



UNIVERSIDAD DE SANCTI SPÍRITUS
José Martí Pérez



FACULTAD DE CIENCIAS PEDAGÓGICAS

TÍTULO: La enseñanza del contenido Anestesia Total Intravenosa en la especialidad Anestesiología y Reanimación.

TESIS EN OPCIÓN AL TÍTULO ACADÉMICO DE MÁSTER EN CIENCIAS PEDAGÓGICAS

AUTOR: PA. Leandro Félix China Concepción. Dr. Esp.

ORCID: 0000-0002-9833-1734

SANCTI SPÍRITUS
AÑO 2019



UNIVERSIDAD DE SANCTI SPÍRITUS
José Martí Pérez



FACULTAD DE CIENCIAS PEDAGÓGICAS

TÍTULO: La enseñanza del contenido Anestesia Total Intravenosa en la especialidad Anestesiología y Reanimación.

TESIS EN OPCIÓN AL TÍTULO ACADÉMICO DE MÁSTER EN CIENCIAS PEDAGÓGICAS

AUTOR: PA. Leandro Félix China Concepción. Dr. Esp.

TUTORAS: PT. Zuyen Fernández Caballero. Dr. C. Esp.

PT. Xiomara Morales Molina Dr. C. Esp.

SANCTI SPÍRITUS
AÑO 2019

AGRADECIMIENTOS

Agradezco sinceramente la ayuda prestada por mi tutora Dr. C. Zuyen Fernández Caballero, quien al dedicarle tiempo a este trabajo, hizo posible su terminación con éxito.

A todo el colectivo de profesores, que con sus conocimientos contribuyeron a superarme como docente.

Al Dr. C. Julio César Calderón, por su apoyo incondicional en las diferentes tareas de la maestría.

DEDICATORIA

A mi esposa Elizabeth, por su dedicación y entrega en todo momento.

A todos los maestrantes de mi grupo, por su solidaridad.

A mi familia, por su preocupación constante.

RESUMEN

El proceso de enseñanza-aprendizaje de la especialidad Anestesiología y Reanimación se desarrolla en condiciones especiales, en las que predomina como forma fundamental de organización la educación en el trabajo, en estrecho vínculo con la teoría. Sin embargo entre los contenidos que se enseñan en la especialidad, se aprecian limitaciones que impiden formar un especialista en el área con conocimientos de las prácticas internacionales de avanzada. La investigación se orienta hacia el perfeccionamiento de la enseñanza del contenido Anestesia Total Intravenosa en la especialidad Anestesiología y Reanimación a través de una estrategia didáctica. La estrategia didáctica se evaluó mediante la consulta a especialistas del área del conocimiento y se caracteriza por su carácter flexible, dinámico, prospectivo y contextualizado. En la investigación se aplicaron métodos cualitativos y cuantitativos, con predominio de los primeros. Los especialistas coinciden en que la propuesta es generalizable, aplicable a otros contextos y responde a las necesidades actuales de un proceso de enseñanza-aprendizaje de posgrado del Régimen de Residencia en Medicina.

SUMMARY

The teaching-learning process of the specialty Anesthesiology and Resuscitation takes place in special conditions, in which the predominant form of organization is education in the workplace, in close connection with the theory. However, among the contents taught in the specialty, there are limitations that prevent forming a specialist in the area with knowledge of advanced international practices. The research is oriented towards the improvement of the teaching of the content Total Intravenous Anesthesia in the specialty Anesthesiology and Resuscitation through a didactic strategy. The didactic strategy was evaluated by consulting specialists in the area of knowledge and is characterized by its flexible, dynamic, prospective and contextualized nature. In the research, qualitative and quantitative methods were applied, with predominance of the former. The specialists agree that the proposal is inserted, applicable to other contexts and responds to the current needs of a postgraduate teaching-learning process of the Residency Regime in Medicine.

ÍNDICE	Pág
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
RESUMEN	
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I- EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA ESPECIALIDAD ANESTESIOLOGÍA Y REANIMACIÓN	
<i>1.1- Generalidades del proceso de enseñanza-aprendizaje de la especialidad Anestesiología y Reanimación</i>	9
<i>1.2- Los componentes del proceso de enseñanza-aprendizaje de la especialidad Anestesiología y Reanimación</i>	19
<i>1.3- La enseñanza del contenido Anestesia Total Intravenosa: el deber ser de un proceso</i>	27
CAPÍTULO II- ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA PERFECCIONAR EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DEL CONTENIDO ANESTESIA TOTAL INTRAVENOSA EN LA ESPECIALIDAD ANESTESIOLOGÍA Y REANIMACIÓN	
<i>2.1- Diagnóstico de la preparación de los residentes de la especialidad de Anestesiología y Reanimación en el contenido Anestesia Total Intravenosa</i>	41
<i>2.2- Fundamentación y presentación de la estrategia didáctica para perfeccionar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la especialidad Anestesiología y Reanimación en el contenido Anestesia Total Intravenosa</i>	45
<i>2.3- Evaluación de la estrategia didáctica propuesta mediante el criterio de especialistas</i>	55
CONCLUSIONES	59
RECOMENDACIONES	60
BIBLIOGRAFÍA	61
ANEXOS	

INTRODUCCIÓN

Al profundizar en el estudio de la historia de la medicina se pueden identificar los paradigmas médicos principales: el médico filosófico propio de la Grecia Antigua, el médico teológico característico del medioevo y el médico político que corresponde a la era moderna.

En la literatura especializada, se plantea que existen dos paradigmas médicos principales en la actualidad: el paradigma biomédico que enfoca los procesos biopsíquicos como procesos naturales, y el paradigma socio-médico que enfoca dichos procesos desde una perspectiva histórico-social.

Universalmente es aceptado el carácter determinante del paradigma médico sobre el ser y el hacer de los profesionales de la salud, lo cual se expresa a través del modelo del profesional y por supuesto reflejado en la filosofía del diseño de los planes y programas de estudio que se ejecutan en las universidades médicas en los distintos países.

Esta influencia se extiende más allá y llega a permear la didáctica particular de las distintas disciplinas, asignaturas, estancias y rotaciones que integran los planes de estudio de Medicina y las especializaciones. (Pérez Cárdenas, 1995).

La educación médica de posgrado en Medicina va dirigida a formar especialistas de la salud con alto nivel de desempeño, solidez en los principios ético-morales de la sociedad y elevada calificación científico-técnica.

La especialidad es una forma de posgrado que en el Sistema Nacional de Salud y está caracterizada por un alto rigor en la actualización y profundización de los conocimientos de la rama y la formación de habilidades más específicas, para desempeñar los modos de actuación descritos en el modelo del especialista y como una respuesta de la Salud Pública cubana a las necesidades surgidas de su propio desarrollo.

Este especialista además profundiza en los métodos de investigación para elevar la efectividad de su labor y garantizar la producción de nuevos conocimientos, en función de elevar los niveles de calidad como prestador de servicios de salud.

La especialidad se alcanza mediante el cumplimiento de un programa de formación, cuyo sistema de objetivos y contenidos programáticos de respuesta al modelo de especialista que necesita el país.

En el caso específico de la especialidad de Anestesiología y Reanimación otras exigencias adicionales son la necesidad de integrar conocimientos de complejidad creciente, proporcionar experiencias clínicas adecuadas (frente a horas de formación reducidas), asegurar la adquisición de habilidades amplias, valorar a los residentes de manera imparcial y completa, y garantizar la seguridad del paciente.

La formación de los especialistas en Anestesiología y Reanimación se desarrolla en un proceso de enseñanza-aprendizaje que se sustenta en la Didáctica de la Educación Superior.

Esta ciencia se dirige a la formación de un profesional que sea capaz de darle solución a los problemas básicos y generales que se le presenten en los distintos campos de acción de su trabajo de una manera profunda, creadora e independiente, sobre la base de un profundo dominio del sistema de conocimientos y habilidades correspondiente a la rama del saber que estudia dicho objeto. (Álvarez de Zayas, 1999).

En el mundo se desarrollan avances en el proceso de enseñanza-aprendizaje en la especialidad de Anestesiología y Reanimación. Los estudios, los referentes teóricos y los sistemas educativos en esta especialidad médica se orientan en correspondencia con la creciente complejidad y responsabilidad de esta especialidad.

El proceso de enseñanza-aprendizaje puede definirse como un conjunto dinámico y complejo de actividades entre el profesor y los estudiantes. El objeto de dirección en el proceso de enseñanza-aprendizaje lo constituye la actividad cognoscitiva de los estudiantes, por lo que el punto de partida debe ser el diagnóstico del proceso que se va a conducir para así lograr una orientación eficiente en función de los objetivos propuestos.

En la formación del especialista en Anestesiología y Reanimación uno de los contenidos que presenta limitaciones en su enseñanza es la Anestesia Total Intravenosa (en lo adelante TIVA por sus siglas en inglés). La TIVA se define como una técnica de anestesia general usando la combinación de agentes solo por vía intravenosa, excluyendo el uso de todos los agentes inhalatorios, no ausentes de riesgos tanto para el personal médico como para los pacientes. (Morgan, 2013).

Resulta una técnica de alta predictibilidad clínica la cual permite mantener una adecuada estabilidad hemodinámica. La misma ha reformulado también la farmacología de los agentes anestésicos intravenosos como los opioides, haciéndola más práctica y comprensible, lo que ha impactado positivamente en otros ámbitos de la anestesia, al proporcionar una inducción más rápida y segura, fácil control de la profundidad anestésica y una recuperación precoz con menor incidencia de efectos adversos.

La práctica actual de la Anestesiología ha estado determinada en gran parte por el desarrollo de fármacos con perfiles farmacocinéticos más predecibles y mayores tasas de aclaramiento que permiten la diversificación de maneras de administración. Así, en 1997 el Propofol revolucionó la TIVA demostrado ser un agente hipnótico adecuado para inducción y mantenimiento durante el procedimiento anestésico basado en su perfil farmacocinético que le hace diferente de los demás.

La TIVA se ha convertido en una técnica aceptada desde las últimas décadas del pasado siglo. Esto se debe a la aparición de modernos fármacos como el señalado Propofol que asociado a opiáceos sintéticos de acción corta, consigue una combinación perfecta para su administración mediante infusión continua. Por otro lado, los avances en modelos farmacocinéticos y en la tecnología en sistemas de infusión, facilitan un mejor control de la profundidad anestésica y por tanto la convierten en una técnica sencilla y a la vez segura.

La utilización de analgésicos opioides como Fentanilo o Sufentanilo sentaron las bases para la comprensión y desarrollo de técnicas de perfusiones intravenosas

para estos fármacos permitiendo la síntesis y el descubrimiento de opioides de acción ultracorta como el Alfentanilo y el Remifentanil. (Miller, 2016).

La Asociación de Anestesiólogos de Gran Bretaña e Irlanda y la Sociedad de Anestesia Intravenosa Total, crearon las guías prácticas seguras para el uso de esta novedosa técnica anestésica. (Al-Rifai, 2016).

La administración conjunta de estos fármacos favorece que se alcance los objetivos de hipnosis (sedación, inconsciencia) con mayor rapidez y menores concentraciones de cada uno de los fármacos. También es posible emplear menores concentraciones de ambos fármacos para conseguir bloquear la respuesta a los estímulos agresivos que necesariamente se deben aplicar al paciente (laringoscopia, intubación, incisión cutánea, agresión visceral).

En Cuba, el profesor Navarrete Zuazo, de la Clínica Internacional “Cira García” en Ciudad de La Habana, ha liderado el desarrollo y promoción de la TIVA. La realización por su parte de cursos, talleres e investigaciones relacionados con el tema han permitido la familiarización de un grupo numeroso de anestesiólogos que han incentivado la implementación y desarrollo de esta técnica en otras instituciones y servicios.

En Villa Clara la primera investigación oficial sobre el empleo de la Anestesia Total Intravenosa, estuvo a cargo del Dr. Nieto Monteagudo desarrollado en el Hospital Universitario “Celestino Hernández Robau” en el año 1996. (Nieto Monteagudo, 2009).

