrones de uso de los agentes inhalados reflejan la variedad de nuevos medicamentos disponibles en la actualidad y la mayor aceptación de la polifarmacia. Además, el mayor conocimiento de la farmacocinética y farmacodinamia permite que el anestesiólogo ajuste varios fármacos a las necesidades clínicas. (1)

Ya que la técnica de Anestesia Total Intravenosa presenta ventajas en relación a la anestesia balanceada o convencional, últimamente ha sido implementada en varios países. Varios estudios han demostrado la efectividad de la Anestesia Total Intravenosa y su mayor estabilidad hemodinámica.

En un estudio realizado por Graziola y colaboradores, en el Hospital Italiano de Rosario, publicado en Revista Española de Anestesiología y Reanimación en el año 2005, se comparó ambas técnicas anestésicas (TIVA versus BLA) en 27 pacientes ASA I, divididos en dos grupos, programados para colecistectomía laparoscópica electiva y se demostró que ambos grupos de pacientes mostraron buen control hemodinámico durante el procedimiento y no se verificaron casos de bradicardia o hipotensión intensa. (14)

Otro estudio realizado por Ozkose y colaboradores, en el Hospital Universitario Virgen de la Amixaca, Murcia publicado en la Revista Española de Anestesiología y Reanimación en el 2006, en 90 pacientes que se les realizó excéresis de neoplasia cerebral, se concluyó que la variabilidad hemodinámica fue mínima y fácilmente controlada en ambos grupos que utilizaron TIVA y BLA; las respuestas hiperdinámicas fueron fácilmente controladas y se produjeron principalmente durante la extubación en ambos grupos, sin apreciar variaciones importantes en la presión arterial media. Además, se concluyó mayor incidencia de náuseas y vómitos post operatorios con la anestesia con sevoflurano que en los que se utilizó propofol para el mantenimiento de la anestesia, lo que demuestra un mayor efecto emetógeno del sevoflurano a pesar de la administración de antieméticos profilácticos. (14)

Es por esto que se decidió utilizar ambas técnicas anestésicas para comparar la estabilidad hemodinámica de cada una tomando en cuenta ventajas y desventajas además de determinar el tiempo de recuperación y las complicaciones obtenidas con ambas técnicas.

2.1. Anestesia Total Intravenosa (TIVA)

2.1.1. Definición

Anestesia Total Intravenosa (total intravenous anesthesia, TIVA) se refiere a la técnica de anestesia general en la cual se administra por vía intravenosa exclusivamente, una combinación de medicamentos en ausencia de cualquier agente anestésico inhalado, incluido el óxido nitroso, (23), es decir que utiliza la combinación de drogas administradas sólo por vía intravenosa en ausencia de agentes inhalados. Esta técnica permite una inducción y mantenimiento de la anestesia general con infusión controlada de hipnóticos, opioides y relajantes musculares.

La técnica de Anestesia Total Intravenosa (TIVA) es menos tóxica que los agentes de inhalación, minimiza las respuestas hemodinámicas y neuroendocrina a la estimulación quirúrgica, y proporciona mejor estabilidad cardiovascular. TIVA ha ganado popularidad en los últimos años. Además, el uso de propofol en la técnica de Anestesia Total Intravenosa (TIVA) permite el uso de otros agentes hipnóticos. (9)

2.1.2. Principios básicos de la Anestesia Total Intravenosa

2.1.2.1. *Farmacocinética*

Se sabe que el objetivo final de la investigación farmacológica es describir la relación entre la dosis y el efecto de los fármacos. Dicha relación es difícil de describir porque depende del tiempo. Existe una diferencia de fase entre el momento de administración del fármaco y el efecto observado. Además, no siempre es posible la medición continua del efecto de un fármaco. Si se pueden medir las concentraciones sanguíneas, entonces la relación entre dosis y efecto se divide en una relación entre dosis y concentración (farmacocinética) y una relación entre concentración y efecto (farmacodinamia). (17)

2.1.2.2. Fase farmacéutica y farmacocinética

El desarrollo de la anestesia total intravenosa está ligado estrechamente al de los sistemas de infusión; estos hacen que la anestesia total intravenosa goce de varias ventajas que la hacen fundamental tanto en la anestesia ambulatoria como en los procedimientos de alta complejidad. Algunas de estas ventajas son: gran estabilidad hemodinámica, profundidad anestésica más equilibrada, recuperación rápida y predecible, menor cantidad de medicamento administrado, menor contaminación y menor toxicidad, no sólo para el paciente, sino también para el equipo quirúrgico. (17)

Cuando se administra un medicamento intravenoso para obtener una acción específica, se puede hacer siguiendo las diferentes fases de administración: farmacéutica, farmacocinética o farmacodinámica. (18)

2.1.2.3. Fase farmacéutica

En esta fase se tiene en cuenta el principio químico del medicamento y su manera de formulación. Se manejan dosis preestablecidas para alcanzar un umbral terapéutico, siendo la manera más común de administrar los fármacos. Por ejemplo, se emplea 2,5 mg/kg de propofol para la colocación de la máscara laríngea. Se sabe que con esta dosis se alcanzará el objetivo, pero se desconoce su nivel plasmático y, por consiguiente, la duración del efecto, situación que se complica más cuando se administran múltiples dosis, lo que convierte a esta fase en un sistema de poca precisión. (15)

2.1.2.4. Fase farmacocinética

En esta otra etapa se contemplan los cambios que sufren los medicamentos dentro del organismo mediante los procesos de absorción, distribución, metabolismo y eliminación. El objetivo es mantener una concentración constante, precisa y predecible dentro de una ventana terapéutica que garantice el efecto deseado. Para lograrlo se tienen en cuenta la cantidad de medicamento infundida y los cambios que este sufre dentro del organismo. (15)

La administración de un medicamento en su fase farmacocinética requiere la ayuda de aparatos de infusión programados con modelos farmacocinéticos previamente estudiados y avalados por su precisión. El ejemplo clásico es la infusión de medicamentos por medio de los sistemas de TCI, en los que no sólo se evitan fluctuaciones plasmáticas, sino que disminuyen las necesidades del fármaco hasta en un 30 %. (15)

2.2. Esquemas de infusión manual

Tradicionalmente, antes del uso del sistema TCI, se utilizaban esquemas manuales para la administración de los anestésicos intravenosos. Uno muy conocido fue el de Roberts *et al.*, en el cual disminuían progresivamente las dosis del propofol con intervalos de 30 minutos. (15)

A pesar de que el TCI y los esquemas de infusión manual proveen una adecuada anestesia, el primero es preferido sobre el segundo por permitir un control más adecuado de la profundidad anestésica y brindar una mejor estabilidad cardiovascular y respiratoria. (15)

O'Hare *et al.* (27), al comparar la infusión manual con el TCI, encontraron un adecuado nivel de anestesia en ambos, pero el consumo de propofol por el segundo fue mayor. Un estudio similar fue realizado por Breslin, en el 2004, quien encontró que no había diferencia en la profundidad anestésica ni en el tiempo de despertar; sin embargo, el consumo del propofol por el sistema TCI fue mayor (15).

Uno de los grandes problemas que afrontan nuestras instituciones de salud es la disponibilidad de alta tecnología, debido en gran parte a que los recursos están dirigidos a solucionar problemas derivados de la violencia en que vivimos, y que parece no tener fin, razón por la cual sólo pocos centros de la ciudad disponen de un TCI para administrar anestesia total intravenosa.

En ciertos hospitales se han logrado incorporar modelos farmacocinéticos del TCI en nomogramas, los cuales nos permiten administrar infusiones de propofol, remifentanilo y fentanilo, por medio de bombas de infusión para alcanzar o buscar una concentración determinada. Este sistema de infusión manual práctico, accesible y fácil de manejar, en estudios previos ha logrado concordancias cercanas al 90% cuando se compara con el *Rugloop*. (15)

Otro de los inconvenientes en nuestras instituciones públicas es la disponibilidad de bombas de infusión, ya que, en el mejor de los casos, generalmente se dispone de una por sala. Una alternativa práctica que se ha estado utilizando en varios centros de la ciudad es la mezcla de remifentanilo con propofol para infusión única. (15)

Las concentraciones plasmáticas de remifentanilo y propofol dependen del tipo de cirugía (tabla 2). En general, después de una dosis de midazolam de 30 µg/kg, 5 minutos antes de la inducción, se requiere una concentración plasmática de 7 a 8 ng/ml de remifentanilo y de 2 a 2,5 µg/ml de propofol, para realizar la intubación. Una concentración plasmática de propofol mayor de 1,8 µg/ml y una menor de 2,5 µg/ml son suficientes para mantener la hipnosis durante la anestesia. (15)

Una concentración plasmática de propofol inferior a 1,8 µg/ml con una de remifentanilo entre 3 y 3,5 ng/ml suficientes para extubar un paciente despierto, tranquilo y con una baja incidencia de tos. (15)

2.3. Ventajas de la Anestesia Total Intravenosa (TIVA)

Las ventajas de la anestesia total intravenosa son:

- ❖ Control de la profundidad de la anestesia, utilizando una dosis de cebado del fármaco y luego una infusión a una velocidad variable, de acuerdo a los requerimientos de los pacientes, con menos efectos colaterales y mejor estabilidad hemodinámica intraoperatoria. (4)

Con la anestesia total intravenosa, las concentraciones plasmáticas deseadas se alcanzan rápidamente, fácilmente y son mantenidas. El método tradicional de mantenimiento anestésico, con dosis en bolo en incrementos, da lugar a concentraciones plasmáticas de los fármacos administrados con valles y picos. (4)

- ❖ La utilización de esta técnica anestésica en situaciones clínicas en las cuales no se podría utilizar anestésicos inhalatorios: microcirugía con láser, cirugía del vítreo, ventilación en cirugía torácica. (4)

- ❖ Evitar el óxido nitroso, que es un vasodilatador y estimulante cerebral en neurocirugía. Ayuda también a evitar los efectos deletéreos del óxido nitroso sobre el metabolismo de la vitamina B12. En la cirugía torácica con un solo pulmón, neumotórax, cirugía abdominal

de larga duración, taponamiento cardíaco, cirugía infratentorial en posición sentada, etc., podría estar no indicado el óxido nitroso y ser una alternativa la anestesia total intravenosa. (4)

- ❖ Evita la polución del quirófano. (4)
- ❖ Suplemento de la anestesia loco-regional. (4)
- ❖ En la valoración del estado neurológico, tras el de su administración en las Unidades de Reanimación. (4)
- ❖ Para prevenir el despertar intraoperatorio durante en cirugías de gran importancia (ejemplo: bypass cardiopulmonar).(4)
- ❖ Prevención de la isquemia cerebral (4)
- ❖ Mínima depresión cardiovascular, cuando se compara concentraciones equivalentes de estos fármacos con los agentes volátiles. (4)
- ❖ Las drogas utilizadas pueden ser reguladas en forma independiente y adaptadas a los diferentes estímulos durante el procedimiento quirúrgico. (13)
- ❖ Permite un corto período de emergencia de la anestesia, es decir un despertar precoz, especialmente en pacientes sometidos a cirugía de larga duración (mayor de 6 horas), accediendo de este modo a una evaluación neurológica precoz y una reintubación rápida y expedita por el anestesiólogo en caso de una complicación post-operatoria. (13)
- ❖ Proporciona la posibilidad de aumentar la concentración diana del anestésico en caso sea necesario, logrando una mayor protección ante el estímulo quirúrgico. (13)