A finales de la década del pasado siglo el Dr. González Alfonso (1999) del Cardiocentro “Ernesto Guevara” de la ciudad de Santa Clara, publicó el primer reporte de la aplicación clínica de esta técnica empleando la asociación de Flunitrazepan-fentanil para la cirugía cardiovascular.

A pesar de las ventajas que ofrece la TIVA, existen limitaciones en su enseñanza y aprendizaje durante el proceso de especialidad de la Anestesiología y Reanimación, a saber:

1. En el programa analítico de la especialidad no aparece incluido en sus Áreas ni Módulos contenidos referidos a la enseñanza de la TIVA.

2. Se identifican en los residentes limitaciones en el desarrollo de habilidades prácticas para la aplicación de los principios farmacocinéticos y farmacodinámicos en el contenido Anestesia Total Intravenosa.
3. Las formas de organización del proceso de enseñanza-aprendizaje no siempre responden a las exigencias de la Didáctica de la Educación Superior para el posgrado.
4. La infraestructura existente para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje, con énfasis en el contenido TIVA, no asegura la formación con calidad del especialista en Anestesiología y Reanimación.
5. A pesar de realizarse las clases metodológicas para la preparación de los profesores de la especialidad, no siempre se trabajan contenidos que garanticen el desarrollo de habilidades intelectuales y prácticas en los residentes.

Las contradicciones teóricas y las problemáticas identificadas en la práctica permitieron formular el siguiente **problema científico** de la investigación: *¿Cómo perfeccionar el proceso de enseñanza-aprendizaje del contenido Anestesia Total Intravenosa en la especialidad Anestesiología y Reanimación?*

Se precisa como **objeto de estudio**: *el proceso de enseñanza-aprendizaje en la especialidad Anestesiología y Reanimación* y **campo de acción**: *la enseñanza del contenido Anestesia Total Intravenosa*.

Se define como **objetivo** de la investigación: *proponer una estrategia didáctica que perfeccione el proceso de enseñanza-aprendizaje del contenido Anestesia Total Intravenosa en la especialidad Anestesiología y Reanimación*.

Las **preguntas científicas** que guían la investigación son:

1. ¿Qué fundamentos teóricos sustentan el proceso de enseñanza-aprendizaje del contenido Anestesia Total Intravenosa en la especialidad Anestesiología y Reanimación?
2. ¿Cuál es el estado en que se expresa la enseñanza del contenido Anestesia Total Intravenosa en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la especialidad Anestesiología y Reanimación?

3. ¿Qué características tendrá la estrategia didáctica que perfeccione el proceso de enseñanza-aprendizaje del contenido Anestesia Total Intravenosa en la especialidad Anestesiología y Reanimación?
4. ¿Cómo evaluar la estrategia didáctica para perfeccionar el proceso de enseñanza-aprendizaje del contenido Anestesia Total Intravenosa en la especialidad Anestesiología y Reanimación?

Las **tareas científicas** de la investigación:

1. Determinación de los fundamentos teóricos que sustentan el proceso de enseñanza-aprendizaje del contenido Anestesia Total Intravenosa en la especialidad Anestesiología y Reanimación.
2. Diagnóstico el estado en que se expresa la enseñanza del contenido Anestesia Total Intravenosa en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la especialidad Anestesiología y Reanimación.
3. Elaboración de la estrategia didáctica para perfeccionar el proceso de enseñanza-aprendizaje del contenido Anestesia Total Intravenosa en la especialidad Anestesiología y Reanimación.
4. Evaluación de la estrategia didáctica para perfeccionar el proceso de enseñanza-aprendizaje del contenido Anestesia Total Intravenosa en la especialidad Anestesiología y Reanimación.

Los **métodos** que se emplearon en esta investigación son:

Del nivel teórico:

- Análisis histórico-lógico: Este método permitió constatar la historicidad en el proceso de enseñanza-aprendizaje del contenido Anestesia Total Intravenosa en la especialidad Anestesiología y Reanimación, particularmente con los últimos adelantos de la ciencia.
- Modelación: El método posibilitó la elaboración de la estrategia didáctica que se propone para perfeccionar el proceso de enseñanza-aprendizaje del

contenido Anestesia Total Intravenosa en la especialidad Anestesiología y Reanimación.

Del nivel empírico:

- Observación: Con la aplicación de las técnicas e instrumentos asociados se constató la práctica de los residentes en el contenido Anestesia Total Intravenosa.
- Análisis de documentos: Este método permitió la valoración del programa analítico de Anestesiología y Reanimación en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los residentes de la especialidad.
- Experimentación: Se utilizó la variante de pre experimento pedagógico con la introducción de una variable y su evaluación mediante criterio de especialistas.

Del nivel estadístico-matemático:

- Se utilizó el cálculo porcentual como procedimiento matemático para el análisis de los resultados de los datos recopilados durante la experimentación.

La **población** y **muestra** de esta investigación coincidieron y la integraron 8 residentes que estaban en formación en ese momento (2 de segundo, 1 de tercero y 5 de cuarto año).

La **novedad** de la investigación consistió en la concepción de la estrategia didáctica para perfeccionar el proceso de enseñanza-aprendizaje del contenido Anestesia Total Intravenosa en la especialidad Anestesiología y Reanimación, basado en el diagnóstico de las carencias detectadas que tomó en consideración las posibilidades existentes en el programa analítico de la especialidad y que se concibió también a partir de las más avanzadas prácticas dentro de esta especialidad.

La **significación práctica** de la investigación radicó en los fundamentos metodológicos para la implementación de la estrategia didáctica sustentada en las más avanzadas prácticas dentro de esta especialidad.

La tesis está estructurada siguiendo un orden lógico y con la necesaria coherencia. En el primer capítulo se expone el sustento teórico de la investigación, mientras que en el segundo se describe el diagnóstico realizado. Se ofrece también la caracterización de la estrategia didáctica propuesta y su validación. Se exponen, además, las conclusiones que resumen los principales resultados alcanzados y las recomendaciones que se consideraron pertinentes realizar. Aparecen también la bibliografía consultada y los anexos que complementan el informe de la investigación.

CAPÍTULO I- EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA ESPECIALIDAD ANESTESIOLOGÍA Y REANIMACIÓN

En este capítulo se describen los fundamentos teóricos que sustentan el proceso de enseñanza-aprendizaje de la especialidad Anestesiología y Reanimación desde los documentos normativos y metodológicos del Sistema Nacional de Salud. En sus epígrafes se argumenta el estado del arte de la enseñanza del contenido Anestesia Total Intravenosa y se modela el deber ser en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la especialidad.

1.1- Generalidades del proceso de enseñanza-aprendizaje de la especialidad Anestesiología y Reanimación

Es pertinente iniciar el epígrafe destacando lo complejo que resulta una sistematización de estudios relacionados con la Didáctica de la Medicina y el proceso de enseñanza-aprendizaje de las especializaciones, en esta área del conocimiento en particular.

Una de las causas está dada por la utilización de la teoría de la Didáctica General para sustentar teóricamente los procesos de enseñanza-aprendizaje de las didácticas particulares de las especializaciones en el área de las Ciencias Médicas y de la Salud.

Si bien es cierto que la Didáctica General con su cuerpo teórico permite fundamentar el proceso de enseñanza-aprendizaje de las didácticas particulares, también lo es el hecho de que en las especialidades médicas estos procesos de enseñar y aprender tienen características que los distinguen de otros procesos de posgrados que persiguen el mismo fin.

Para determinar los fundamentos del proceso de enseñanza-aprendizaje de la especialidad Anestesiología y Reanimación es preciso, desde la Didáctica General, asumir o discernir acerca de algunas posiciones o conceptos.

La formación del especialista en Anestesiología y Reanimación se desarrolla en un proceso de enseñanza-aprendizaje de posgrado con características diferentes a los procesos de posgrado de otras áreas del conocimiento. Su principal objetivo se

centra en la formación de un especialista en un campo del saber desde la actividad para el trabajo y el tratamiento teórico de los contenidos, a la par que se actualizan científicamente.

El objetivo de la actualización científica resulta válido y pertinente en la educación de posgrado de las especialidades médicas. Para cumplirlo es necesario el tratamiento exhaustivo de los contenidos y el objeto de enseñanza-aprendizaje por parte del profesor. Sin embargo debe prevalecer la modalidad semipresencial como una vía para optimizar el tiempo a la vez que estimula la independencia cognoscitiva de los residentes, la creatividad y la necesidad de enfocar los análisis desde una óptica investigativa con la aplicación de los métodos de las ciencias.

El proceso de enseñanza-aprendizaje de la especialidad Anestesiología y Reanimación constituye la vía mediatizadora esencial para la apropiación de conocimientos, habilidades, normas de relación emocional, de comportamiento y valores, legados por la humanidad que se expresan en el contenido de enseñanza, en estrecho vínculo con el resto de las actividades profesores y extraprofesores que realizan los estudiantes. (Silvestre Oramas y Zilberstein Toruncha, 2002, p. 16).

Debe ser un proceso vinculado con la vida, desarrollador de la inteligencia que contribuye a la formación de cualidades y valores positivos de la personalidad y al autoaprendizaje. (Silvestre Oramas y Zilberstein Toruncha 2002, pp. 22-23).

El investigador considera que la integridad del proceso de enseñanza-aprendizaje exigirá proponerse el conocimiento integral del estudiante, en este caso el residente de la especialidad. Es decir qué sabe, cómo lo hace, cómo se comporta, cómo aprende, cuáles son sus cualidades, cómo se comporta la formación de acciones valorativas.

El proceso de enseñanza-aprendizaje es el marco donde se lleva a cabo la adquisición de conocimientos, habilidades, valores, sentimientos y normas de comportamiento por parte de los estudiantes bajo la oportuna y efectiva planificación, dirección, ejecución y control del aprendizaje por parte del profesor.

El papel del docente en la dirección del proceso de enseñanza-aprendizaje está dado por lograr usar con su preparación científico-pedagógica unida a su esfuerzo personal, todos los elementos que permitan el despliegue del proceso de redescubrimiento por parte del estudiante; así como la relación de comunicación en sus distintos tipos de función (informativa, afectiva y reguladora), lo que se debe poner de manifiesto en sus modos de actuación. (Remedios González, 2002, p. 33).

Todo profesor debe estar consciente de que elevar la calidad de la enseñanza significa, entre otros aspectos importantes, la búsqueda constante de nuevos métodos que impliquen la eliminación del tipo de enseñanza que promueve únicamente que profesores y estudiantes se limiten a la simple repetición de definiciones sin que exista la comprensión consciente de los conceptos, lo que impide descubrir las características esenciales del estudio, sus regulaciones, los nexos con otros componentes y su aplicación creadora.

El papel del docente se va convirtiendo por tanto, de dirigente inmediato del proceso, en mediato, en orientador, en consejero; ...un docente que privilegie la comunicación con el estudiante haciendo que sea cada vez un agente activo en su formación, que no solo enseñe conocimientos, habilidades y destrezas, sino que también aprenda de sus residentes y que sea capaz de transmitir a este futuro profesional no sólo la fuerza de la ciencia y la técnica, sino lo que es aún más importante la fuerza de los valores éticos y patrióticos que lo comprometen como ente social y combata la individualidad egoísta. (Vela Valdés, 2008, p. 178).

En la planificación del proceso de enseñanza-aprendizaje se debe prestar especial atención a la implicación de la independencia del residente, lo que permitirá que este participe en la búsqueda y utilización del conocimiento como parte de su actividad, por lo cual podrá transitar por niveles cada vez más complejos de su enseñanza.

Los residentes de Anestesiología y Reanimación se forman en un proceso de enseñanza-aprendizaje de posgrado, que transita por varias etapas y tiene una duración de cuatro años.

Este proceso se desarrolla en universidades e instituciones médicas en Cuba, en las que adquieren conocimientos teóricos y prácticos fundamentales para el desempeño de sus profesiones; el elemento práctico tiene una importancia capital, pues se forman trabajando; aplican por tal motivo lo que aprenden en su trabajo diario.

En el caso específico de la especialidad de Anestesiología y Reanimación existe el Programa analítico, elaborado por el Área para docencia y las investigaciones de la Universidad de Ciencias Médicas de La Habana y adaptado por el Ministerio de Salud Pública mediante el Anexo a la Resolución 539 de 21 de junio de 2012.

El Programa Analítico de la especialidad Anestesiología y Reanimación fue elaborado por un grupo de expertos entre ellos: anesthesiólogos, clínicos, endocrinos, neurólogos, neurocirujanos, cirujanos generales, es decir, participan la gran mayoría de las especialidades médicas, conjuntamente con pedagogos y psicopedagogos.

De acuerdo al año en que fue realizado (2012) tiene un adecuado diseño que facilita el trabajo de profesores y residentes de la especialidad en el proceso docente educativo y de enseñanza-aprendizaje; pero se evidencian carencias propias de la dialéctica del conocimiento pues tiene siete años de confeccionado, por lo que necesita una actualización.

La bibliografía de este programa no se encuentra actualizada, pues ya han sido confeccionadas nuevas ediciones de las diferentes referencias bibliográficas citadas en el mismo. No se enfatiza en las distintas herramientas tecnológicas con las que cuenta el proceso de preparación de la sociedad cubana actual, específicamente en el campo de la Medicina y la Anestesiología y Reanimación en particular.

El Ministerio de Salud Pública en el Programa Analítico (2012) se define “la Anestesiología y Reanimación como una especialidad médica que ofrece una

atención integral a los problemas de salud de: pacientes sometidos a intervenciones quirúrgicas o exploraciones dolorosas, pacientes con patología crítica médica o quirúrgica y pacientes con dolor”. (p. 4).

El perfil profesional de un especialista en Anestesiología y Reanimación incluye competencias básicas comunes a otras especialidades médicas, valores profesionales, actitudes y comportamientos éticos, habilidades de comunicación, manejo de la información, gestión sanitaria, análisis crítico e investigación y competencias específicas, tales como:

a) Evaluar clínicamente, valorar el riesgo anestésico y optimizar, si es posible, la situación clínica de los pacientes que van a ser sometidos a intervenciones quirúrgicas, o a pruebas diagnósticas y terapéuticas que requieran su participación.

b) Aplicar las técnicas y los métodos para hacer al paciente insensible al dolor y protegerle de la agresión antes, durante y después de cualquier intervención quirúrgica, de exploraciones dolorosas diagnósticas y terapéuticas, y en el parto.

c) Mantener las funciones vitales y la homeostasis en cualquiera de las condiciones citadas, así como en el mantenimiento del donante de órganos para trasplantes.

d) Tratar pacientes cuyas funciones vitales estén comprometidas a causa de un traumatismo o de una patología médica o quirúrgica, manteniendo las medidas terapéuticas hasta que se supere la situación de riesgo vital.

e) Tratar el dolor agudo y crónico, de cualquier etiología, gracias a los conocimientos de la farmacología y de las técnicas específicas propias de su actividad asistencial.

f) Reanimar, estabilizar y proceder a la evacuación desde el lugar del accidente, o al traslado, de los pacientes que lo requieran por su situación crítica.

Los anestesiólogos poseen gran capacidad para el trabajo en equipo y para la adaptación a los cambios frecuentes en el entorno y en las condiciones de los pacientes, aportando su visión integradora y su polivalencia en todas las áreas clínicas, especialmente en los pacientes críticos, en las urgencias y en los que sufren dolor agudo o crónico.

Estas características les confieren un papel fundamental en el entorno hospitalario, aunque sus conocimientos y habilidades técnicas suponen también un valor añadido en el medio extrahospitalario.

La especialidad se desarrolla en cuatro años. Un primer año donde se incluye el área de Anestesiología Básica:

Durante este curso académico el residente adquirirá los conocimientos y destrezas que le permitirán atender al paciente quirúrgico en la consulta preanestésica, en el quirófano, en la sala de recuperación y en otras áreas que necesitan de su servicio, como miembro de un equipo del que forman parte indistintamente anestesiólogos, enfermeros y cirujanos.

El Ministerio de Salud Pública (2012, p. 12) en el Programa Analítico estructura los estudios correspondientes a este año que se dividen en cuatro áreas, 16 módulos y un curso:

ÁREA I: Generalidades en Anestesiología y Reanimación.

ÁREA II: Anestesia general en pacientes sin enfermedades asociadas.

ÁREA III: Anestesia regional en pacientes sin enfermedades asociadas.

ÁREA IV: Atención integral al paciente con compromiso vital.

Curso de Electrocardiografía.

Módulo de Metodología de la investigación.

Módulo de Filosofía y Sociedad.

FUNCIÓN ASISTENCIAL

El Área I tiene una duración de 12 semanas y se propone como objetivos: obtener una panorámica del paciente quirúrgico y adquirir los conocimientos y habilidades que les permitirán realizar los primeros pasos en el campo de la anestesiología.

Su estudio comprende cuatro módulos:

Módulo 1. Preanestesia.

Módulo 2. Instrumental y equipos.

Módulo 3. Ventilación mecánica durante el intraoperatorio.

Módulo 4. Drogas de uso en anestesiología.

Cada módulo está planificado con un total de horas acorde a su complejidad, distribuidos en actividades lectivas, trabajo independiente con el aporte de un número determinado de créditos.

En el desarrollo del Área II el residente incursiona en la fundamentación teórica del método y de las técnicas de anestesia general y desarrolla las habilidades que le permitirán ponerla en práctica. Además será capaz de crear y controlar las condiciones anestésicas adecuadas por medio del mantenimiento de la hemodinamia frente a la agresión anestésico-quirúrgica. Tiene una duración de 9 semanas y su estudio comprende los siguientes módulos:

Módulo 5. Anestesia general endovenosa.

Módulo 6. Anestesia general inhalatoria, oro-traqueal y nasotraqueal.

Módulo 7. Vía respiratoria anatómicamente difícil.

El Módulo 5 tiene una duración de 144 horas, 36 horas en actividades lectivas, 108 horas de trabajo independiente y otorgándose 3 créditos una vez vencidos y planteándose como objetivos: Realizar la técnica de administración de anestesia general endovenosa, con el empleo de agentes anestésicos generales de uso más frecuentes. Prevenir, diagnosticar y tratar las complicaciones. Valorar la recuperación espontánea y su traslado a la sala.

Además la adquisición de las siguientes habilidades:

- Realizar anestesia general por vía endovenosa.
- Preparar las concentraciones apropiadas de las soluciones de anestésicos generales siguientes: tiopental, ketamina, propofol, etomidato, benzodiazepinas y butirofenonas.
- Dosificar y administrar los agentes neurolépticos, morfínicos, atarácicos, hipnóticos barbitúricos y no barbitúricos, benzodiazepínicos y butirofenonas.
- Prevenir, diagnosticar y tratar las complicaciones de los agentes anestésicos endovenosos: de la inyección endovenosa, inyección intraarterial, sobredosis, laringoespasma, depresión respiratoria y hemodinámica, rigidez torácica.

- Valorar el grado de recuperación de la anestesia general endovenosa y actuar consecuentemente: conciencia, reflejos, ventilación y hemodinámica.
- Valorar, dosificar y administrar antídotos de las benzodiazepinas y los narcóticos.
- Valorar el tratamiento de la sala de recuperación.
- Valorar la recuperación final y su traslado a la sala de recuperación.

También incluye los siguientes contenidos:

- Fundamentos del método de anestesia general y de la técnica endovenosa.
- Soluciones y concentraciones de los anestésicos generales endovenosas.
- Técnica de su preparación. Técnica de la administración de los agentes anestésicos generales endovenosos.
- Administración de las drogas neurolépticas, morfínicas, atarácicas, hipnóticos barbitúricos y no barbitúricos, benzodiazepinas y butirofenas.
- Farmacodinamia y farmacocinética de estas drogas.
- Complicaciones de la técnica de la anestesia general endovenosa.
- Signos de la recuperación de la anestesia general endovenosa.
- Farmacodinamia y farmacocinética de los antídotos de las benzodiazepinas y los morfínicos.
- Evaluación clínica de la recuperación de un paciente bajo los efectos de la anestesia general endovenosa. (Ministerio de Salud Pública, 2012, p. 16).

Se describió en su totalidad el contenido del Módulo 5 *Anestesia general endovenosa* por ser el módulo donde se encontraron contradicciones teóricas y problemáticas identificadas en la práctica que permitieron identificar un problema científico que condujo a realizar la investigación.

Es en este módulo donde se considera que deben ser incluidos los conocimientos y habilidades necesarios en el proceso de enseñanza-aprendizaje del contenido Anestesia Total Intravenosa en la formación de los residentes en Anestesiología y Reanimación.

En el Área III, el residente adquirirá los conocimientos correspondientes a la fundamentación teórica de las técnicas de anestesia regional y desarrollará las habilidades que le permitirán administrarlas. Además, será capaz de crear y controlar las condiciones anestésicas adecuadas, por medio del mantenimiento de la hemostasia frente a la agresión anestésico- quirúrgica. Tendrá una duración de 8 semanas y su estudio comprende los siguientes módulos:

Módulo 8. Anestesia espinal subaracnoidea.

Módulo 9. Anestesia peridural.

Módulo 10. Bloqueos nerviosos para procedimientos quirúrgicos.

Al Área IV le compete lo relacionado con la atención del paciente en el perioperatorio inmediato. En él, el residente adquirirá la fundamentación teórica y las destrezas que le permitirán practicar las técnicas de reanimación cardiopulmonar, aplicar la terapéutica por inhalación y diagnosticar y tratar otras complicaciones correspondientes a este período. Tendrá una duración de 8 semanas y su estudio comprende los siguientes módulos:

Módulo 11. Paro cardiopulmonar. Reanimación cardio-pulmonar-cerebral.

Módulo 12. Shock.

Módulo 13. Terapia por inhalación.

Módulo 14. Equilibrio hidromineral y ácido básico.

Este curso incluye además la Función Investigativa con el módulo Metodología de la Investigación que es requisito indispensable que durante el primer año el residente seleccione el tema y elabore el protocolo de su Trabajo de Terminación de la Especialidad, (en lo adelante TTE), el cual debe ser aprobado por el Consejo Científico de la Institución en que se forma. Los profesores y tutores velarán por la pertinencia de los temas del TTE de modo que estos respondan a los proyectos de

las líneas de investigación, según las prioridades de la especialidad en el territorio y en el país y la Función de Dirección.

El resto de los años están igualmente distribuidos en áreas y módulos que se van complejizando para la completa formación de un especialista con la calidad requerida. Durante su formación el residente estará bajo la supervisión del especialista que todo paciente tiene asignado.

El grado de supervisión e independencia del residente será diferente en función del grado de residencia, tipo de paciente y procedimiento, y las características profesionales de cada uno de los residentes. Al concluir el cuarto año se realiza el examen estatal que incluye los contenidos de los cuatro años y el ejercicio de investigación con el trabajo de terminación de la especialidad.

En una parte del Programa Analítico se destaca que la preparación del residente se hará mediante una estrategia docente por cursos, entendiéndose que la estrategia docente es aquella que tiene en su concepción Actividades Profesores Asistenciales entre las que se encuentran:

- Las entregas de guardias diarias,
- los pases de visita a la sala de recuperación,
- la guardia médica no mayor de 6 días ni menor de 4,
- la realización de consultas de anestesia,
- la práctica en los quirófanos, tiene además,
- Actividades Académicas en las diferentes formas de organización de la docencia como son conferencias, seminarios, revisiones bibliográficas y un curso de electrocardiografía que resulta obligatorio para los residentes.

Los recursos didácticos que apoyan el proceso de enseñanza-aprendizaje de los residentes de Anestesiología y Reanimación incluyen la bibliografía básica, la bibliografía complementaria y el uso de las Tecnologías y las Comunicaciones.

Por último la estrategia docente tiene un componente de Evaluación que permite el pase de año a cada uno de los residentes.