Existen otras ventajas comunes a otras anestесias, entre las cuales están:

- ❖ Se recomienda una Anestesia Total Intravenosa basada en propofol como parte de la estrategia multimodal en la prevención de náuseas y vómitos post operatorios.
- ❖ Permite un despertar rápido de los pacientes con escasos efectos adversos.
- ❖ Permite el uso de potenciales evocados durante el intraoperatorio, afectando en forma mínima su registro.
- ❖ Se considera la técnica de elección para pacientes susceptibles de hipertermia maligna. (13)
- ❖ Disminuye los requerimientos de los relajantes musculares
- ❖ Disminuye la presión intraocular (28)

Las desventajas de la Anestesia Total Intravenosa (TIVA) son;

- ❖ Posibilidad de reacciones anafilácticas. (4)
- ❖ Acción prolongada de algún fármaco. que dificulte la valoración neurológica del paciente al final de la cirugía neurológica. (4)
- ❖ Posibilidad de sobredosificación. (4)
- ❖ Mayor dificultad técnica. La anestesia total intravenosa exige aprender esta técnica de administración. (4)
- ❖ Necesidad de equipo especial de infusión, aunque puede administrarse de forma manual. (4)
- ❖ Posibilidad de extravasación, debemos estar constantemente vigilando las líneas intravenosas y las bombas de infusión. (4)
- ❖ Necesidad de ventilar a los pacientes con oxígeno. (4)
- ❖ Posibilidad de despertar intraoperatorio, es difícil determinar el nivel de profundidad anestésica, aunque esta desventaja puede evitarse utilizando el Índice Bioespectral (BIS). (4)

2.4. Modalidades de Anestesia total Intravenosa (TIVA)

Anestesia en modalidad TIVA manual o Infusión Controlada, TCI (Target Controllet Infusion, por sus siglas en inglés).

4.4.1. Modalidad manual

El usuario programa la dosis por unidad de tiempo. Para propofol se utiliza mg/kg/hora y para remifentanil o fentanil en ug/kg/min.

En esta modalidad manual de TIVA es necesario:

- ✓ Inyectar un bolus para rellenar el volumen central o V1 (13)
- ✓ Continuar con una infusión de mantenimiento (13)
- ✓ Suspender la infusión en el momento preciso, con el objeto de finalizar el procedimiento sin efectos residuales de las drogas utilizadas (13)

2.5. Metas de la TIVA

- Inducción suave
- Mantenimiento de la anestesia fiable y valorable

- Aparición rápido de los efectos de la droga en infusión tan pronto como cuando la infusión se termina (29)

2.6. Drogas usadas para TIVA

Medicamento	Dosis inicial IV	Dosis CRI	Comentarios
Diazepam	0.1-0.25 mg/kg	0.2-0.5 mg/kg/h	Dado con opioide
Midazolam	0.1-0.20 mg/kg	0.2-0.5 mg/kg/hr	Dado con opioide
Fentanil	5-10 ug/kg	0.2-2.0 ug/kg/min	Para CRI, usar dosis bajas primero
Remifentanil	5-10 ug/kg	0.2-2.0 ug/kg/min	Para CRI, usar dosis bajas primero
Sufentanil	2-5 ug/kg	0.1-0.2 ug/kg/min	
Alfentanil	5 ug/kg	1.0 ug/kg/min	1/7-1/10 la potencia del fentanil
Propofol	1-4 mg/kg	0.2-0.5 mg/kg/min	
Etomidato	1-2 mg/kg	0.02-0.3 mg/kg/min	No adecuado para infusión prolongada por la supresión adrenal y efecto hemolítico del propilenglicol
Midazolam	0.2 mg/kg IV	8.0 ug/kg/min	Para completar la inducción, propofol puede ser necesario
Fentanil	10 ug/kg	0.8-2.0 ug/kg/min	

(30) Pablo, L. Total IV Anesthesia. DACVA. Florida. 2010.

4.6.1. Efectos Cardiovasculares, respiratorios y SNC de 4 anestésicos IV

Función	Tiopental	Propofol	Etomidato	Ketamina
Frecuencia cardiaca				
Resistencia vascular sistémica				
Contractilidad cardiaca				
Liberación de histamina				
Presión arterial media				
Respiración				

Flujo sanguíneo cerebral				
CMRO2				
Presión intracraneal				
Excitación del SNC				

(31). Hemmings H. The pharmacology of intravenous anesthetic induction agents: a primer. Anesthesiology News Special Edition. New York. October 2010.

2.7. Anestesia Balanceada (Balanced Anesthesia, BAL)

Es un tipo de técnica anestésica que se caracteriza por la anestesia producida por la combinación de fármacos y técnicas cada una con un propósito primario y un efecto específico, pero con superposición de los efectos secundarios. Considera la combinación de varios agentes para disminuir los requerimientos de cada uno por separado. (32)

Esta técnica puede implicar: (21)

- Lograr condiciones quirúrgicas-anestésicas mediante la administración de varios agentes suministrados por diferentes vías (intravenosa, inhalada) (21)
- La cantidad de cualquier agente usado es menor que la necesaria con un único fármaco para lograr niveles profundos de anestesia general (21)
- Los fármacos se metabolizan y eliminan por diferentes vías (21)

Uno de los fines de la anestesia balanceada es que la combinación de las drogas permite sinergismo en los efectos anestésicos, pero en la toxicidad. El sinergismo presenta variedad de combinaciones de drogas, incluyendo opiáceos con benzodiazepinas, midazolam con tiopental, tiopental con fentanil, entre otras. (21)

Se han descrito varias técnicas de anestesia balanceada y son las siguientes:

- ✓ Anestesia general mediante la combinación de anestésicos inhalados o vía parenteral o rectal
- ✓ Anestesia general combinada con anestesia regional
- ✓ Anestesia general combinada con relajantes musculares
- ✓ Anestesia general combinada con neurolepsis y relajantes musculares

La administración de anestésicos inhalatorios requiere de un equipo que:

1. Proporcione un gas con un flujo y una mezcla de gases conocida: la máquina anestésica; el vaporizador es la pieza que suministra el anestésicos inhalatorio de forma precisa
2. Suministre el gas al paciente de forma segura y eficiente: los circuitos anestésicos (21)

2.7.1. Anestesia inhalatoria

La anestesia inhalatoria es la administración de anestésicos gaseosos a través de las vías respiratorias. Luego de ser inhalado el gas, se absorbe a través de los alvéolos pulmonares, ingresa en el aparato vascular y es transportado hasta el cerebro. (21)

Las propiedades químicas de un líquido determinan la temperatura y la presión atmosférica a las cuales simultáneamente se evapora (pierde volumen) y se convierte en gas (vapor). Los líquidos volátiles son los que pasan fácilmente del estado líquido al gaseoso. El alcohol es un ejemplo de un líquido volátil. Todos los anestésicos inhalado, excepto el óxido nitroso, son líquidos volátiles que se vaporizan en el aparato de anestesia y luego son administrados al paciente. Los gases anestésicos explosivos, como el ciclopropano y éter, han sido prohibidos como anestésicos. (21)

2.7.2. Acción de los gases anestésicos

Los gases anestésicos se liberan del aparato de anestesia directamente a los pulmones a través del tubo endotraqueal, la máscara laríngea o la máscara facial. Las acciones de todos los anestésicos inhalatorios dependen la dosis. El aumento de las dosis del fármaco también produce aumento de sus efectos, tanto deseados como no deseados. Los siguientes son factores que afectan la concentración de los gases en la sangre y la tasa de absorción:

- ❖ La solubilidad del agente en sangre
- ❖ La concentración del anestésico administrado
- ❖ La magnitud del flujo sanguíneo pulmonar (a mayor flujo, mayor absorción del anestésico)
- ❖ La solubilidad del gas en el tejido (21)

La cantidad de anestésico que atraviesa la membrana alveolar depende del tipo de anestesia y del estado del paciente. La vigilancia anestésica monitoriada (MAC, por sus siglas en inglés) se define como la concentración a una atmósfera de presión de un anestésico inhalatorio que impide los movimientos musculares esqueléticos en respuesta a estímulos nocivos en el 50% de los pacientes. Se usa como un estándar para comparar la potencia de los anestésicos inhalatorios. Los valores de MAC aumentan con la hipertermia, alcoholismo, uso prolongado de drogas y medicamentos como cocaína, anfetamina y agentes usados para tratar la enfermedad de Parkinson. Los valores de MAC disminuyen con la hipotensión, intoxicación alcohólica aguda, embarazo, hipotermia, opiáceos y aumento de la edad. (21)

2.7.3. Ventajas de la Anestesia Balanceada

- ❖ Los medicamentos pueden ser seleccionados y administrados de una manera que este servicio sea casi universalmente aceptado
- ❖ El metabolismo del paciente sufre una mínima cantidad de perturbación y es a menudo protegido que en otras técnicas
- ❖ El responsable puede manejar pacientes con graves complicaciones con una gama más amplia de seguridad. (33)

2.7.4. Desventajas de la Anestesia Balanceada

- ❖ Posibilidad de efectos adversos o toxicidad con la utilización del halotano, enflurano, isoflurano y óxido nítrico, depresión respiratoria y cardiovascular dosis dependiente. Incremento del flujo sanguíneo cerebral y de la presión intracraneal. Toxicidad hepática y renal. Fenómeno del robo coronario, hipertermia maligna. (4)
- ❖ Implicaciones ecológicas determinadas por la concentración de los agentes volátiles y del óxido nítrico en el ambiente. Efecto de estas concentraciones en la salud y condiciones de trabajo de anestesiólogos, cirujanos, enfermeras. etc., en el quirófano y Unidades de recuperación post-anestésicas. (4)

Los efectos de los inhalatorios sobre la capa de ozono tienen escasa importancia, aunque el problema de la polución de los anestésicos no está resuelto.

❖ La exigencia por diversos motivos de una anestesia ambulatoria, con fármacos con recuperación completa y temprana sólo podría estar resuelta con el isoflurane, sevoflurano y desflurane. (4)

2.7.5. Equipo para la anestesia balanceada

2.7.5.1. Aparato o equipo de Anestesia

Para la administración de anestesia general se requiere un aparato o equipo de anestesia, también llamado máquina. Los nuevos modelos tienen mayor seguridad y precisión para la administración de gases o líquidos volátiles. El mecanismo básico es un sistema de flujo circular que incluye las funciones inspiratoria y espiratoria del paciente. Los gases transportadores que se utilizan provienen de tanques montados en la máquina de anestesia o de sistemas en línea (que suministran flujo desde una fuente externa continua). Por medio de un vaporizador los líquidos anestésicos volátiles pasan al estado gaseoso. (21)

El paciente puede ser ventilado en forma mecánica o manual, con la bolsa de reserva. Los gases ingresan en la bolsa y luego pasan al paciente a través de tubos corrugados. Los sistemas se describen como semiabiertos, cerrados o semicerrados, según el nivel de dióxido de carbono espirado y los gases que reingresan al paciente. (21)

2.7.5.2. Sistema de Purificación de gases

El escape de gases anestésicos en la sala de operaciones es un peligro ambiental para los profesionales sanitarios. Existen recomendaciones del National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) y de la Occupational Safety and Health Administration (OSHA) que establecen que no deben superarse las 0.5 partes por millón de agentes halogenados por hora como valor máximo en el ambiente (es decir, el gas liberado) para el sistema de anestesia cuando se usa con óxido nitroso. El sistema de purificación de gases puede reducir la exposición de los trabajadores hasta un 95%. Los sistemas de purificación capturan los gases liberados y los eliminan en forma activa a través de un sistema de vacío o pasivamente al medio exterior. (21)

2.7.6. Anestésicos inhalados

Los anestésicos inhalados son agentes que producen pérdida reversible de la conciencia; consta a su vez de gases y líquidos volátiles. Estos últimos son moléculas de hidrocarburos halogenados entre los cuales están el halotano, enflurano, isoflurano, sevorano y desflurano.

Un agente anestésico general inhalatorio debe tener las siguientes características:

- ✓ No irritar el tracto respiratorio y poseer un olor que no sea desagradable para una inducción placentaria
- ✓ Tener solubilidad sangre/gas baja, que permita una inducción y recuperación rápida
- ✓ Ser químicamente estable, para no reaccionar con los materiales de uso común en los circuitos anestésicos ni con la cal sodada, y permita su almacenamiento por períodos prolongados sin que pierda sus propiedades.
- ✓ No ser inflamable ni explosivo
- ✓ Su potencia permitir usarlo con concentraciones elevadas de oxígeno en la mezcla inspirada ($FiO_2 > 0,3$).
- ✓ Su administración a dosis analgésicas debe ser capaz de producir una hipnosis satisfactoria.
- ✓ A dosis anestésicas debe producir un cierto grado de relajación muscular.
- ✓ Sus efectos sobre los aparatos respiratorio y cardiovascular deben ser mínimos
- ✓ No deben presentar efectos de interacción de drogas con los demás agentes anestésicos y las drogas de uso común en el paciente anestesiado.
- ✓ No deben ser metabolizados en el organismo, evitando así depender de la función renal y/o hepática para su eliminación, ni producir metabolitos que puedan ser nocivos al ser humano.
- ✓ No deben poseer propiedades tóxicas per se, ni provocar reacciones alérgicas.

2.7.6.1. Farmacocinética

Producen pérdida de la conciencia, abolición de reflejos protectores, analgesia, relajación muscular sobre SNC.

Anestésicos gaseosos se administran desde cilindros a presión y anestésicos volátiles desde vaporizadores. Llegan a vías aéreas a alvéolos, cruzan barrera alvéolo capilar, circulación sanguínea pulmonar, cerebro; eliminación: circulación venosa, pulmones, circuito respiratorio de la máquina de anestesia.

Dentro de la gama de anestésicos inhalados existe el término MAC, que se define como la concentración alveolar de un agente anestésico inhalatorio que es capaz de producir la inmovilización del 50% de los pacientes sometidos a un estímulo doloroso (incisión quirúrgica). Es la cantidad mínima del agente anestésico necesario para lograr el efecto anestésico (analgesia e hipnosis).

El MAC de cada anestésico inhalado corresponde como sigue:

Anestésicos inhalado	MAC (%)
Halotano	0.75%
Enflurano	1.7%
Isoflurano	1.2%
Desflurano	6%
Sevoflurano	2%

Condiciones que modifican el MAC de los anestésicos inhalatorios

Disminuye	Aumenta
Hipotermia	Hipertermia
Paciente joven	Edad avanzada
OH crónico	OH agudo
HiperNa	Anemia
Efedrina	Hipoxemia PaO ₂ < 40 mmHg
	Hipercapnia PaCO ₂ > 95 mmHg
	PAM < 40 mmHg
	Embarazo

	Hipercalemia
	Hiponatremia
	Anestésicos locales
	Opioides
	Ketamina
	Barbitúricos
	BDP
	Verapamil
	Reserpina
	Clonidina

2.7.7. Anestésicos inhalados más utilizados

2.7.7.1. Isoflurano

El isoflurano se sintetizó en 1971 y su comercialización se inició a comienzos de la década de los 80. Es un metil-etil-éter halogenado, isómero del enflurano. A temperatura ambiente es un líquido transparente, no inflamable, con olor etéreo y poco irritante. Tiene una CAM de 1,2%, lo que indica que tiene una buena potencia anestésica. Presenta una solubilidad intermedia, con un coeficiente de partición sangre/gas de 1,4, además posee una estabilidad elevada. (22)

2.7.7.1.1. Farmacocinética y farmacodinamia

Es el fármaco que tiene menos biotransformación (0,2) y el que posee menos potencial hepatotóxico. Se elimina de forma inalterada a través de la vía pulmonar y en forma de metabolitos (trifluoracético, FL,Cl) a través del riñón. (22)

A nivel del sistema cardiovascular aumenta la frecuencia cardíaca y es un vasodilatador importante a nivel coronario, disminuyendo las resistencias vasculares sin modificar el gasto cardíaco. Tiene un efecto depresor directo sobre la contractibilidad miocárdica. (22)

A nivel del aparato respiratorio es algo irritante y produce cierta broncodilatación. Actúa sobre los centros medulares ocasionando depresión respiratoria y deprime los reflejos en las vías aéreas. (22)

A nivel del sistema nervioso central produce depresión de la función cortical, disminuyendo la transmisión excitatoria de la corteza cerebral. Potencia los relajantes musculares no despolarizantes y aumenta discretamente la PIC. (22)

2.7.7.1.2. Contraindicaciones

Está contraindicado su uso en pacientes con shock hipovolémico y cuando existe riesgo de hipoperfusión coronaria. (22)

2.7.7.2. Sevoflurano

Se introdujo por primera vez en la práctica clínica en el año 1990 en Japón; actualmente es ampliamente utilizado de forma satisfactoria. (22)

2.7.7.2.1. Propiedades físicas y farmacocinética

El sevoflurano, es un líquido volátil, derivado fluorado del metil-isopropil-éter que contiene un halógeno, el fluor, en una cantidad de siete átomos. Es incoloro, tiene un olor agradable y no es irritante, por lo que se puede administrar con mascarilla como inductor anestésico especialmente en niños. (22)

Su solubilidad no se modifica con la edad. Al igual que los demás anestésicos inhalatorios es muy poco soluble en agua y muy soluble en grasa. Su coeficiente de partición sangre/gas es de 0,62. Sevoflurano. Tiene una solubilidad muy baja en sangre, lo que sugiere que la relación de la concentración alveolar inspirada debe aumentar rápidamente con la inducción (captación) y también disminuir rápidamente al cesar la administración del agente (eliminación). Su coeficiente de partición aceite/gas es de 53. (22)

La CAM del sevoflurano es la que más varía con la edad (disminuye con la edad y es mayor en niños). El valor de la CAM es de 2%, que se reduce a la mitad si se asocia con N₂O al 60%. (22)

El punto de ebullición del sevoflurano es de 58.5 y su presión de vapor es de 157, por lo que se puede administrar con vaporizadores convencionales. (22)

El sevoflurano se degrada con los absorbentes de CO₂ altamente alcalinos, la cal sodada y el Baralyme, dependiendo de la temperatura, en cinco productos denominados compuestos A,B,C ,D y E. A temperatura normal sólo se produce el compuesto A y B, siendo B un compuesto de degradación del A. Aunque el compuesto A es nefrotóxico en experimentación animal (ratas) ocasionando lesión del túbulo proximal, en humanos no se ha comprobado ningún tipo de lesión. (22)

Se elimina por vía pulmonar y a través del riñón en forma de metabolitos en un 2-3%. Se metaboliza en el hígado a través del citocromo P-450E1, siendo los productos metabólicos más importantes el ion flúor y el hexafluoroisopropanolol. (22)

2.7.7.2.2. Farmacodinámica

Los efectos hemodinámicos y cardiovasculares del sevoflurano son muy parecidos a los del isoflurano. Ejerce un efecto inotrópico negativo, que es el resultado de la inhibición de la actividad simpática, sin que se modifique la parasimpática. No modifica la frecuencia cardíaca, mientras que la presión arterial disminuye dependiendo de la CAM. Asimismo, reduce el gasto cardiaco, pero no modifica las resistencias vasculares sistémicas. Por último, no sensibiliza el miocardio al efecto de las catecolaminas. (22)

A nivel del aparato respiratorio, el sevoflurano deprime la respiración de forma dosis dependiente. Sin embargo, la principal característica de los efectos respiratorios del sevoflurano es que produce una buena tolerancia a la inducción inhalatoria, tanto en niños como en adultos, que se debe en parte a su olor agradable y a que prácticamente no produce efectos irritativos de las vías aéreas. No obstante, un estudio reciente ha demostrado que sevoflurano reduce más el aumento de la resistencia de vías aéreas provocado por la intubación endotraqueal que el halotano y el isoflurano. (22)

A nivel del sistema nervioso central, deprime la actividad electroencefalográfica de forma dosis dependiente y no provoca actividad convulsiva. Los cambios en el flujo sanguíneo cerebral y de la presión intracraneal son similares a los que produce el isoflurano. No modifica los mecanismos de autorregulación cerebral, pero produce depresión de la función cortical y un aumento discreto de la PIC. (22)

En cuanto a los efectos neuromusculares se ha observado que potencia el efecto de los relajantes musculares no despolarizantes de forma similar a los demás anestésicos halogenados. (22)

A nivel hepático reduce muy poco el flujo hepático total y, al menos teóricamente, es menos hepatotóxico que el halotano. (22)

A nivel renal se ha comprobado que no modifica el flujo sanguíneo renal, siempre y cuando la tensión arterial media se mantenga por encima de 70 mmHg. Existe controversia sobre la potencial nefrotoxicidad del sevoflurano, que se ha observado en animales de experimentación. Aunque se han detectado niveles elevados de flúor en algunos pacientes anestesiados, se sabe que la nefrotoxicidad del flúor no se relaciona con los valores pico sino con la superficie de la curva de los niveles plasmáticos de flúor. El sevoflurano se elimina rápidamente por vía respiratoria, el metabolismo es menor y, por tanto, la superficie de dicha curva es más pequeña. (22)

Por tanto, el sevoflurano es un anestésico halogenado con un coeficiente de solubilidad bajo en sangre, lo que le confiere rapidez en la inducción anestésica y en el mantenimiento. Sin embargo, su solubilidad en tejidos, y especialmente en las grasas, explica su relativo retraso en el despertar. El hecho de que produzca una inducción inhalatoria muy agradable explica su amplio uso en pediatría. Tiene escasos efectos hemodinámicos, por lo que es muy útil en pacientes con cardiopatía, y no se ha mostrado ser nefrotóxico en humanos. (22)

2.8. Test de Aldrete

Se trata de una escala heteroadministrada que consta de 5 ítems. Cada ítem responde a una escala tipo Likert de 0 a 2, con un rango total que oscila entre 0 y 10. El punto de corte se sitúa en 9, donde igual o mayor a esta puntuación sugiere una adecuada recuperación tras la anestesia.