El análisis realizado del proceso de enseñanza-aprendizaje de la especialidad Anestesiología y Reanimación permite constatar las limitaciones en torno a la

enseñanza del contenido Anestesia Total Intravenosa así como la necesidad de su tratamiento desde el Programa analítico de la especialidad.

1.2- Los componentes del proceso de enseñanza-aprendizaje de la especialidad Anestesiología y Reanimación

Para perfeccionar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la especialidad Anestesiología y Reanimación, es preciso primero caracterizar el Régimen de Residencia.

En el Sistema Nacional de Salud, los Centros de Educación Médica Superior (en los adelante CEMS) son los que tienen la responsabilidad de dirigir el proceso de enseñanza-aprendizaje en el marco del sistema de trabajo pedagógico de un Régimen de Residencia en particular.

El sistema de trabajo pedagógico para las especialidades se realiza en los CEMS, durante el proceso de formación del residente. Comprende el conjunto multifacético de actividades que realizan los docentes, residentes y el resto del colectivo laboral que de alguna forma inciden directa o indirectamente en el proceso docente, de atención médica e investigativo, con el objetivo de transformar y desarrollar la personalidad del especialista de Primer Grado que el país necesita, según las exigencias de la sociedad, del Sistema Nacional de Salud y de la propia especialidad.

El sistema de trabajo pedagógico en el Régimen de Residencia tiene carácter integral, en él se vincula lo táctico-operativo con lo estratégico prospectivo y requiere de un continuo perfeccionamiento para lograr la formación de un especialista con un alto nivel científico, profesional, ético-moral y una profunda sensibilidad humana. Está constituido por cinco componentes:

- Trabajo de dirección,
- Trabajo educativo,
- Trabajo docente o didáctico,
- Trabajo investigativo
- Trabajo metodológico

Estos componentes no pueden considerarse de forma aislada y están determinados por las regulaciones vigentes para el posgrado en los CEMS del SNS.

El proceso educativo en el Régimen de Residencia en la mayoría de las especialidades se desarrolla esencialmente en la actividad laboral en condiciones reales y con una alta independencia del residente, por lo que se requiere de la participación de especialistas, profesores y tutores, con el fin de alcanzar los objetivos propuestos en la formación del especialista.

En el epígrafe anterior se caracterizó el Programa Analítico de la especialidad Anestesiología y Reanimación, el que se desarrolla desde las concepciones del Régimen de Residencia a través de un proceso de enseñanza-aprendizaje en el que se vincula la teoría con la práctica.

Los componentes no personalizados del proceso de enseñanza-aprendizaje del Programa Analítico de la especialidad Anestesiología y Reanimación son: los objetivos, el contenido, los medios de enseñanza, la forma de organización, la evaluación. Los personalizados son el profesor y el residente.

Al analizar estos últimos se destaca la tarea del profesor, que consiste en dirigir el proceso de aprendizaje de los residentes. Pero para que este proceso sea efectivo deberá determinar los objetivos de su clase y sobre esta base seleccionará los métodos, las formas de organización y los medios más adecuados.

El residente resulta al mismo tiempo objeto y sujeto de la educación, lo primero está dado por constituir el elemento sobre el cual recae la acción educadora del profesor, lo segundo se explica al considerar que el residente es a la vez sujeto activo del aprendizaje. (Rojas Hernández, 1996, p. 17).

El componente **objetivo** constituye la categoría rectora del proceso de enseñanza-aprendizaje. En la especialidad se orienta hacia la realización de la técnica de administración de anestesia general endovenosa, con el empleo de agentes anestésicos generales de uso más frecuentes. En otro orden persigue el fin de prevenir, diagnosticar y tratar las complicaciones. Valorar la recuperación

espontánea y su traslado a la sala. En el epígrafe anterior se analizó la categoría con más profundidad.

Otro de los componentes, que en el caso particular de esta investigación constituye su núcleo duro, es el **contenido**.

El contenido constituye el qué enseñar, es decir de qué conocimientos deben apropiarse los estudiantes y qué hábitos y habilidades deben desarrollar.

El **contenido** como componente del proceso de enseñanza-aprendizaje ha sido estudiado por varios teóricos de la pedagogía, entre ellos Comenius (1983); Savin (1979); Klingberg (1978); Neuner (1981); Addines Fernández (1998, 1999); Álvarez de Zayas (1999) y Labarrere Reyes (2016).

Savin (1979, p. 90) considera que: “El contenido de la educación, es el conjunto ordenado de los conocimientos, habilidades y hábitos exactamente perfilados, que constituyen la base para el desarrollo multifacético de los residentes y la formación en ellos de una concepción dialéctico-materialista del mundo”.

Por su parte Klingberg (1978, p. 234) aborda el término como “materia” y explica que: “Cuando hablamos de “contenido” en el sentido didáctico, nos referimos al amplio concepto de “materia” de los sistemas de conocimientos, métodos y actividades, así como las ideas y normas filosóficas, políticas y éticas”.

Neuner (1981, p. 264) declara que: Partiendo del contenido de la educación, entendemos por contenido de la enseñanza la totalidad de los fundamentos de las ciencias, de la técnica, de la ideología, del arte y la cultura, así como de las esferas esenciales de la práctica social que deben ser asimiladas por los residentes en la enseñanza. El contenido de la enseñanza se selecciona de la totalidad de la riqueza cultural de la humanidad.

Addines Fernández (1999a, p. 25) en sus estudios sobre *Didáctica y optimización del proceso* define el contenido “como el elemento objetivador del proceso”. Es aquella parte de la cultura y experiencia social que debe ser adquirida por los estudiantes y se encuentra en dependencia de los objetivos propuestos. En su estructura se identifican cuatro componentes

interrelacionados: el sistema de conocimientos, el sistema de habilidades y hábitos, el sistema de experiencias de la actividad creadora y el sistema de relaciones con el mundo.

Este es un criterio que ha de ser tomado en consideración, pues los residentes tienen que dominar amplios conocimientos teóricos y prácticos, adquirir los hábitos necesarios dentro de un contexto social en el que se mueve e interactúan.

Álvarez de Zayas (1999, p. 63) expone que: El contenido es el componente del proceso docente-educativo que expresa la configuración que este adopta al precisar, dentro del objeto, aquellos aspectos necesarios e imprescindibles para cumplimentar el objetivo y que se manifiesta en la selección de los elementos de la cultura y su estructura de los que debe apropiarse el estudiante para alcanzar los objetivos.

Labarrere Reyes (2016, p. 78) define el contenido de la enseñanza como “el volumen de conocimientos, provenientes de las distintas ciencias y de la técnica, el componente ideológico, político y cultural, las habilidades, los hábitos y métodos de trabajo que posibilitan la formación multilateral de la personalidad de los residentes”.

En la investigación se asume esta última definición de contenido como componente primario del proceso de enseñanza-aprendizaje en integración con el resto de los componentes por considerar que de un modo sencillo logra establecer la esencia conceptual que de diversas maneras se manifiestan en las otras definiciones.

Los **métodos** de enseñanza forman el sistema de actividades que realizan profesor y residentes para alcanzar los objetivos de la enseñanza.

Etimológicamente el término método proviene del griego *methodo* que significa camino, vía, medio para llegar a un fin.

El método de enseñanza se relaciona con el método científico por cuanto la enseñanza es un proceso de conocimiento y como es lógico está sometido a leyes. En la ciencia el método se define como un sistema de reglas que nos sirven

para alcanzar un objetivo determinado y que persigue los mejores resultados. Es importante destacar la similitud entre el método de enseñanza y el método científico basado en que colocan al alumno en una situación de descubrimiento.

Desde el punto de vista del materialismo dialéctico el método es la manera de reproducir en el pensar el objeto que se estudia, supone la utilización de procedimientos para ordenar la actividad a lograr determinados objetivos.

Dentro de los rasgos característicos se destacan los objetivos, la actividad, estableciéndose una relación directa entre el objetivo y el carácter de la actividad encaminada a lograrla, de manera que el objetivo indique cuán debe ser el sistema de acciones.

Otros rasgos los constituyen los medios que utiliza el hombre y el objeto sobre el cual recae la acción, de ahí que es muy importante conocer las características del objeto, por último todo método debe conducir a un resultado, por tanto todo método presupone la presencia de objetivos, un sistema de acciones, utilización de medios, la existencia de un objeto activo determina un rasgo de características especiales en el método de enseñanza, es decir, que existen diferencias motivadas por las características del objeto sobre el cual recae la acción del método de enseñanza.

El método se presenta como la secuencia de actividades del profesor y los residentes dirigida a lograr los objetivos de la enseñanza. En todas se presentan acciones de ambos integrantes del proceso, en unidad e interrelación.

Esto es importante y es lo que caracteriza al método de enseñanza, si el profesor sólo piensa en su actividad y le dedica poca atención a la actividad de los residentes, surgen contradicciones que eliminan esa necesaria unidad y por consiguiente, impiden un aprendizaje productivo.

Por eso se considera que una definición que solo tenga en cuenta la actividad del profesor es unilateral y no refleja la verdadera esencia del método de enseñanza. (Remedios González, Hernández Mayea, Concepción Rodríguez, y Medina, 2001, p. 28).

El método de enseñanza-aprendizaje expresa su configuración interna, es decir el orden, la secuencia, la organización, el modo de desarrollar el proceso. “El método es la organización interna del proceso de enseñanza-aprendizaje, es la organización de los procesos de la actividad y la comunicación que se desarrolla para lograr el objetivo”. (Álvarez de Zayas, 1999, p. 5).

De los métodos de enseñanza dependen los **objetivos** concretos de la clase, la utilización de determinado método depende de la asignatura y del tema completo a tratar.

Por consiguiente ellos manifiestan la unidad dialéctica entre el aspecto externo y el aspecto interno del método, lo que significa que no se trata solo de descubrir sino de precisar la vía del pensamiento, para llegar a la esencia del fenómeno objeto de estudio. Dentro de este marco metodológico es que se subraya la necesidad de elevar la calidad de los procesos sensoriales, donde ocupan un lugar importante los medios de enseñanza.

En la relación objetivo-contenido-método, se debe ver una magnitud ideológica, la cual se explica si se considera que los objetivos tienen una posición rectora y reflejan determinada ideología, por lo tanto si los objetivos determinan el contenido y los métodos de enseñanza estos también poseen un cariz ideológico. (Labarrere Reyes, 2016, p. 73).

Existen diferentes definiciones de métodos:

- Klingber (1978): la principal vía que toma el maestro y el alumno para lograr los objetivos fijados en el plan de enseñanza para impartir o asimilar el contenido de ese plan.
- Lerner y Skatkin (1985): modos de organización de la actividad cognoscitiva de los estudiantes que aseguran el dominio de los conocimientos, métodos de conocimiento y actividad práctica.
- Savin (1979): son los procedimientos y trabajos de los maestros y los residentes mediante los cuales se logra la asimilación por parte de los residentes, el proceso de asimilación del contenido de la enseñanza.

- Minujin (1989): conjunto teóricamente argumentado de reglas sistematizadas que norman acciones del maestro y de los residentes para solucionar determinada cantidad de tareas didácticas.
- Álvarez de Zayas (1999): es el componente del proceso docente-educativo que expresa la configuración interna del proceso, para que transformado el contenido se alcance el objetivo, que se manifiesta a través de la vía, el camino que escoge el sujeto para desarrollarlo.

Existen rasgos comunes que se destacan en las anteriores definiciones. Presencia de objetivos, sistema de acciones, utilización de medios y alcanzar un resultado.

Remedios González y otros (2016) proponen una clasificación sobre la base de los siguientes principios:

1. Nombrar cuatro grandes grupos de métodos en correspondencia con los diferentes niveles: familiarización, reproductivo, productivo y creativo.
2. Considera la independencia cognoscitiva en todos los métodos de enseñanza y aprendizaje logrando un grado creciente de la misma en la medida que se avanza en la asimilación de las acciones.
3. Garantiza que todo método atienda las acciones que deben desarrollarse en las diferentes etapas de la actividad cognoscitiva y el trabajo con las diferentes fuentes del conocimiento.
4. Que todos los métodos contribuyan a desarrollar la motivación de los residentes y a vencer la barrera de estudiar sólo para aprobar encaminándolos a lograr un verdadero desarrollo de los intereses cognoscitivos.