Conciencia	Despierto y orientado	2
	Requiere mínimo estímulo para ser despertado	1
	No despierta con estímulo táctil	0
Actividad	Capaz de movilizar extremidades	2
	Debilidad leve a moderada de extremidades	1
	Incapaz de movilizar extremidades	0
Respiración	Capaz de respirar profundamente y toser, sin taquipnea	2
	Taquipnea, pero buena capacidad de toser	1
	Disnea con mala capacidad para toser	0
Hemodinamia	Tensión arterial \pm 15% del nivel preprocedimiento	2
	Tensión arterial \pm 30% del nivel preprocedimiento	1
	Tensión arterial \pm 50% del nivel preprocedimiento	0
Saturación de O ₂	Mantiene saturometría > 92% respirando aire ambiente	2
	Necesita inhalar oxígeno para mantener saturometría \geq 90%	1
	Sat < 90% a pesar de oxigenoterapia	0
Dolor	Sin dolor	2
	Dolor moderado a intenso, controlable con analgésicos endovenosos	1
	Dolor persistente	0
Náuseas y vómitos	Ausentes	2
	Aislados	1
	Persistentes	0

❖ Actividad: conforme los pacientes se recuperan de los efectos anestésicos, empiezan a mover sus extremidades y su cabeza; ciertos movimientos son involuntarios y algunos tienen a volverse voluntarios rápidamente y pronto después son capaces de moverse al darle órdenes. La eficiencia de la actividad muscular se mide observando la habilidad del paciente de mover sus extremidades. Si pueden mover las cuatro extremidades, espontáneamente o al ordenárselo, se da un puntaje de 2. Cuando solo dos o tres (en el caso de un bloqueo unilateral) extremidades se mueven, el índice se puntúa como 1, pero si no se mueve ninguna extremidad, el puntaje es de 0. No evaluar la pérdida de la sensibilidad sino la función motora, requiere que los pacientes puedan ser capaces de sentarse, voltearse en sus camas, ponerse de pie y caminar.

❖ Respiración: Restaurar el intercambio respiratorio de gases a la normalidad, es un paso esencial hacia la recuperación; no es, sin embargo, una función fácil de evaluar sin la utilización de aparatos complicados o exámenes físicos sofisticados. Cuando los pacientes respiran profundamente y son capaces de toser, se da un puntaje de 2, pero si el esfuerzo respiratorio está limitado (paralizado o superficial) o hay disnea aparente, el puntaje es de 1. Cuando no hay actividad espontánea evidente, el puntaje es 0. La habilidad de respirar adecuadamente depende también del grado de actividad del

paciente en recuperación. Además, es importante haber recuperado el reflejo de la tos y la capacidad de comprender la orden de tomar una inspiración profunda y toser.

❖ Circulación: Las alteraciones de la presión arterial se han escogido como la medida representativa de esta compleja función ya que este signo ha sido medido antes, durante y después de la anestesia. Cuando la presión arterial sistólica al llegar a la sala de recuperación está aproximadamente entre 20% del nivel preanestésico, se da un puntaje de 2. Si el mismo índice está entre $\pm 20\%$ a $\pm 50\%$ del mismo control, se da un puntaje de 1. Cuando la presión arterial tiene un rango de variación mayor del 50% con respecto a la medida original, el puntaje es de 0. Los porcentajes de valores de control parecen ser más útiles que los valores absolutos.

❖ Conciencia: El estado completamente alerta, demostrado por la capacidad de responder preguntas con claridad, recibe un puntaje de 2. Si los pacientes se despiertan solo cuando son llamados por su nombre, reciben un puntaje de 1. La ausencia de respuesta al estímulo auditivo recibe un puntaje de 0. Se prefiere el estímulo auditivo al físico y además puede ser repetido cuantas veces sea necesario. El nivel de consciencia también afecta los índices de actividad y respiración.

❖ Oxigenación: A pesar que en el pasado el nivel de oxigenación se evaluaba con el color de la piel (rosado = 2, ictericia o palidez = 1 y cianosis = 0), la necesidad de una medida más objetiva se resolvió con la utilización generada de la oximetría de pulso. Cuando los pacientes son capaces de mantener una $SPO_2 > 92\%$ respirando aire ambiente, su puntaje es 2. Si los pacientes necesitan suplemento de oxígeno para mantener una saturación mayor de 90% el puntaje es 1. Si la saturación es menor de 90% a pesar de administrar oxígeno, se da un puntaje de 0.

2.9. Complicaciones postanestésicas

Se refieren a las complicaciones que presentan los pacientes después de permanecer bajo efectos de anestesia; se evalúan en la Unidad de Cuidados Postoperatorios. Dentro de las principales complicaciones están:

- Náuseas y vómitos: constituyen las complicaciones más frecuentes. Producen discomfort al paciente y prolongan su estancia en la recuperación. Las técnicas que utilizan propofol disminuyen su frecuencia. La presencia de estos síntomas aumenta el riesgo de aspiración pulmonar.

- Hipotermia: es una complicación frecuente que produce vasoconstricción, temblores, disconfort y aumento del consumo de oxígeno, además, disminuye la inmunidad y resistencia a infecciones.

- Hipoventilación: se trata de una complicación respiratoria muy frecuente en el período postoperatorio inmediato y suele deberse al efecto residual de los fármacos anestésicos.

- Hipoxemia: es otra complicación respiratoria con gran incidencia y puede ser debida a la baja FiO₂ inspirada durante el traslado a la Unidad de Cuidados Postanestésicos.

III. Objetivos

3.1. General

- 3.1.1. Comparar la estabilidad hemodinámica de Anestesia Total Intravenosa (TIVA) con la Anestesia General Balanceada (BAL) en pacientes electivos de Clínica de Tumores llevados a Sala de Operaciones de Adultos del Hospital Roosevelt en el período de enero a octubre 2014 y enero a julio 2015

3.2. Específicos

- 3.2.1. Determinar el tiempo de recuperación de los pacientes en la Unidad de Cuidados Post-operatorios de la anestesia Total Intravenosa con la Anestesia Balanceada
- 3.2.2. Analizar las complicaciones postanestésicas más frecuentes de la Anestesia Intravenosa versus Anestesia Balanceada
- 3.2.3. Caracterizar según edad, sexo, ASA de los pacientes incluidos en el estudio.

IV. Hipótesis

4.1. Hipótesis nula

- Ambas técnicas de anestesia general, tanto Anestesia Total Intravenosa como Anestesia Balanceada tienen el mismo efecto en la estabilidad hemodinámica del paciente.

4.2. Hipótesis alterna

- La técnica de Anestesia Total Intravenosa muestra mayor estabilidad hemodinámica del paciente durante el procedimiento quirúrgico comparada con la técnica de Anestesia Balanceada.

V. Materiales y métodos

Tipo de estudio

Estudio experimental controlado en el cual se comparó la estabilidad hemodinámica de los pacientes que fueron sometidos a cirugía electiva de tiroides, cirugía de parótidas, mastectomías, resección de masas y toma de biopsias por parte de Clínica de Tumores, utilizando dos técnicas de anestesia general, Anestesia General Balanceada que corresponde al grupo A y Anestesia Total Intravenosa correspondiente al grupo B, en el Departamento de Anestesiología del Hospital Roosevelt en el período de Enero – octubre 2014 y enero a julio 2015.

Población

La población a estudio fueron pacientes de 18 a 60 años, sometidos a cirugía electiva por parte de Clínica de Tumores del Hospital Roosevelt.

Selección y tamaño de la muestra

Se incluyó a todo paciente comprendido entre 18 y 60 años, sometido a cirugía de tiroides, mastectomías, resección de parótidas y masas que no involucren vísceras, por parte de Clínica de Tumores, que fueron sometidos a procedimientos programados de forma electiva y que se les proporcionó anestesia general, ya sea con la técnica de Anestesia Total Intravenosa o Anestesia Balanceada. Para seleccionar a los pacientes, se hizo de la siguiente manera:

- ❖ Los pacientes incluidos se les realizó evaluación preoperatoria de 2 a 3 días previos a la cirugía
- ❖ La evaluación preoperatoria incluyó datos generales (nombre, edad, sexo), antecedentes (médicos, quirúrgicos, alérgicos, traumáticos, hábitos), el examen físico y pruebas de laboratorio

- ❖ Dentro de las órdenes preoperatorias, se dejó ordenado por escrito solamente la administración de medicamentos ya establecidos y recetados por la enfermedad de base (hipertensión, hiper o hipotiroidismo, entre otros.) y no otro medicamento adicional (metoclopramida, midazolam, etc.)
- ❖ Los pacientes fueron evaluados en la clínica de Tumores días previos a la cirugía, pero por distintas razones (falta de insumos, falta de espacio en camillas en el servicio para ser trasladados, falta de medicamentos, etc.) fueron cancelados varios procedimientos, por tanto, la técnica a utilizar fue elegida en sala de operaciones, al igual que la obtención del consentimiento informado
- ❖ Para la selección de la técnica con cada paciente, cuya decisión fue realizada por la investigadora, se tomaron en cuenta criterios como edad del paciente y disponibilidad de medicamentos (se refiere a la disponibilidad del Diprivan[®], Propofol); el Diprivan fue proporcionado por el Departamento de Farmacia; si este medicamento no estaba disponible, se utilizó la otra técnica, es decir, la Anestesia Balanceada.

Unidad de análisis

Todo paciente que cumplió con los criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión

- ✓ Pacientes entre 18 y \leq 60 años
- ✓ Pacientes programados para cirugía de tiroides, mastectomías y resección de masas sometidos a TIVA o BLA
- ✓ Pacientes que corresponden a la clasificación ASA I y II
- ✓ Paciente que pasa a la Unidad de Cuidados postanestésicos

Criterios de exclusión

✓ El presente trabajo no contempla criterios de exclusión

Operacionalidad de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Escala de medición	Unidad de medida
Grado de Estabilidad hemodinámica	Condiciones que muestra signos de perfusión tisular, se mantiene durante un tiempo como mecanismo de compensación de alguna alteración de signos vitales como estable	<ul style="list-style-type: none"> • Presión arterial media no mayor ni menor al 20% de la presión habitual; • Presión arterial sistólica y diastólica no mayor ni menor al 20% de la presión habitual • Frecuencia cardíaca 60-100 lpm • Saturación de oxígeno > 98% • Gases arteriales (verificar SO₂%, pH, PaO₂, PaCO₂) 	Cualitativa	Nominal	<ul style="list-style-type: none"> • Si • No
Anestesia Total Intravenosa	Técnica de anestesia general en la cual se administra por vía intravenosa exclusivamente, una combinación de medicamentos en ausencia de cualquier agente anestésico inhalado	Técnica administrada mediante perfusores, escogida de forma aleatoria al azar	Cualitativa	Nominal	<ul style="list-style-type: none"> • Técnica a aplicar
Anestesia Balanceada	Anestesia general mediante la combinación de anestésicos inhalados y vía parenteral	Técnica de anestesia general que combina medicamentos intravenosos de acuerdo a las necesidades del paciente más anestésicos inhalados	Cualitativa	Nominal	<ul style="list-style-type: none"> • Técnica a aplicar
	Tiempo necesario y con los medios suficientes para que				