De este modo cualquier método de enseñanza constituye un sistema de acciones del profesor, dirigido a un objetivo, que organice la actividad cognoscitiva y práctica del residente, con lo que asegura que este asimile el contenido de la enseñanza.

El autor comparte la clasificación de Lerner y Skatkin (1985) en la cual se aborda la actividad del profesor, la actividad del residente y la relación método-contenido.

La dinámica de los componentes del proceso de enseñanza-aprendizaje sirve de punto de partida para la clasificación de los métodos de enseñanza y observar la perspectiva desde una enseñanza desarrolladora.

Estrechamente vinculados a los métodos están los **medios de enseñanza**, constituyen los recursos para enseñar y aprender, los cuales integran el sistema y sirven para alcanzar los objetivos. La importancia de este integrante se acrecienta cuando lo analizamos partiendo de la teoría marxista-leninista del conocimiento, en la cual los medios de enseñanza ocupan un lugar relevante.

Las distintas **formas de organización** docente como conferencias, clases prácticas y seminarios se integran a la forma fundamental de organización de la enseñanza en el Régimen de Residencia: la educación en el trabajo.

Se denomina educación en el trabajo al conjunto de actividades que realiza el residente en el servicio de salud, con la asesoría directa del profesor o tutor, con el propósito de adquirir las habilidades, hábitos de trabajo y búsqueda de información que le permitan la solución efectiva de los diferentes problemas de salud y el logro de los objetivos del programa de formación en el desarrollo de la práctica profesional.

La educación en el trabajo requiere tener en cuenta los programas de trabajo y de formación de la especialidad, los reglamentos de las distintas instituciones en las que se forma y labora el residente, así como otros documentos de carácter normativo, metodológico y docente del Sistema Nacional de Salud vigente.

En la educación en el trabajo el profesor orienta, supervisa y controla el trabajo de acuerdo con lo establecido en los programas de trabajo y de estudio de la especialidad, en correspondencia con el año en que el residente se encuentra y el propio residente tiene la responsabilidad de planificar, organizar, ejecutar y controlar su trabajo sistemático, el estudio independiente, autoevaluar sus resultados, así como el estado de cumplimiento del programa de formación correspondiente al año, se desarrolla así la independencia cognoscitiva y la creatividad en la solución de los problemas que enfrenta luego en la profesión.

Los componentes principales de la educación en el trabajo que permiten cumplir las diferentes funciones correspondientes al perfil profesional se clasifican en:

- Actividades docentes asistenciales: interconsulta; guardia médica; pase de visita a pacientes ingresados, discusión de casos, interrelación con los equipos de salud del nivel secundario o terciario, participación en el diagnóstico, tratamiento especializado de los individuos en los diferentes servicios e instituciones del Sistema Nacional de Salud.
- Actividades docente-educativas: participación en las actividades de formación de la especialidad, convocadas desde la Cátedra de Cirugía.
- Actividades docente-investigativas: realizar de acuerdo con las líneas de investigaciones definidas el proyecto del Trabajo de Terminación de la Especialidad; realizar o colaborar en investigaciones del Sistema Nacional de Salud; participar en eventos científicos; elaborar artículos científicos.
- Actividades docente-administrativas: organización y control del programa de trabajo y sus recursos; programación de consultas y de los documentos normativos vigentes. (Ministerio de Salud Pública, 2004, p. 20).

El componente **evaluación** se atiende desde cada Área del Programa Analítico con el uso de evaluaciones sistemáticas que reciben un puntaje final en la tarjeta del residente, con una frecuencia anual. Se realizan además exámenes modulares, prácticos y teóricos. La culminación de estudios se hace con la presentación del Trabajo de Terminación de la Especialidad y el examen Estatal.

La limitación fundamental en el componente contenido en este estudio, se identifica en la enseñanza de la Anestesia Total Intravenosa el que se propone trabajar desde el Área II, en el módulo 5, como uno de los contenidos del sistema de conocimientos.

1.3- La enseñanza del contenido Anestesia Total Intravenosa: el deber ser de un proceso

En el proceso de enseñanza-aprendizaje de la especialidad Anestesiología y Reanimación, los residentes deben dominar los conocimientos necesarios para su

práctica médica, a la par que desarrollan habilidades mediante las que se manifiestan estos conocimientos.

Internacionalmente es reconocida la necesidad que el especialista de Anestesiología y Reanimación adquiera sólidos conocimientos en los contenidos propios de la Anestesia Total Intravenosa. Ello presupone el pleno dominio de las propiedades farmacocinéticas y farmacodinámicas de los anestésicos que se emplean, así como de los sistemas diseñados para controlar las infusiones continuas.

En relación con el contenido Anestesia Total Intravenosa, que no aparece en el programa analítico de la especialidad, la bibliografía especializada muestra cómo su uso proporciona una mayor estabilidad hemodinámica y presenta la posibilidad de modular de forma independiente los efectos hipnóticos y analgésicos.

Contenidos para la preparación del residente en Anestesiología y Reanimación en la Anestesia Total Intravenosa

A continuación, se relacionan los diversos contenidos que se considera necesario dominar por los residentes de la especialidad para que estén en condiciones de emplear esta técnica anestésica.

Sistema de conocimientos

- Propiedades farmacocinéticas y farmacodinámicas de los anestésicos que se emplean.
- Sistemas diseñados para controlar las infusiones continuas.

Sistema de hábitos y habilidades

- Calcular dosis de carga y de infusión de los hipnóticos usando la jeringuilla perfusora.
- Calcular dosis de carga y de infusión de los analgésicos opioides usando la jeringuilla perfusora.

Sistema de experiencias de la actividad creadora

- Utiliza las prácticas de avanzada en el uso de la Anestesia Total Intravenosa.

Sistema de relaciones con el mundo

- Demuestra mantenerse actualizado en las teorías y mejores prácticas en el uso de la Anestesia Total Intravenosa.

El desarrollo de la Anestesia Total Intravenosa, está unido a un conocimiento mejor de diferentes aspectos farmacológicos, así como a una colaboración entre las ciencias básicas y las clínicas para una mejor aplicación de diferentes parámetros y variables que ayuden a explicar el comportamiento de los fármacos en la práctica diaria.

En la preparación de los residentes de Anestesiología y Reanimación resulta importante, desde el punto de vista del contenido, el dominio que alcancen acerca de las propiedades farmacocinéticas y farmacodinámicas de los anestésicos que se emplean, así como de los sistemas diseñados para controlar las infusiones continuas.

No obstante para poder explicar el comportamiento de los fármacos en el organismo, es fundamental el conocimiento de los aspectos antes comentados y de esta manera predecir el tiempo que tardará en aparecer el efecto de una dosis determinada y también poder estimar el momento de suspender una perfusión con el fin de obtener una educación más rápida.

Se puede definir la farmacocinética como la relación que existe entre la dosis administrada y la concentración plasmática lo cual implica el estudio de los diferentes procesos de absorción, distribución y biotransformación, en definitiva “qué el organismo hace con el fármaco”. La farmacocinética determina la concentración de los fármacos en el receptor y por lo tanto contribuye a la intensidad de la respuesta observada.

Modificaciones en la farmacocinética ayudan a explicar respuestas diferentes entre las personas, ya que pueden existir distintas situaciones fisiopatológicas: edades extremas, fracaso orgánico (renal, hepático) situaciones de hipo-hipervolemia.

Si a estas circunstancias se añade que tanto la anestesia general como la loco-regional pueden alterar los diferentes flujos regionales, da lugar a unas

circunstancias que pueden modificar la farmacocinética y por lo tanto la respuesta observada.

Por otra parte, entre las habilidades que deben desarrollar los residentes en el manejo de la Anestesia Total Intravenosa, se encuentra el cálculo de la dosis de carga y de infusión de los hipnóticos y analgésicos opioides usando la jeringuilla perfusora.

La tendencia actual es a utilizar bombas de perfusión computarizadas conocidas por Infusión Continua Asistida por Computadoras, Bombas de Infusión Controladas por Computadoras, Sistemas de Infusión Controladas por Objetivos (conocidos en la literatura como TCI), lo que permite una óptima administración de fármacos con un margen terapéutico estrecho y de disponer de un aparataje similar al vaporizador.

Las infusiones intravenosas o endovenosas son disoluciones cuyo objetivo clínico próximo consiste en ser inyectada en el torrente circulatorio venoso, ya sea en forma directa o por infusión. Ordinariamente las infusiones son disoluciones acuosas de algún soluto, es decir, el resultado de diluir un soluto en agua pero sin que ésta contenga soluto sobrenadando, depositado en el fondo del recipiente o flotando en algún punto de la masa de disolvente.

Los sistemas de perfusión se clasifican en dos grupos según el mecanismo utilizado para controlar la velocidad de flujo, por gravedad o por fuerza motriz externa:

1. Sistemas de gravedad o controladores.

- Controladores del ritmo de goteo.
- Controladores volumétricos.

2. Sistema de bomba o bombas de desplazamiento positivo:

- Jeringas automáticas.
- Bombas volumétricas, el mecanismo de desplazamiento las subdivide en bombas peristálticas y de pistón.

Indicaciones de la Anestesia Total Intravenosa:

1. Técnica alternativa o coadyuvante a la inhalatoria.
2. Sedación en anestesia local o locorregional.
3. Técnica de anestesia general para procedimientos quirúrgicos de alta o baja complejidad.
4. Anestesia fuera de las áreas quirúrgicas.
5. Reducción de la contaminación ambiental. (Abad Torrent, 2015, p. 3).

Los modelos farmacocinéticos/farmacodinámicos son útiles para la selección racional de los fármacos y la optimización de sus regímenes de dosificación en la Anestesia Total Intravenosa.

El modelo más utilizado es el tricompartmental. Se basa en la distribución inicial del fármaco a un compartimento central compuesto por órganos ricamente vascularizados (corazón, hígado, cerebro, riñón) y posteriormente a un segundo y tercer compartimento periférico donde los tejidos ya no están tan perfundidos (piel, hueso, músculo, grasa).

Las constantes k_{12} , k_{21} , k_{13} , k_{31} , k_{10} traducen la velocidad de distribución del fármaco desde el compartimento central a los periféricos y la constante de eliminación a partir del compartimento central.

El sistema tricompartmental es preferible a otros para estudiar el comportamiento del fármaco en el interior del organismo durante un período de tiempo prolongado y describir de este modo, los cambios que se suceden en las concentraciones plasmáticas del agente anestésico.

La complejidad y precisión de los modelos se ha ido incrementando al mismo tiempo que se han incorporado nuevos parámetros biométricos como edad, sexo, altura e índice de masa corporal. Sin embargo, presentan algunas limitaciones como la variedad interindividual de los pacientes. Por otro lado, se considera un modelo estático y como tal, no incorpora otros factores como unión a proteínas,

pérdidas hemáticas, hemodilución, que corresponderían a aspectos dinámicos e individuales de cada paciente.

Existen otros modelos: Los modelos fisiológicos que describen la captación del fármaco en los diferentes tejidos y la influencia de la circulación y recirculación sobre la distribución del fármaco. Este modelo abre la posibilidad de ajustarse al estado patológico del paciente. Y los modelos híbridos que son modelos compartimentales ajustados a parámetros fisiológicos como el gasto cardíaco o la frecuencia cardíaca.

El efecto del fármaco puede ser controlado, en primer lugar, por la vía de administración y en segundo lugar, por la elección del fármaco (en el caso de que haya varios fármacos disponibles para un mismo objetivo terapéutico).

Por otro lado, si un anestésico posee propiedades farmacocinéticas/farmacodinámicas favorables, pero se administra únicamente mediante un bolus endovenoso o una infusión manual constante, el control del efecto del fármaco será “subóptimo” por tratarse de métodos rígidos y con dificultosos diseños de reinyección.

En consecuencia, la mejor vía de administración es la endovenosa mediante un sistema de infusión constante que incorpore toda la información farmacocinética/farmacodinámica disponible.

Se deben tener en cuenta algunos conceptos farmacocinéticos que ayudaran a optimizar la técnica de Anestesia Total Intravenosa, entre ellos destaca el “Tiempo de vida media sensible al contexto”: Descrita por Hughes, define el tiempo que tarda la concentración plasmática, una vez finalizada la infusión, en reducirse al 50%.

Parece deseable tener un tiempo de vida media sensible al contexto corto, ya que representaría de algún modo, el tiempo de recuperación, aunque la interacción entre distintos fármacos juega también un papel importante.

Otro concepto sería el “Tiempo de equilibrio en el compartimento efecto”: Hay una relación matemática y temporal entre la concentración plasmática y la respuesta

clínica observada. El tiempo de equilibrio puede ser calculado mediante una constante llamada Ke_0 . Esta puede variar para diferentes fármacos y factores.

El compartimento efecto y la Ke_0 pueden incluirse en el modelo farmacocinético tricompartmental y estudiar en modo simulación los cambios que se suceden en el compartimento efecto.

La dosificación en anestesia es un proceso interactivo. Inicialmente, el anestesiólogo determina que concentración de anestésico se requiere para un efecto determinado. Se combina una dosis en forma de bolos con un ritmo de infusión para que alcance una concentración predeterminada lo antes posible, sin que signifique sobreestimar la dosis del fármaco.

Cuando se consigue dicha concentración, el anestesiólogo valora el efecto y decide si es apropiada o debe ajustarla en función de las necesidades del procedimiento.

Tradicionalmente, se utilizaba el esquema de Roberts para alcanzar rápidamente una concentración de Propofol y mantenerla mediante un sistema manual convencional, sin embargo, sólo es útil para las fases iniciales del procedimiento anestésico ya que impide aumentar o reducir con flexibilidad diferentes concentraciones de Propofol.

Para ello se necesita de sistemas mucho más precisos y sofisticados, como los sistemas de infusión controlados por objetivos. Estos sistemas computarizados empleados durante la técnica de Anestesia Total Intravenosa, deben ayudar a conseguir los siguientes objetivos: una inducción suave, mantener una concentración constante durante determinados períodos de tiempo y modificarla de manera rápida y precisa, y finalmente, conseguir una rápida recuperación de las funciones autonómicas.

En el mantenimiento anestésico tradicional con la repetición de dosis de determinados agentes endovenosos, la distribución de la curva de concentración plasmática es bastante irregular ("picos y valles"). El diseño de reinyección no resulta sencillo y si se utilizan productos de acción corta como el Propofol, los bolos deberán ser frecuentes si se desea evitar el despertar intraoperatorio. Por

otro lado, hay una mayor inestabilidad hemodinámica y tiempos de recuperación más prolongados en función del número de bolos.

El siguiente paso lógico sería mantener un flujo constante de infusión que permita obtener una concentración estable en sangre o plasma cuando se alcance el estado de equilibrio. Sin embargo, esto sucede muy tardíamente, aproximadamente 4-5 vidas medias de eliminación del fármaco. Es posible obtener un pseudo estado de equilibrio combinando un bolo con la infusión continua para acelerar la elevación de la concentración plasmática inicial y seguir con un diseño de infusión que disponga de varios regímenes de dosificación decreciente.

La principal desventaja es la rigidez y lentitud del sistema si se pretende modificar con rapidez la profundidad anestésica. También se debe tener en cuenta, que el bolo inicial proporciona mayor inestabilidad hemodinámica.

Una vez vista la imprecisión de estos métodos, la fase siguiente ha sido crear unos equipos automatizados controlados por computadoras que proporcionen una concentración adecuada no sólo a nivel plasmático, sino también en el lugar donde realmente se produce el efecto, es decir, a nivel cerebral. Existen dos métodos que pueden ser aplicados a estos equipos: Sistemas de control abierto tipo TCI y sistemas de circuito cerrado, todavía en fase de experimentación.

Estos sistemas se componen de una computadora que se une a un equipo de infusión de jeringa mediante un puerto de comunicación. El software contiene un simulador farmacocinético y un algoritmo de infusión.

El anestesiólogo deberá introducir la concentración plasmática deseada y unos parámetros biométricos. A partir de entonces, el programa informático realiza una simulación basada en las propiedades farmacocinéticas del fármaco y la dosis administrada para conseguir la concentración plasmática preestablecida por el anestesiólogo. El sistema dispone de un modelo matemático o algoritmo de precisión que predice con un margen de error aceptable, la concentración plasmática diana, la calculada y la concentración-efecto prácticamente a tiempo real.

Las ventajas de la Anestesia Total Intravenosa con los sistemas TCI son las siguientes:

1. Inducción y mantenimiento anestésico rápido, simple y seguro.
2. Menor incidencia de náuseas y vómitos.
3. No evidencia de hipertermia maligna en pacientes susceptibles.
4. Simplifica la utilización de técnicas anestésicas endovenosas.
5. Rápido control de la profundidad anestésica.
6. Inducción lenta que permite reducir la hipotensión y apnea en pacientes ancianos.
7. Tiempos de recuperación más rápido que convierten la técnica de Anestesia Total Intravenosa, en un procedimiento ideal para programas de cirugía ambulatoria. (Aguilera, 2016, p. 8).

Progresivamente, los sistemas TCI se irán incorporando en la práctica clínica diaria, no tan solo para la administración de hipnóticos y analgésicos en la inducción y el mantenimiento anestésico, sino también para otro tipo de modalidades como la analgesia y sedación controlada por el propio paciente.

Por último, e integrados a sistemas de monitorización de profundidad anestésica, cada vez más sofisticados, se contarán con los modelos de infusión de circuito cerrado. Estos sistemas serán capaces de detectar niveles de conciencia y modificar la concentración del agente endovenoso administrado asegurando una adecuada profundidad anestésica durante todo el procedimiento quirúrgico. Con ello se conseguirá la concentración adecuada para cada paciente según la respuesta obtenida en lugar de una concentración predefinida.

Este autor refiere que el Propofol es un agente hipnótico intravenoso con propiedades farmacocinéticas muy rápidas, que se usa para procedimientos de corta y larga duración. Su solvente es una emulsión lipídica a base de aceite de soja, de fosfátidos de huevo y glicerol. Es isotónico con un pH

neutro. Debe guardarse entre 2 y 25° C. No contiene antimicrobianos. (Aguilera, 2016).

Además refiere que las propiedades farmacocinéticas del Propofol siguen la correlación entre potencia anestésica y liposolubilidad. Algunas evidencias sugieren que el Propofol puede aumentar la depresión del Sistema Nervioso Central mediada por el Ácido Gama Amino Butírico. La farmacocinética obedece a un modelo tricompartmental. Se liga fuertemente a las proteínas humanas (97 - 98%), albúmina y eritrocitos. El metabolismo es por gluco y sulfoconjugación hepática, eliminándose los productos de degradación en un 88 % por el riñón. Tiene un aclaramiento metabólico muy elevado (25 - 35 ml/kg/min) que es mayor que el débito sanguíneo hepático, por lo que no existen otros lugares de iotransformación.

Existe un retraso en obtener el equilibrio entre las concentraciones plasmáticas y cerebrales llamado histéresis. Después de un bolo el pico cerebral aparece entre el segundo y tercer minuto. En infusión continua la farmacocinética es lineal y la meseta de concentración medida es proporcional al débito. Por los fenómenos de histéresis el equilibrio entre las concentraciones plasmática y cerebral en la infusión por TCI tarda de 10 a 15 min. (Aguilera, 2016, p. 10).

La semi-vida contextual del Propofol es el retraso en obtener una disminución de la concentración del 50% después de parar la infusión. Si la duración es corta la semi-vida contextual es de 5 - 10 min. Al aumentar el tiempo de infusión la semi-vida contextual aumenta.

Los factores que influyen en la farmacocinética son:

- Sexo. Despertar más rápido en el hombre por tener el aclaramiento aumentado y menor volumen de distribución.
- Edad. Por disminución de (la proteinemia, volumen del compartimento central, aclaramiento) y menor gasto cardíaco.
- Obesidad. El volumen de distribución y la semivida de eliminación permanecen sin cambios. Las dosis de inducción son similares a los pacientes normales pero las dosis de mantenimiento deben ser aumentadas.

- Insuficiencia renal y hepática. En el cirrótico e insuficiente renal hay pocas diferencias en las dosis. En el alcohólico las dosis de inducción hay que aumentarlas (2.7 mg/kg).
- Interacciones con otros agentes anestésicos. El alfentanilo no altera la cinética del propofol pero disminuye el aclaramiento del morfio. Con el midazolam no parece existir interacción.

Las propiedades farmacodinámicas del Propofol producen una rápida anestesia sin analgesia, con una amnesia marcada pero menor que las benzodiazepinas para la misma sedación. Existe riesgo de memorización durante la sedación.

En el Sistema Nervioso Central disminuye las resistencias vasculares, el flujo sanguíneo cerebral y el consumo de oxígeno hasta un 36 %, conservándose el acoplamiento Flujo Sanguíneo Cerebral-Consumo Metabólico Cerebral de Oxígeno y disminuyendo la Presión Intracraneal. Mantiene la autorregulación del flujo sanguíneo cerebral y la reactividad al Dióxido de Carbono.

El efecto protector cerebral es controvertido. Los efectos sobre el Electroencefalograma dependen de las dosis. Modifica poco los potenciales evocados somestésicos en infusión continua. La imputabilidad sobre la inducción de convulsiones es actualmente dudosa.

Ha sido utilizado en el tratamiento del estatus epiléptico. Son frecuentes los movimientos como mioclonías, hipertonia (hasta opistótonos). Son raros al despertar y parecen tener un origen subcortical.

Sobre el sistema cardiovascular produce una pronunciada disminución de la función cardiovascular. La reducción de la presión sanguínea es mayor en pacientes hipovolémicos, ancianos, y en pacientes con disfunción ventricular izquierda.

A dosis de 2-2.5 mg/kg se produce una disminución de la presión arterial del 25 al 40 %. El gasto cardíaco cae un 15 %, el volumen sistólico de eyección un 20 %, las resistencias vasculares sistémicas 15-25 % y el índice de trabajo del ventrículo izquierdo un 30 %.

El efecto sobre el sistema cardiovascular se aumenta con la adición de mórficos, benzodiazepinas, betabloqueantes, edad (> 65 años) y pacientes según la clasificación de la Sociedad Americana de Anestesiólogos III y IV. El Propofol tiene un efecto simpaticolítico que produce una vasodilatación pulmonar y sistémica más venosa que arterial. Produce disminución del flujo coronario y consumo de Oxígeno. Es muy debatido el efecto inotrópico negativo del Propofol.

Sobre el sistema respiratorio produce un efecto depresor pronunciado. A dosis de 2.5 mg/kg produce una disminución del volumen corriente del 60 % y un aumento de la frecuencia respiratoria del 40 %.

Produce apnea dependiendo de la dosis administrada y de la adición de mórficos. Produce también pérdida de la respuesta al CO₂ tardando hasta 20 min en recuperarla después del despertar.

La vasoconstricción hipóxica se mantiene con la utilización del Propofol. Puede producir una disminución del diámetro anteroposterior de la faringe y ser responsable de una apnea por obstrucción. Es el agente de elección en el paciente asmático.

El Propofol produce una disminución de la presión intraocular del 30 al 40 % durante la inducción. Puede ser utilizado en pacientes sensibles a la hipertermia maligna o en miopatías. Aparece rash cutáneo en el 0.2 % de los pacientes. Ha sido descrito un aumento del riesgo de alergia con la utilización de relajantes no despolarizantes. No inhibe la función corticosuprarrenal. No afecta ni a la coagulación ni a la función hematológica. Puede utilizarse en portadores de porfiria hepática asintomática.