Tiempo de recuperación postoperatorio	el paciente se recupere de la anestesia y la agresión quirúrgica y pueda ir a su área de estancia hospitalaria o a su domicilio en condiciones de seguridad suficientes, o en su defecto a una unidad de cuidados críticos más prolongados.	Test de Aldrete, que evalúa 5 parámetros de recuperación post anestésicos en el paciente. * ver tabla de Aldrete	Cuantitativa	De intervalo	<ul style="list-style-type: none"> • Puntaje (tabla de Aldrete)
Complicaciones post anestésicas	Complicaciones que presentan los pacientes después de permanecer bajo efectos de anestesia	<ul style="list-style-type: none"> • Náuseas • Vómitos • Hipotensión • Hipoxemia • Hipoventilación 	Cualitativa	Nominal	<ul style="list-style-type: none"> • Tipos de complicación
Edad	Tiempo de vida transcurrido desde el nacimiento	De 18 a 60 años	Cuantitativa	De razón	<ul style="list-style-type: none"> • Años
Sexo	Diferencia biológica entre hombres y mujeres basada en sus caracteres sexuales	Dato obtenido de la encuesta	Cualitativa	Nominal	<ul style="list-style-type: none"> • Hombre • Mujer
ASA	Clasificación del estado físico preoperatorio del paciente	<p>ASA I: paciente sano, saludable</p> <p>ASA II: paciente con enfermedad sistémica leve, controlada y no incapacitante</p>	Cualitativa	Ordinal	<ul style="list-style-type: none"> • ASA I • ASA II

Test de Aldrete: escala que valora el estado físico durante el tiempo de recuperación después de estar bajo efectos de anestesia.

Actividad:	Mueve las 4 extremidades voluntariamente o ante órdenes: 2 Mueve 2 extremidades voluntariamente o ante órdenes: 1 Incapaz de mover extremidades: 0
Respiración	Capaz de respirar profundamente y toser libremente: 2 Disnea o limitación a la respiración: 1 Apnea: 0
Circulación	PA \leq 20% del nivel preanestésicos: 2 PA 20-49% del nivel preanestésicos: 1 PA \geq 50% del nivel preanestésico: 0
Conciencia	Completamente despierto: 2 Responde a la llamada: 1 No responde: 0
SaO2	Mantiene SaO2 > 92% con aire ambiente: 2 Necesita O2 para mantener SaO2 < 90%: 1 SaO2 < 90% con O2 suplementario: 0

PA: presión arterial; SaO2: saturación arterial de oxígeno. Para ser dado de alta es necesario una puntuación \geq de 9 puntos.

Instrumentos para la recolección de información

Se utilizaron boletas de recolección de datos para obtener información acerca de cada paciente (ver Anexo 1)

Procedimiento para la recolección de información

Paso 1: Autorizaciones

- ✓ Se aprobó por parte del comité de ética del Hospital Roosevelt la realización de dicho estudio

Paso 2: Identificación de los participantes y solicitud del consentimiento informado

- ✓ Se coordinó con Clínica de Tumores la evaluación preoperatoria de cada paciente que fue llevado a Sala de Operaciones de Adultos para la realización de tiroidectomía, mastectomía, resección de masas o toma de biopsias de lugares superficiales
- ✓ En base a los criterios de inclusión y exclusión se seleccionaron los pacientes que participarán en el estudio
- ✓ En sala de Operaciones de Adultos se les explicó personalmente y de forma clara, acerca del estudio, su propósito, objetivos, importancia e inconvenientes. Además, se les indicó que toda la información obtenida sería confidencial y se les solicitó el consentimiento informado de cada participante de forma escrita (ver anexo 1).

Paso 3: Aplicación de las técnicas de Anestesia (Anestesia Total Intravenosa vs. Anestesia Balanceada) en Sala de Operaciones

- ✓ La aplicación de la técnica anestésica a cada paciente previo al procedimiento se decidió tomando en cuenta la edad del paciente y la disponibilidad del medicamento (Diprivan®), cuya decisión fue de la investigadora. Durante la cirugía se tomaron las muestras para procesar gases arteriales y verificar los parámetros de ventilación y oxigenación (SO₂, pH, PaO₂, PaCO₂ y HCO₃⁻);
- ✓ Se recopilaron los datos de las variables incluidas en el estudio en una boleta de datos que corresponde a cada paciente, incluyendo datos generales, registro médico, signos vitales (presión arterial, frecuencia cardiaca, saturación de oxígeno y muestra de gases

arteriales para verificar SO_2 , pH, PaO_2 , $PaCO_2$, HCO_3^-) que presenta cada paciente durante la cirugía.

- ✓ La boleta de recolección de datos incluyó una sección para evaluar las condiciones de cada paciente en la Unidad de Recuperación Post-Anestésicos
- ✓ Se tomó como inestabilidad hemodinámica cuando se presente tres de todos los criterios incluidos fuera de los rangos normales, es decir, fuera del 20% de los valores basales para cada paciente

Procedimiento para garantizar aspectos éticos de la investigación

Se le explicó a cada paciente que fue incluido en el estudio acerca del mismo, que la información sería totalmente confidencial, se le expuso el consentimiento informado.

Procedimiento de análisis de la información

- ✓ Se utilizó una plantilla elaborada en Microsoft Excel 2010 para ingresar los datos de cada paciente
- ✓ Se analizaron los resultados elaborando frecuencias, identificando las variaciones de los signos vitales tomados en cuenta, presencia de algún síntoma o signo de complicación después del procedimiento.
- ✓ Los resultados de las variables incluidas se presentaron en tablas y gráficas de distribuciones de frecuencias y se realizó el análisis estadístico con chi cuadrado

Aspectos éticos de la investigación

En este estudio se comparó la estabilidad hemodinámica de dos técnicas anestésicas distintas. Siempre se respetaron los cuatro principios básicos de la bioética, los cuales son la autonomía, justicia, beneficencia y no maleficencia.

Por lo que no se le hizo daño a ningún paciente y siempre respetando el consentimiento y confidencialidad de los datos.

VI. Resultados

El total de la población que fueron 60 pacientes fueron divididos en dos grupos para asignarles un tipo de técnica anestésica a cada uno; estos fueron: grupo “A” para BLA y grupo “B” para TIVA. Estos pacientes pertenecían a la Clínica de Tumores de Cirugía quienes fueron electos para procedimientos como resección de tiroides, de parótidas, resección de masas superficiales o tomas de biopsias de masas superficiales. Se tomó un período de enero a octubre 2014 y enero a julio 2015.

De acuerdo a los resultados obtenidos y recolectados, se obtuvo lo siguiente:

5.1. Cuadro No. 1: Número de pacientes de acuerdo al promedio de Presión arterial (mmHg), presión arterial media (mmHg), frecuencia cardiaca (lpm) y Saturación de oxígeno (SO₂, %).

* Entre paréntesis se muestra el número de pacientes

Tipo de anestesia	Promedio P/A (mmHg)	Promedio P/A media (mmHg)	Promedio frecuencia cardiaca (lpm)	Promedio SO ₂ (%)
Anestesia General Balanceada	100/60 (7)	73 (8)	65 (11)	95 (2)
	110/70 (6)	83 (7)	75 (13)	97 (3)
	120/80 (13)	93 (13)	85 (10)	98 (2)
	130/90 (6)	103 (5)	95 (3)	99 (6)
	140/90 (6)	106 (5)	100 (1)	100 (25)
Anestesia Total Intravenosa	100/60 (3)	73 (4)	65 (4)	95 (1)
	110/70 (2)	83 (1)	75 (8)	97 (1)
	120/80 (4)	93 (4)	85 (7)	98 (2)

(TIVA)	130/90 (7)	103 (8)	95 (2)	99 (2)
	140/90 (6)	106 (5)	100 (1)	100 (16)

Fuente: boleta de recolección de datos: "Comparación de estabilidad hemodinámica de Anestesia Total Intravenosa (TIVA) versus Anestesia General Balanceada (BLA)". 2014-2015

5.2. Cuadro No. 2: Número de pacientes de acuerdo al promedio de pH, pO₂, pCO₂ y Bicarbonato (HCO₃⁻).

* Entre paréntesis se muestra el número de pacientes

Tipo de anestesia	pH	pO ₂ (mmHg)	pCO ₂ (mmHg)	Promedio Bicarbonato (HCO ₃ ⁻) (mmol/L)
Anestesia General Balanceada	7.35-7.45 (32)	83-108 (36)	32-48 (36)	22+/-2 (33)
	<7.35 (5)	<83 (1)	<32 (1)	<20(4)
	>7.45 (1)	>108 (1)	>48 (1)	>22 (1)
Anestesia Total Intravenosa (TIVA)	7.35-7.45 (17)	83-108 (20)	32-48 (20)	22+/-2 (19)
	<7.35 (4)	<83 (1)	<32 (1)	<20(3)
	>7.45 (1)	>108 (1)	>48 (1)	>22 (0)

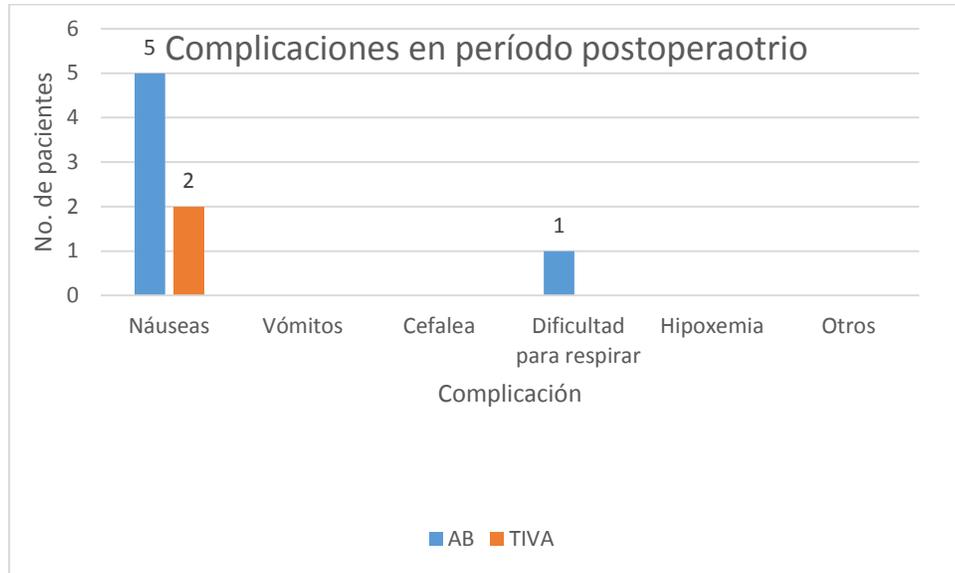
Fuente: boleta de recolección de datos: "Comparación de estabilidad hemodinámica de Anestesia Total Intravenosa (TIVA) versus Anestesia General Balanceada (BLA)". 2014-2015

5.3. Cuadro 3: Tiempo promedio de recuperación de pacientes en Unidad de Cuidados Post-operatorios de ambas técnicas anestésicas