El fentanilo es un agonista narcótico sintético opioide utilizado en analgesia y anestesia, con una potencia aproximada 77 veces mayor que la morfina. Por vía intravenosa, tiene un comienzo de acción menor a 30 segundos y un efecto máximo de 5 a 15 minutos, con una duración de la acción de 30 a 60 minutos. Se elimina fundamentalmente por metabolismo hepático.

Tiene un mecanismo de acción como todos los analgésicos opioides sintéticos, que produce analgesia principalmente a través de la activación de tres receptores

estero específicos presinápticos y postsinápticos (μ), (κ), (δ) que se encuentran en el sistema nervioso y en otros tejidos.

La respuesta farmacodinámica de un opioide depende del receptor al que se une, su afinidad por el receptor y de si el opioide es un agonista o antagonista. En el caso del fentanilo, este presenta una alta afinidad de unión con el receptor (μ)-opioide y una afinidad más baja, pero presente, por el (κ)-opioide.

El fentanilo se une principalmente a (μ)-opioide acoplado a proteínas G-receptoras, e imitando las endorfinas, inhibe la actividad de la adenilciclasa. De ese modo, se produce una hiperpolarización de la neurona resultante suprimiéndose las descargas espontáneas y las respuestas evocadas. Los opioides también pueden interferir en el transporte de los iones de calcio y actuar en la membrana presináptica interfiriendo con la liberación de neurotransmisores.

El fentanilo ofrece algunos de los efectos típicos de otros opioides a través de su agonismo de los receptores opioides. Su potencia es muy alta y gracias a ello puede penetrar más fácilmente al sistema nervioso central. La corta duración no es debida al rápido metabolismo ni a su excreción, sino al hecho de que el fentanilo se redirige desde el cerebro hasta las otras partes del cuerpo.

Los primeros efectos manifestados por el fentanilo son en el SNC y órganos que contienen músculo liso. El fentanilo produce analgesia, euforia, sedación, disminución la capacidad de concentración, náuseas y vómitos, sensación de calor en el cuerpo, urticaria y retención de orina. El fentanilo produce depresión ventilatoria principalmente por un efecto directo depresor sobre el centro de ventilación en el Sistema Nervioso Central. Puede causar rigidez del músculo esquelético, especialmente en los músculos torácicos y abdominales, en grandes dosis por vía parental y administrada rápidamente.

A pesar de haberse realizado una investigación, como trabajo de terminación de la especialidad defendido en el 2018, donde se profundizó en el tema de investigación, aún se evidencian contradicciones teóricas y algunas de las problemáticas identificadas en la práctica que dan sustento a este estudio. Para

resolver esta contradicción se propone una estrategia didáctica como resultado científico.

CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO

En el capítulo se presentan los principales fundamentos teóricos del proceso de enseñanza-aprendizaje del contenido Anestesia Total Intravenosa desde las concepciones de la Didáctica General, pero destacando las limitaciones en su enseñanza dadas por el insuficiente desarrollo de una teoría didáctica que sustente este proceso en el posgrado en la educación Médica Superior.

CAPÍTULO II- ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA PERFECCIONAR EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DEL CONTENIDO ANESTESIA TOTAL INTRAVENOSA EN LA ESPECIALIDAD ANESTESIOLOGÍA Y REANIMACIÓN

En este Capítulo se describen los resultados de los instrumentos aplicados que permitieron la fundamentación de la estrategia didáctica, la solución al problema de la investigación, así como la evaluación de este resultado mediante el criterio de especialistas.

2.1- Diagnóstico de la preparación de los residentes de la especialidad de Anestesiología y Reanimación en el contenido Anestesia Total Intravenosa

La preparación del residente de la especialidad de Anestesiología y Reanimación se desarrolla en un proceso de enseñanza-aprendizaje que tiene características particulares, pues vincula el desarrollo de habilidades prácticas con la adquisición de fundamentos teóricos en escenarios no simulados.

Para conocer el estado de la enseñanza de la especialidad de Anestesiología y Reanimación, se aplicaron instrumentos que permitieron identificar las fortalezas y carencias de los sujetos de la muestra.

Fueron utilizados una Guía de observación (Anexo 1), análisis de documentos (Anexo 2) y entrevista a residentes de la especialidad de Anestesiología y Reanimación (Anexo 3).

La observación se realizó al proceso de planificación docente con el objetivo de constatar cómo se organiza la enseñanza del contenido Anestesia Total Intravenosa desde el proceso de planificación docente en la reunión del colectivo docente de la Especialidad. Se elaboró una guía de observación al proceso de preparación con los ítems:

- Forma de docencia en que se organiza el proceso.
- Tratamiento que recibe el contenido en el Área II, módulo 5.
- Orientaciones que se proponen para que los residentes gestionen el contenido en diferentes fuentes bibliográficas.

La aplicación de la guía permitió constatar que las formas fundamentales de docencia utilizadas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los residentes, son las conferencias, los seminarios y la educación en el trabajo. Resulta importante destacar, aun cuando no son suficientemente utilizados, que las entregas de guardia y la revisión bibliográfica son otras formas de valor en este proceso.

El contenido Anestesia Total Intravenosa, no aparece en el sistema de conocimientos del módulo 5. En este sentido se desarrollan habilidades para realizar la técnica de administración de anestesia general endovenosa con el empleo de agentes anestésicos generales de uso más frecuentes. Elemento que refuerza la necesidad de incorporar el contenido mediante una estrategia didáctica.

Se constató que el colectivo de profesores de la Especialidad orienta la revisión bibliográfica relacionada con la técnica de administración de anestesia general endovenosa y no con la Anestesia Total Intravenosa, siendo esta última la práctica más avanzada a nivel internacional.

El análisis de documentos (Anexo 2) se realizó al programa de formación de residentes de la especialidad de Anestesiología y Reanimación, con el objetivo de constatar la concepción de este proceso desde la Universidad Médica y sus escenarios de preparación para los residentes.

El programa organiza la preparación de los residentes mediante Áreas y módulos. En ninguna de las Áreas o módulos, se constató el tratamiento al contenido Anestesia Total Intravenosa, aun cuando en la práctica los especialistas de forma empírica y por la importancia y novedad del contenido lo desarrollan en sus procesos de enseñanza-aprendizaje.

La entrevista (Anexo 3) a los residentes (individual y no estructurada) se organizó en 10 preguntas con el objetivo de constatar los conocimientos de los mismos en el contenido Anestesia Total Intravenosa.

La primera pregunta exigía la definición de TIVA. Fue respondida correctamente por dos residentes, lo que representa el 25 %.

La segunda pregunta pedía explicar el concepto de farmacocinética. Solo un residente fue capaz de explicarlo, representando el 12.5%.

La tercera pregunta pedía explicar en qué consiste la farmacodinámica y fue respondida correctamente por dos residentes, representando el 25%.

En la cuarta pregunta se hizo referencia al conocimiento del símbolo de la constante en el sitio efector. Ningún residente conoce este símbolo para un 0%.

La quinta pregunta pedía mencionar el compartimento que representa al sitio efector. Ningún residente hizo mención a dicho compartimento, representando el 0%.

La sexta pregunta pedía mencionar el modelo farmacocinético que estudia el comportamiento de la mayoría de las drogas anestésicas cuando se utilizan en infusión continua y los símbolos que los representa. Ningún residente mostró conocimiento representando el 0%.

En la séptima pregunta se exigía el significado de K12, K21, K13, K31 y K10. Ningún residente fue capaz de responder adecuadamente representando el 0%.

La octava pregunta pedía la fórmula para calcular la dosis de carga para una anestesia total intravenosa. Ningún residente fue capaz de explicarlo para un 0%.

La novena pregunta pedía plantear la fórmula para el cálculo de la dosis de infusión durante la anestesia total intravenosa. Ningún residente tenía conocimiento al respecto, representando el 0%.

La décima pregunta pedía explicar qué se entendía por vida media sensible al contexto. Ningún residente respondió de forma correcta para un 0%.

El análisis de los resultados de la aplicación de los instrumentos permitió determinar las fortalezas y limitaciones que tienen los residentes de la Especialidad Anestesiología y Reanimación:

Fortalezas

- Los residentes desarrollan conocimientos y habilidades para aplicarlos a la atención del paciente; habilidades en la realización de tareas esenciales de la práctica diaria; curiosidad y amor por aprender; búsqueda del

entendimiento del «cómo» y el «porqué»; abordaje de los errores: de la mayoría de sus propios errores y de los errores de los demás, y uso de estos para mejorar su práctica; uso eficaz y eficiente del tiempo; disfrutar haciendo un buen trabajo para los pacientes y sus colegas; alto grado de iniciativa personal; cuando se le pide que haga algo, se puede confiar en verlo hecho; ser afable porque tiende a gustar a la mayoría porque trata a las personas amable y respetuosamente, y tiene un interés genuino en el bienestar de los demás; ser honesto, generoso, comprensivo y confiable; aprendizaje basado en la vinculación de la teoría con la práctica.

- Los residentes proporcionan elementos que permiten la retroalimentación de los cursos y el programa para permitir al profesor adaptar o modificar el programa para que cubra las necesidades de los mismos.

Limitaciones

- Los residentes no dominan las propiedades farmacocinéticas y farmacodinámicas de los hipnóticos y analgésicos opioides, que les permita el cálculo de las dosis de carga e infusión para un adecuado uso de los anestésicos aplicados a los sistemas diseñados para controlar las infusiones continuas, demostrando carencias en los conocimientos y habilidades como parte del proceso de enseñanza-aprendizaje en el contenido Anestesia Total Intravenosa.

Los análisis anteriores permiten orientar la solución del problema científico mediante una estrategia didáctica, por lo que al operacionalizar la variable se obtiene:

Variable independiente: Estrategia didáctica: resultado científico que se orienta hacia la contribución del perfeccionamiento del proceso de enseñanza-aprendizaje, principalmente dentro de la clase u otras de sus formas organizativas, como son los escenarios en la práctica médica. (Martínez González: 2009).

Variable dependiente: El nivel que se alcanza en el perfeccionamiento del proceso de enseñanza-aprendizaje del contenido Anestesia Total Intravenosa en la especialidad Anestesiología y Reanimación.

Se entiende este nivel como el resultado de la aplicación de una estrategia didáctica, durante las diferentes etapas del proceso de enseñanza-aprendizaje para la adquisición de conocimientos y habilidades en el contenido Anestesia Total Intravenosa que se expresan en modos de actuación profesional en la prácticas; la educación en el trabajo; la actividad diaria y el turno quirúrgico.

Dimensión 1- Conocimientos de los residentes en el contenido Anestesia Total Intravenosa.

Indicadores:

- Dominio de las propiedades farmacocinéticas y farmacodinámicas de los anestésicos que se emplean.
- Dominio de los sistemas diseñados para controlar las infusiones continuas.

Dimensión 2- Habilidades que desarrollan los residentes en el contenido Anestesia Total Intravenosa.

Indicadores

- Calcular dosis de carga y de infusión de los hipnóticos usando la jeringuilla perfusora.
- Calcular dosis de carga y de infusión de los analgésicos opioides usando la jeringuilla perfusora.

2.2- Fundamentación y presentación de la estrategia didáctica para perfeccionar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la especialidad Anestesiología y Reanimación en el contenido Anestesia Total Intravenosa

La estrategia didáctica está definida como un plan flexible y global que alude al empleo consciente, reflexivo y regulativo de acciones que se conciben para alcanzar los objetivos del proceso docente-educativo.

“Las estrategias didácticas incluyen aquellas actividades que realiza el profesor, solo o en conjunción con el alumno, que tienen como finalidad tener un impacto en el aprendizaje de este último”. (Rodríguez del Castillo y Rodríguez Palacio, 2011, p. 39).

La estrategia didáctica se fundamenta en ciencias como: la Filosofía, la Sociología, la Psicología y la Pedagogía y dentro de esta la Didáctica específicamente aportando sus categorías, leyes y principios que sostienen la expresión estructural y funcional de la estrategia.