Tipo de anestesia	Tiempo promedio (minutos)	No. De pacientes
Anestesia General Balanceada (Grupo A)	50	2
	60	5
	70	19
	80	12
Anestesia Total Intravenosa (Grupo B)	50	4
	60	14
	70	2
	80	2

Fuente: boleta de recolección de datos: "Comparación de estabilidad hemodinámica de Anestesia Total Intravenosa (TIVA) versus Anestesia General Balanceada (BLA)". 2014-2015

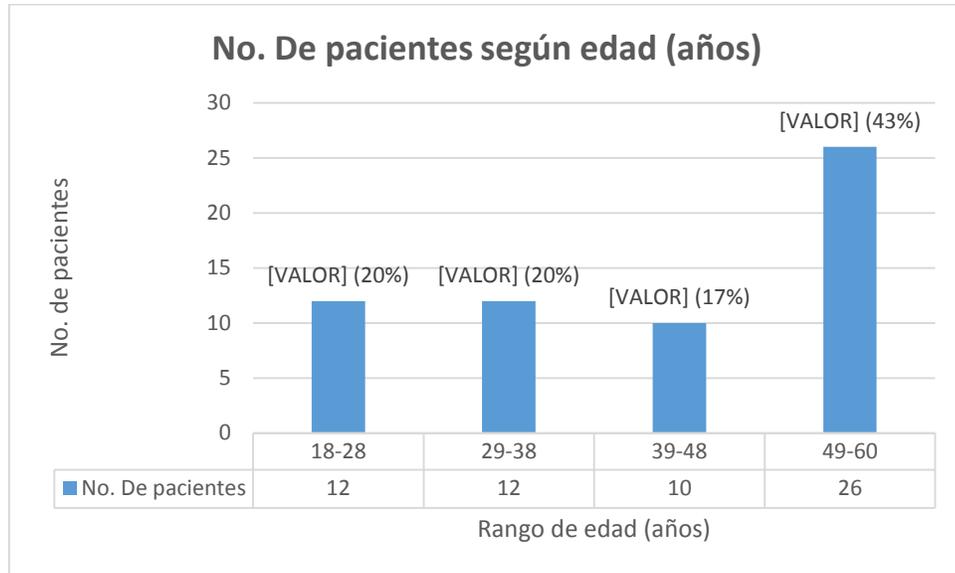
5.4. **Gráfico 1. Comparación de complicaciones postoperatorias entre Anestesia General Balanceada (BLA) versus Anestesia Total Intravenosa (TIVA)”. 2014-2015**



AB: anestesia balanceada; TIVA: Anestesia total intravenosa

Fuente: boleta de recolección de datos: “Comparación de estabilidad hemodinámica de Anestesia Total Intravenosa (TIVA) versus Anestesia General Balanceada (BLA)”. 2014-2015

**5.5. Gráfico 2. Caracterización según edad de pacientes en el estudio:
 “Comparación de estabilidad hemodinámica de Anestesia Total Intravenosa (TIVA) versus Anestesia General Balanceada (BLA)”. 2014-2015**

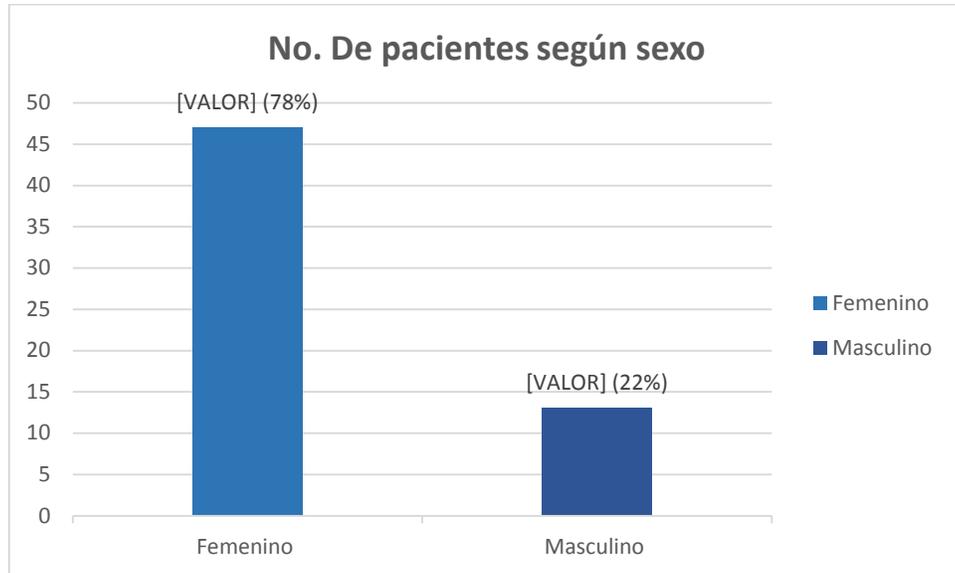


AB: anestesia balanceada; TIVA: Anestesia total intravenosa

Fuente: boleta de recolección de datos: “Comparación de estabilidad hemodinámica de Anestesia Total Intravenosa (TIVA) versus Anestesia General Balanceada (BLA)”. 2014-2015

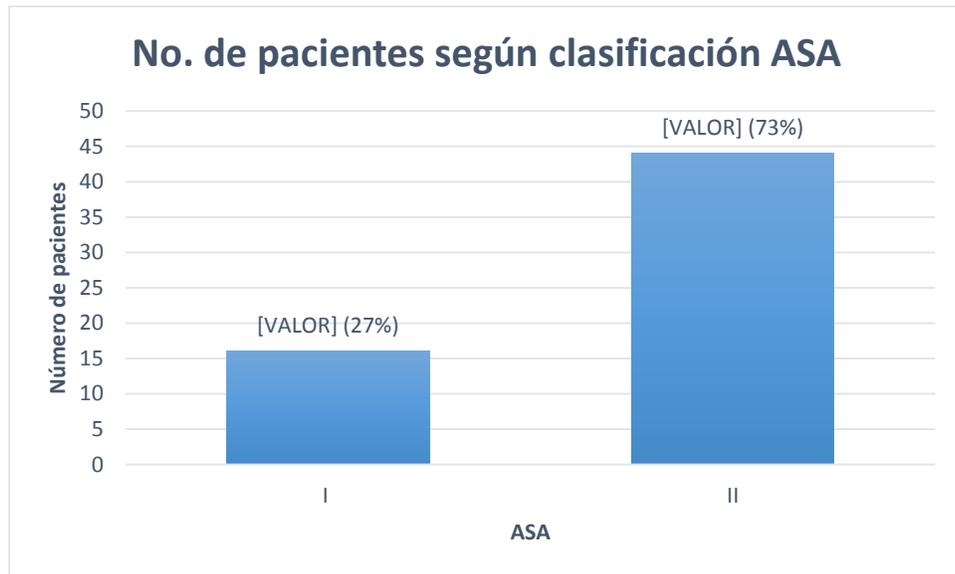
Eldad promedio de todos los pacientes fue de 43 años.

**5.6. Gráfico 3. Caracterización según sexo de pacientes en el estudio:
“Comparación de estabilidad hemodinámica de Anestesia Total Intravenosa (TIVA) versus Anestesia General Balanceada (BLA)”. 2014-2015**



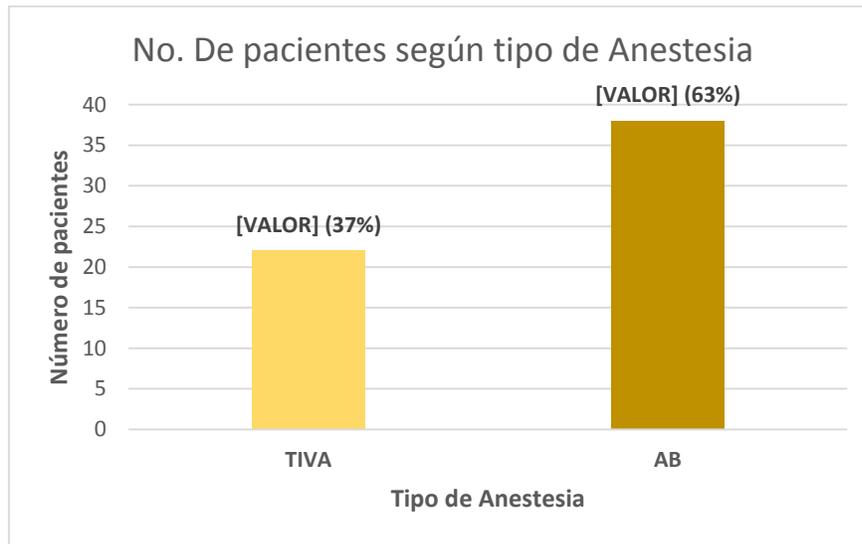
Fuente: boleta de recolección de datos: “Comparación de estabilidad hemodinámica de Anestesia Total Intravenosa (TIVA) versus Anestesia General Balanceada (BLA)”. 2014-2015

5.7. Gráfico 4. Caracterización según clasificación de ASA de los pacientes en el estudio: “Comparación de estabilidad hemodinámica de Anestesia Total Intravenosa (TIVA) versus Anestesia General Balanceada (BLA)”. 2014-2015



Fuente: boleta de recolección de datos: “Comparación de estabilidad hemodinámica de Anestesia Total Intravenosa (TIVA) versus Anestesia General Balanceada (BLA)”. 2014-2015

5.8. Gráfico 5. Cantidad de pacientes de acuerdo a la Técnica de Anestesia utilizada en el estudio: “Comparación de estabilidad hemodinámica de Anestesia Total Intravenosa (TIVA) versus Anestesia General Balanceada (BLA)”. 2014-2015



Fuente: boleta de recolección de datos: “Comparación de estabilidad hemodinámica de Anestesia Total Intravenosa (TIVA) versus Anestesia General Balanceada (BLA)”. 2014-2015

VII. Discusión y análisis de resultados

El estudio se realizó en el Hospital Roosevelt en sala de operaciones de adultos. Los pacientes que se tomaron en cuenta pertenecían a Clínica de Tumores del Departamento de Cirugía; en total fueron 60 pacientes incluidos en el estudio que fueron divididos en dos grupos, Grupo "A" a quienes se les administró Anestesia General Balanceada (BLA) y Grupo "B" a quienes se les administró Anestesia Total Intravenosa (TIVA).

El Grupo "A" correspondió con 38 pacientes y el Grupo "B" con 22 pacientes.

De acuerdo al cuadro No. 1, se puede determinar que del total de pacientes a quienes se les administró BLA, el 84% mostró mejor estabilidad hemodinámica durante el procedimiento, a comparación del 72% del total de pacientes del Grupo "B" quienes fueron manejados con TIVA. Mayor estabilidad hemodinámica respecto al promedio de la presión arterial sistólica, diastólica y media, frecuencia cardiaca, saturación de oxígeno. Se definió como estabilidad hemodinámica como la ausencia de variabilidad de más del 20% de los valores basales para cada paciente dentro de los rangos de los límites normales. Estadísticamente hablando, se calculó el estadístico chi cuadrado para determinar las discrepancias entre las variables observadas y esperadas; este valor obtenido de chi cuadrado fue de 4.6911 y se tomó a $X_{0.05}^2 = 1$ como valor referencia del estadístico que encontramos para hacer la prueba de hipótesis; por tanto, en base al resultado obtenido, 4.6911 es mayor que 1, por tanto se rechaza la hipótesis nula, es decir, que para ambas técnicas de anestesia general, no tienen el mismo efecto en la estabilidad hemodinámica del paciente, en este estudio se observó una diferencia de estabilidad hemodinámica.

De acuerdo a la mayoría de estudios realizados donde se comparan ambas técnicas anestésicas, es decir, BLA y TIVA, se observa que la TIVA presenta mayor estabilidad hemodinámica pero al mismo tiempo, hay estudios que muestran que no hay diferencia en la estabilidad hemodinámica para ambas técnicas, mientras que en este estudio se obtuvo que la técnica BLA presentó mejor estabilidad hemodinámica que la técnica TIVA; una de las razones puede ser que en los estudios utilizan otro medicamento en infusión como fentanil, remifentanil, ketamina, midazolam, entre otros, por tanto, se tienen dos o más medicamentos en infusión teniendo una administración continua que produce profundidad anestésica deseada dependiendo de las dosis utilizadas; además, otro factor en contra es que la técnica

TIVA no es utilizada comúnmente en el Hospital Roosevelt, por tanto, cada residente que esté a cargo del manejo de este tipo de anestesia deberá familiarizarse con la técnica para obtener mayor conocimiento y práctica de la Anestesia Total Intravenosa (TIVA), es decir, conocer el manejo del sistema, en qué momento iniciar la infusión y en qué momento finalizarla para evitar planos superficiales durante la anestesia.

Según el análisis de gases arteriales que se tomaron de muestra trans-operatoriamente, 7 pacientes presentaron acidosis metabólica, de los cuales, 3 fueron dados con anestesia balanceada y 4 con anestesia total intravenosa, 5% y 7% respectivamente; además, se presentaron 2 casos de alcalosis respiratoria, uno con cada técnica anestésica que representa 1.5% para cada caso, al igual que dos casos de acidosis respiratoria, que también fue uno con cada técnica anestésica, 1.5% para cada uno. Las causas no fueron determinadas; de los 7 casos de acidosis metabólica, 5 padecían de Diabetes Mellitus, cuya evaluación preoperatoria pertenecían a la clasificación ASA II. De estos 7 pacientes, 4 fueron anestesiados con la técnica TIVA; cuando se administra propofol en infusión, puede causarse el “Síndrome de Infusión de Propofol”, el cual es una causa inexplicable de acidosis metabólica cuando la infusión es prolongada (mayor a 48 horas), pero en estos pacientes del estudio, la infusión fue corta, por tanto no se asocia a la infusión de propofol. En relación a los casos de alcalosis respiratoria y acidosis respiratoria, no se pueden establecer las causas exactas ya que no se tienen un estudio de gases control de base para comparar y determinar si el paciente presentó en ese momento el cuadro o la homeostasis estaba alterada anteriormente debido a alguna enfermedad de base como enfermedad de vías respiratorias, obesidad, apnea del sueño, etc.

Otro objetivo logrado fue determinar el tiempo promedio de recuperación de cada paciente de acuerdo a la técnica utilizada. Se determinó que el 18% de pacientes manejados con BLA, se recuperó en menos de 1 hora y 30 minutos, mientras que pacientes manejados con TIVA, el 81% se recuperó en menos de 1 hora y 30 minutos, por tanto, el tiempo de recuperación en la Unidad de Cuidados postanestésicos fue menor para pacientes cuya técnica anestésica fue TIVA, por esta razón, la recuperación fue más rápida.

Del total de pacientes incluidos en el estudio (60 pacientes), 8 presentaron alguna complicación, siendo 7 pacientes con náusea, de los cuales 5 fueron dados con Anestesia Balanceada y 2 con TIVA.

Según las variables demográficas, el 78% de la población total fue de sexo femenino, mientras que el resto fue del 22% respecto al sexo masculino, por tanto se observó predominio del sexo femenino durante el estudio, que puede indicar un subdiagnóstico o la falta de evaluación y asistencia de parte de la población masculina. Respecto a la clasificación de ASA, el 73% fueron ASA II mientras que el 27% ASA I; se puede establecer que la mayoría son pacientes con enfermedad de base que está controlada sin limitaciones funcionales.

Según la técnica utilizada, el 63% de la población total recibió Anestesia General Balanceada y el 37% Anestesia Total Intravenosa (TIVA). De acuerdo a los distintos estudios publicados y citados, que se determinaron que no hay diferencia alguna en la estabilidad hemodinámica, se pudo observar que durante este estudio se presenció mejor estabilidad respecto a las variables ya citadas anteriormente que se logró mejor profundidad del plano anestésico con la Anestesia General Balanceada, pero se observaron menos complicaciones y menos tiempo de recuperación con la TIVA, que también puede indicar ventaja sobre la otra técnica por menos costos.

Dentro de las limitaciones del estudio se encontró que durante un período se dejaron de realizar cirugías electivas por falta de insumos y espacio en los servicios para ubicar a los pacientes en el período postoperatorio, por lo que se decidió tomar un período en el año 2015.

6.1. Conclusiones

- 6.1.1. Durante el estudio se observó mayor estabilidad hemodinámica con la técnica de Anestesia Balanceada (BLA) correspondiente al 84% de los pacientes que recibieron dicha técnica comparado con el 72% del total de pacientes quienes recibieron Anestesia Total Intravenosa (TIVA).
- 6.1.2. Estadísticamente hablando ($\chi^2 = 4.6911$ y $Xo^2 = 1$), para ambas técnicas de anestesia general tienen diferente efecto en la estabilidad hemodinámica del paciente.
- 6.1.3. La Anestesia Total Intravenosa es una técnica práctica por la rápida recuperación del paciente y la menor incidencia de efectos secundarios, además que evita la contaminación local y global que se presenta con los anestésicos inhalados
- 6.1.4. La frecuencia de complicaciones postoperatorias fue baja, correspondiente al 13% de la población incluida (8 pacientes)
- 6.1.5. La mayoría de los pacientes incluidos en el estudio pertenecieron a la edad del rango de 49 a 60 años, siendo el grupo femenino el de mayor predominio, además que la mayor parte de la población presenta una enfermedad de base sistémica controlada al momento de la intervención, es decir ASA II

6.2. Recomendaciones

- 6.2.1. Aplicar la técnica de Anestesia Total Intravenosa (TIVA) ya que la recuperación del paciente es más rápida, por tanto, la estancia hospitalaria es menor y los costos que implican.
- 6.2.2. Implementar la Anestesia Total Intravenosa (TIVA) ya que se ha demostrado que los gases anestésicos son perjudiciales para el personal quirúrgico
- 6.2.3. Instruir a los médicos residentes sobre el uso de Anestesia Total Intravenosa (TIVA) para conocer acerca de la técnica, medicamentos que se pueden aplicar, dosis, circunstancias óptimas para el uso de esta técnica, etc...
- 6.2.4. Fomentar el uso de otros medicamentos para su uso en infusión (remifentanil, ketamina) y conocer bajo experiencia propia la farmacocinética y farmacodinámica de cada uno.
- 6.2.5. Continuar con un estudio para comparar ambas técnicas, Anestesia balanceada (BLA) vs. Anestesia Total Intravenosa (TIVA) en un grupo de pacientes más amplio

VIII. Referencias bibliográficas

1. Barash P. Cullen B. Stoelting R. Anestesia Clínica. Vol. 1. Ed. 3ª. México. Ed. McGraw Hill. 1999.
2. Miller R. Miller Anestesia. Ed. ELSEVIER. 6ª. Ed. España. 2005.
3. McGinley J, Briggs I, Carey M. Inhalational induction with sevoflurane (Letter). *Can J Anaesth* 1997; 44: 1218
4. Gilsanz F. Anestesia inhalatoria versus anestesia intravenosa. *Rev. Col. Anest.* 1993. Vol. 21. Disponible en: <http://www.revcolanestold.com.co/pdf/esp/1993/VOL%202/ANESTESIA%20INHALATORIA%20VERSUS%20ANESTESIA%20INTRAVENOSA.pdf>
5. Hemelrijck JV and Paul F White. Chapter 13. P. 311-327. El perfil farmacodinámico del propofol ha facilitado enormemente el uso de la técnica de Anestesia Total Intravenosa (TIVA).
6. V.N. Buchh, B. Saleem, F.A. Reshi, A. Hashia, S. Gurcoo, A.N. Shora, S. Qazi: A Comparison of total intravenous anaesthesia (TIVA) to conventional general anaesthesia for day care surgery.. *The Journal of Anesthesiology*. 2009 Vol. 22 No. 1.
7. Gupta A. Kullunder M. Ekberg K. et al. A comparison between propofol and Isoflurane based anaesthesia. *Anaesthesia* 1995. Vol. 50. P: 937-942.
8. Wamman S. Guldager H. Rasmussen AM. et al. Total intravenous anaesthesia with propofol: Is it necessary to supply N2O. *Ugeskr Laeger*. 1990; P: 2415-2417.
9. Özkan S. Cingözby B. Usyilmaz S. et al. Comparison of Hemodynamic and Neuroendocrine Changes During Total Intravenous Anesthesia and Inhalation Anesthesia. *Current Therapeutic Research*. 2001. Vol. 62. No. 2.
10. Ledowski T. Bein B. Hans R. et al. Neuroendocrine Stress Response and Heart Variability: a comparison of total intravenous versus balanced anesthesia. *Rev. Anesthesia & Analgesia*. 2005. Vol. 101. P. 1700-1776
11. Kubitz J. Epple J. Bach A. et al. Psychomotor recovery in very old patients after total intravenous or balanced anaesthesia for cataract surgery. *British Journal of Anaesthesia*. 2003. Vol. 86. P: 203-208.
12. Adams HA, Schmitz CS, Baltes-Gotz B. Endocrine stress reaction, hemodynamics and recovery in total intravenous and inhalation anesthesia. Propofol versus isoflurane. *Anaesthesist*. 1994; Alemania. vol. 43. P:730-737.

13. Águila C. Anestesia Total Intravenosa (TIVA) basada en propofol-remifentanil para neurocirugía electiva en adultos. Rev. Chil. Anestesia. 2008. Vol. 37. P: 100-113.
14. Ozkose Z, Ercan B, Ünal Y. et al. Inhalational versus Total Intravenous Anesthesia for Lumbar Disc Herniation. Comparison of Hemodynamic Effects, Recovery Characteristics and cost. Journal of Neurosurgical Anesthesiology. 2001. Vol. 13. P: 296-302.
15. Tafur LA, Lema E. Anestesia total intravenosa: de la farmacéutica a la farmacocinética. Total Intravenous Anesthesia: from Pharmaceutics to Pharmacokinetics. Rev. Col. Anest. 2010. Vol. 38. No. 2. P. 215-231. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-33472010000200005&script=sci_arttext
16. Campbell L, Engbers FH, Kenny GNC. Total intravenous anesthesia. Anesthesia. 2001. Vol. 3. P:109-119
17. Eyres R. Update on TIVA. Paediatr Anaesth. 2004. Vol. 14. P: 374-379.
18. Grahame-Smith DG. How will knowledge of the human genome affect drug therapy? Br J Clin Pharmacol. 1999; vol. 47. P: 7-10
19. Ausems ME, Vuyk J, Hug CC Jr, Stanski DR. Comparison of a computer-assisted infusion versus intermittent bolus administration of alfentanil as a supplement to nitrous oxide for lower abdominal surgery. Anesthesiology. 1988. Vol. 68. P: 851-861.
20. Saavedra A. Anestesia Intravenosa. 2ª. Ed. Colombia. Ed. Médica Panamericana. 2008.
21. Kotcher Fuller J. Instrumentación quirúrgica: teoría, técnicas y procedimientos. 4ª. Ed. España. Ed. Médica Panamericana. 2008.
22. Stoelting R K. Pharmacology and Physiology in Anesthetic Practice. (2ª edición). J.B. Lippincott Company. Philadelphia 1991. P: 33-61.
23. Aguilera L. Conceptos básicos de farmacocinética farmacodinámia en TIVA [Internet]. Grupo de Anestesia Total Intravenosa; 2008. Disponible en: <http://www.tivabcn.org/ponencias.html>
24. Pang KS, Weiss M, Macheras P. Advanced pharmacokinetic models based on organ clearance, circulatory, and fractal concepts. AAPS J. 2007. P: 268-283.
25. Upton RN. The two-compartment recirculatory pharmacokinetic model an--introduction to recirculatory pharmacokinetic concepts. Br J Anaesth. 2004. Vol. 92. P:475-484

26. Glass PS, Hardman D, Kamiyama Y, Quill TJ, Marton G, Donn KH, et al. Preliminary pharmacokinetics and pharmacodynamics of an ultra-short-acting opioid: remifentanyl (GI87084B). *Anesth Analg*. 1993. Vol. 77. P:1031-1040.
27. O'Hare RA, Mirakhur RK. Intravenous anesthesia: Manual or target controlled infusion systems. *Anesthesiology*. 1999. Vol: 91. P: 345.
28. Yuill G. An introduction to total intravenous anaesthesia. *British Journal of Anaesthesia*. CEPD Reviews. Vol.2 No. 1. 2002. Page: 24
29. Thiagarajan, T B. Total Intravenous Anaesthesia. Stanley Medical College. 2014. Disponible en: <http://www.researchgate.net/publication/260085944> Fecha de consulta: 19 de agosto de 2015
30. Pablo, L. Total IV Anesthesia. DACVA. Florida. 2010. Disponible: <https://www.acvs.org/files/proceedings/2011/data/papers/187.pdf> Fecha de consulta: 20 agosto, 2015.
31. Hemmings H. The pharmacology of intravenous anesthetic induction agents: a primer. *Anesthesiology News Special Edition*. New York. October 2010. Disponible http://www.anesthesiologynews.com/download/induction_anse10_wm.pdf Fecha de consulta: 23 agosto, 2015.
32. Artículo: Introduction to Anesthesia. Disponible en: http://www.ucdenver.edu/academics/colleges/medicalschoo/education/degree_programs/MDProgram/clinicalcore/peri-operativecare/Documents/IntroAnesthesia.pdf Fecha de consulta: 25 de agosto, 2015.
33. Silver, S. Balanced Anesthesia. *Journal for Pain and anxiety control in dentistry*. 1959. **Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2067490/?page=1>** **Fecha de consulta: 24 agosto, 2015**

IX. Anexos

Anexo 1

Universidad San Carlos de Guatemala
Hospital Roosevelt
Departamento de Anestesiología
Área de Investigación

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Usted está siendo invitado a formar parte del estudio de investigación: Comparación de estabilidad hemodinámica de Anestesia Total Intravenosa (TIVA) versus Anestesia General Balanceada (BLA). El presente formulario tiene como finalidad proporcionar la información necesaria acerca del estudio de investigación, las finalidades, procedimiento, beneficio, riesgos, molestias y preocupaciones. Usted puede negarse a participar o retirarse del estudio cuando lo desee. Solicite al personal del estudio que le explique cualquier palabra que no comprenda, no debe firmar el formulario si tiene dudas que no hayan sido resueltas satisfactoriamente.

Usted tiene una enfermedad cuyo tratamiento en este momento es una intervención quirúrgica. Este estudio se realizará para valorar la estabilidad de los signos vitales de presión arterial, frecuencia cardiaca, niveles de oxígeno y muestras de sangre para gases arteriales utilizando dos formas de administrar la anestesia, Anestesia Total Intravenosa o Anestesia Balanceada.

Aproximadamente participarán en estudio 130 personas; usted tiene el 10% de probabilidad de pertenecer al grupo de pacientes que presentarán complicaciones a los que se les proporcionará una de ambas técnicas de anestesia general.

Tiene 50% de probabilidad de pertenecer al grupo de Anestesia Total Intravenosa o Anestesia Balanceada. Los integrantes de cada grupo tendrán la oportunidad de seleccionar al azar a qué grupo pertenecerán tomando una tarjeta con el nombre de la técnica de anestesia general a utilizar durante el procedimiento quirúrgico.

En ambos grupos se evaluará la estabilidad hemodinámica (presión arterial media, presión arterial sistólica y diastólica, frecuencia cardiaca, saturación oxígeno y muestra de gases arteriales para verificar SO_2 , pH, PaO_2 y $PaCO_2$) y complicaciones después de la anestesia. Ambas técnicas, Anestesia Total Intravenosa (TIVA) y Anestesia Balanceada, son

un tipo de anestesia general que se aplican para distintos procedimientos quirúrgicos. La técnica de TIVA consiste en administrar agentes intravenosos sin ayuda de agentes inhalados, mientras que la Anestesia Balanceada utiliza la combinación de ambos agentes anestésicos, tanto intravenoso como inhalatorios. No se les realizará ningún tipo de estudio de laboratorio o de otra índole para el presente trabajo.

Las personas que pueden participar en el estudio están comprendidas entre las edades de 18 a 60 años, programados de forma electiva para cirugía de mama, tiroides o resección de masa que no involucre sistema digestivo, durante el período de enero a octubre de 2014, que tengan la capacidad para entender y firmar el consentimiento informado. Se excluirán de este estudio las personas que tienen una o varias enfermedades de base que no estén controladas.

El uso de anestesia general puede implicar riesgos como náuseas, vómitos, reacción alérgica a algún anestésico, dolor de garganta o daño a la garganta, dientes o cuerdas vocales, hemorragia, presión arterial baja o alta. Ambas técnicas son bien conocidas y estudiadas. Su participación en este estudio es voluntaria. Usted puede decidir si se retira del estudio cuando lo desee sin ninguna penalidad ni pérdida de beneficios. Se le informa que su nombre no se divulgará y que su número de registro médico solamente podrá ser revisado por el personal médico y del cuerpo regulador, es decir el Comité de ética.

No existe ninguna compensación de cualquier tipo por participar en este estudio y no se le cobrará absolutamente nada a usted por su participación. Toda complicación será tratada como corresponde con el manejo del hospital. El médico podrá suspender su participación en este estudio en cualquier momento si este decide que es lo mejor para usted. Si desea formular preguntas respecto a su participación en este estudio, comuníquese al Hospital Roosevelt al 23217400, extensión con la Dra. Daniela Palencia Noriega.

He podido leer este formulario, hacer preguntas y que estas sean respondidas satisfactoriamente, si surgiera algo más, puedo comunicarme con la Dra. Daniela Palencia Noriega.

Mi participación en este estudio es totalmente voluntaria. Al firmar este consentimiento, reconozco que he sido informado de la naturaleza y propósito del estudio. Puedo negarme a participar en el estudio sin prejuicio alguno a mi persona. Consiento en participar en este estudio. Se me entregará una copia firmada y fechada de este formulario.

❖ **Firma del consentimiento**

Nombre: _____ Firma: _____

No. De identificación: _____ Fecha: _____

Comparación de estabilidad hemodinámica de Anestesia Total Intravenosa (TIVA) versus Anestesia General Balanceada (BLA).

Dra. Daniela Palencia Hospital Roosevelt

Página 3/4

Testigo

Nombre: _____ Firma: _____

No. De identificación: _____ Fecha: _____

❖ **Persona que obtuvo del consentimiento**

Nombre: _____ Firma: _____

No. De identificación: _____ Fecha: _____

Anexo 2



Universidad San Carlos de Guatemala
Hospital Roosevelt
Departamento de Anestesiología
Trabajo de Investigación Dra. Daniela Palencia

Boleta de Recolección de Datos

Comparación de estabilidad hemodinámica de Anestesia Total Intravenosa (TIVA) versus Anestesia General Balanceada (BLA).

Edad: _____ años Sexo: M___ F___ Registro Médico: _____ Peso: _____ kg
ASA: _____ Diagnóstico: _____
Procedimiento: _____
Fecha de intervención quirúrgica: _____

Signos vitales de inicio:

Presión arterial: _____ mmHg Presión arterial media: _____ mmHg
Frecuencia cardíaca: _____ x' Saturación de oxígeno: _____ %
Hora de inicio: _____

Signos vitales durante el procedimiento (cada 5 minutos)

Hora (Presión arterial (sistólica/diastólica) (mmHg)	Presión arterial media (mmHg)	Frecuencia cardíaca (lpm)	Saturación de oxígeno (%)
A los 10 min.				
A los 20 min.				
A los 30 min.				
A los 40 min.				

A los 50 min.				
A los 60 min.				
A los 70 min.				
A los 80 min.				
A los 90 min.				
A los 100 min.				
A los 110 min.				
A los 120 min				
A los 130 min.				
A los 140 min.				
A los 150 min				
A los 160 min.				
A los 170 min.				
A los 180 min.				

Gases arteriales:
SO2: _____ % **pH:** _____ **PaO2:** _____ **PaCO2:** _____
HCO3: _____

Signos vitales al final del procedimiento:
Presión arterial: _____ mmHg **Presión arterial media:** _____ mmHg
Frecuencia cardiaca: _____ x' **Saturación de oxígeno:** _____ %
Hora de finalización: _____

El paciente presenta algún síntoma: Sí _____ NO _____
Si es sí, ¿cuál de los siguientes?:

	Si	No
Náuseas		
Vómitos		
Cefalea		
Dificultad para respirar		
Hipoxemia		
Otros		

¿Cuál? _____

Observaciones: _____

Hora de ingreso: _____ Punteo Aldrete de ingreso: _____

Hora de egreso: _____ Punteo Aldrete de egreso: _____

Permiso del autor para copiar el trabajo

El autor concede permiso para reproducir total o parcialmente y por cualquier medio la tesis titulada: "COMPARACIÓN DE ESTABILIDAD HEMODINÁMICA DE ANESTESIA GENERAL BALANCEADA VERSUS ANESTESIA TOTAL INTRAVENOSA" para propósitos de consulta académica. Sin embargo, quedan reservados los derechos de autor que confiere la ley, cuando sea cualquier otro motivo diferente al que se señala lo que conduzca a su reproducción o comercialización total o parcial.