Fundamentos filosóficos: la filosofía dialéctico-materialista constituye el sustento filosófico de la Educación cubana. Esta es estudiada y analizada en los diferentes niveles de enseñanza como la más alta evolución del pensamiento nacional, se reconoce que la filosofía de la educación constituye la guía de orientación y el instrumento rector para la actividad práctica educativa.

El proceso de enseñanza-aprendizaje de la especialidad Anestesiología y Reanimación que se asume en la estrategia didáctica está sustentado en la idea filosófica de que el hombre es un ser social, históricamente condicionado, producto de la cultura que él mismo crea.

El hombre es considerado así una realidad viva, un ser individual comunitario e histórico, su naturaleza humana se considera desde el punto de vista general e históricamente condicionada en cada época. Al considerar esta tesis filosófica se concibe el perfeccionamiento del proceso de enseñanza-aprendizaje de la especialidad Anestesiología y Reanimación como una necesidad que la sociedad y el hombre tienen para concebir su desarrollo y propio perfeccionamiento.

Fundamentos sociológicos: el desarrollo del individuo bajo la influencia de la educación y el medio es uno de los fundamentos sociológicos fundamentales de la propuesta, dados como una unidad dialéctica que tiene lugar entre lo objetivo y lo subjetivo, es decir entre la materialización y asimilación de los contenidos sociales. Así, los individuos se convierten en personalidades que establecen, por medio de sus actividades y de la comunicación, relaciones históricas entre sí y con los objetos y sujetos de la cultura, por tanto se hace necesario apreciar la unidad dialéctica que tiene lugar entre la socialización y la individualización. Estos

fundamentos se hacen perceptibles a partir de la organización y dirección del proceso en el que se preparan los futuros anestesiólogos.

Fundamentos psicológicos: en la estrategia que se propone se considera al residente protagonista de su preparación, partícipe consciente de la construcción y reconstrucción de la cultura, interactuando con los demás, formando motivaciones, elaborando planes para transformarse a partir de la valoración que hace de sí mismo, descubriendo su significado personal en correspondencia con las condiciones históricas concretas en las que realiza su labor. Lo anterior constituye una manifestación de los principios que establecen la unidad entre lo cognitivo y lo afectivo y la actividad y comunicación en la formación y desarrollo de la personalidad.

Fundamentos pedagógicos: la Universidad Médica como institución social está indisolublemente relacionada con la sociedad que le da origen y a la que sirve, pues según Álvarez de Zayas estas relaciones condicionan el proceso de formación y determinan las regularidades y tendencias en el proceso y su formación, a través de formas concretas de naturaleza laboral y de las relaciones económicas y sociales que ella genera.

La estrategia didáctica responde a un conjunto de exigencias que contribuye a la materialización de la unidad entre la instrucción y educación, y entre los diferentes componentes del proceso, así como el carácter activo, acorde con las características de los residentes y su contexto educativo. Lo anterior evidencia el cumplimiento de leyes y principios que norman y regulan dicho proceso.

Para elaborar la estrategia se consultaron diversas fuentes y se asumieron los criterios expresados por un colectivo de autores del Centro de Estudios e Investigación Pedagógica de la Universidad de Ciencias Pedagógicas "Félix Varela" (2007), los que consideran que una estrategia en los marcos de un trabajo científico debe tener los siguientes componentes:

- I. **Introducción.** Fundamentación. Se establece el contexto y ubicación de la problemática a resolver, ideas y puntos de partida que fundamentan la estrategia.
- II. **Diagnóstico.** Indica el estado real del objeto y evidencia el problema en torno al cual gira y se desarrolla la estrategia.

III. **Planteamiento del objetivo general.**

IV. **Planeación estratégica.** Se definen **metas u objetivos** a corto y mediano plazo que permiten la transformación del objeto desde su estado real hasta el estado deseado. **Planificación por etapas de las acciones**, recursos, medios y métodos que corresponden a estos objetivos.

La **planeación estratégica** se concibe como una forma de dirección participativa que involucra a todos en la planificación, ejecución y control de las transformaciones necesarias en el proceso de preparación de los residentes de Anestesiología y Reanimación.

V. **Instrumentación.** Explica cómo se aplicará, bajo qué condiciones, durante qué tiempo, responsables, participantes.

VI. **Evaluación.** Definición de los logros, obstáculos que se han ido venciendo, valoración de la aproximación lograda al estado deseado.

ETAPA: PLANTEAMIENTO DEL OBJETIVO GENERAL

Se considera necesario declarar que, sobre la base de esta concepción, se ha realizado el diseño de la estrategia, pero con la particularidad de concebir la etapa III, Planteamiento del objetivo general, como rectora del resto de las etapas y acciones. Se tuvieron en cuenta los principios para su determinación y formulación, la función del objetivo y el tipo de acción seleccionada para cada etapa.

OBJETIVO GENERAL: Contribuir al perfeccionamiento del proceso de enseñanza-aprendizaje del contenido Anestesia Total Intravenosa en la especialidad Anestesiología y Reanimación.

ETAPA: INTRODUCCIÓN

A partir del concepto de **resultado científico** de Armas Ramírez (2011, p. 3) quien considera que son los aportes que constituyen productos de la actividad investigativa en la cual se han utilizado procedimientos y métodos científicos que permiten dar solución a problemas de la práctica o de la teoría y que se materializan en sistemas de conocimientos sobre la esencia

del objeto o sobre su comportamiento en la práctica en: modelos, sistemas, metodologías, estrategias y producciones materiales entre otros; se determinó la **estrategia** como el resultado científico para dar solución al problema de la investigación.

La estrategia establece la dirección inteligente, y desde una perspectiva amplia y global, de las acciones encaminadas a resolver los problemas detectados en un determinado segmento de la actividad humana. Se entienden como problemas las contradicciones o discrepancias entre el estado actual y el deseado, entre lo que es y debería ser, de acuerdo con determinadas expectativas que dimanen de un proyecto social y educativo dado. Su diseño implica la articulación dialéctica entre los objetivos (metas perseguidas) y la metodología (vías instrumentadas para alcanzarlas). (Rodríguez del Castillo y Rodríguez Palacio, 2011, p. 23).

Se asume el concepto de **estrategia didáctica** “aquella que incluye actividades que realiza el profesor en conjunción con el estudiante, que tienen como finalidad tener un impacto en el aprendizaje de este último”. (Rodríguez del Castillo y Rodríguez Palacio 2011, p. 39)

La estrategia didáctica presenta las siguientes características:

Factibilidad. Entendida como “...la posibilidad real de su utilización y de los recursos que requiere”. (Armas, Lorences y Perdomo, 2003 citado en Fernández Caballero 2013, p. 54). La estrategia se concibió de manera consciente, intencionada, dirigida a la solución de los problemas en la enseñanza del contenido Anestesia Total Intravenosa. Para su diseño se partió de un estudio sobre las características y condiciones de esta preparación y de la práctica del residente, lo que permitió establecer las necesidades de preparación en un contenido específico y aplicar las acciones encaminadas a resolverlas.

Aplicabilidad. Está expresada con la claridad suficiente como para que sea introducida en la práctica en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la especialidad Anestesiología y Reanimación en un contenido específico. Esto permite que pueda ser aplicada a otros contextos con realidades similares.

Contextualización. La estrategia didáctica se diseñó en correspondencia con las prioridades del proceso de enseñanza-aprendizaje de la especialidad Anestesiología y Reanimación establecidas en el programa analítico. Tiene en cuenta las realidades concretas de cada residente y los espacios en los que se desarrolla la preparación, los quirófanos y aulas especializadas.

Flexibilidad. A pesar de su aplicabilidad y contextualización, la misma puede adaptarse a cada situación concreta, ya que sus componentes contienen orientaciones factibles de modificación, perfeccionamiento, enriquecimiento y reorganización en nuevas condiciones. Las condiciones concretas en que ocurre el proceso de enseñanza-aprendizaje de la especialidad Anestesiología y Reanimación pueden implicar cambios, sin que por ello se afecte su resultado final.

Las **exigencias** de la estrategia didáctica propuesta son:

- ✓ **Proactiva:** los residentes aplican en la práctica lo aprendido previendo los resultados finales según el estudio clínico de cada paciente.
- ✓ **Transformadora:** redimensiona la preparación de los residentes a partir de integrar un contenido poco desarrollado en el programa analítico con mejores y más avanzadas prácticas en esta área de la Medicina.

Descripción de las etapas de la estrategia

La estrategia fue estructurada en cuatro etapas.

Etapa 1: Diagnóstico de los residentes

Objetivo: Comprobar la situación de la preparación de los residentes, jerarquizando el análisis del cumplimiento de las dimensiones y los indicadores determinados para este tipo de contenido.

Acciones fundamentales: Elaboración de los instrumentos para la realización del diagnóstico.

Realización del diagnóstico.

Análisis de los resultados e identificación de las necesidades de los residentes. Este diagnóstico de los residentes se dirige a conocer su estado real, en cuanto a sus posibilidades cognoscitivas y el desarrollo de habilidades para enfrentar las diferentes situaciones en el uso de la Anestesia Total Intravenosa.

Etapa 2: Planificación de la estrategia

Objetivo: Propiciar las condiciones necesarias para la puesta en práctica de la estrategia, a partir de los resultados del diagnóstico.

Acciones fundamentales: Selección de las actividades a ejecutar por los residentes. Esta etapa debe ser realizada por el colectivo de profesores que trabaja con los residentes (pertenece a la Cátedra de Cirugía); en el intercambio que se produce se enriquece, sin lugar a dudas, el momento de preparación de las asignaturas. Desarrollar los contenidos sobre la base de trabajar con problemas profesionales. Los problemas deben aumentar su grado de complejidad, en la medida en que los residentes transitan por los diferentes años de la especialidad. De igual forma, no se debe perder de vista que cada problema que se solucione o sea planteado, de manera directa o indirecta, tiene que estar en correspondencia con la problemática de la unidad de análisis.

Etapa 3: Implementación de la estrategia en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la especialidad Anestesiología y Reanimación.

Objetivo: Ejecutar las diferentes acciones diseñadas en la planificación de la estrategia.

Esta etapa se ejecuta por los profesores y los residentes para garantizar el dominio del contenido Anestesia Total Intravenosa.

Acciones fundamentales:

- Conferencias.
- Actividades para la educación en el trabajo.

Valoración del trabajo que se realiza en la búsqueda de la solución de los problemas profesionales.

-Conferencias: Con ella se pretende que se inicie el desarrollo del programa, en que se le den a conocer a los residentes los objetivos del programa, el sistema de conocimientos del contenido Anestesia Total Intravenosa y familiarizarlo con las principales contradicciones propias del contenido del programa, en estrecho vínculo con los que son enseñados en el programa analítico.

Esta conferencia requiere que los estudiantes aporten críticamente sus consideraciones acerca del programa, que intercambien acerca de lo que les corresponde a ellos y de lo que le corresponde a cada profesor, las actividades profesores que les gustaría desarrollar para la ejecución del programa y, sobre todo, acerca de las expectativas que crea en ellos este primer acercamiento al programa. Es importante que, desde esta primera conferencia, el profesor enfrente a los residentes ante situaciones problemáticas que sean transformadas en problemas profesionales, con énfasis en el contenido Anestesia Total Intravenosa.

-Actividades profesores son consideradas válidas para cualquier forma organizativa (conferencias, seminarios, revisión bibliográfica y entregas de guardia fundamentalmente). Se debe comenzar con el planteamiento del problema profesional que se va a solucionar; en este caso el uso de la Anestesia Total Intravenosa.

-Valoración del trabajo que se realiza en la búsqueda de la solución de los problemas profesionales (entregas de guardia fundamentalmente): Está dirigida a alcanzar la máxima calidad en la ejecución de las tareas y los argumentos necesarios, para justificar el camino escogido para encontrar la solución. Es realizada básicamente por los residentes y, en ella, se comprueba el cumplimiento de los objetivos, por lo que no puede circunscribirse al momento final de la actividad. Su sentido está en que los residentes comprueben si fueron o no válidos los procedimientos utilizados y puedan realizar las correcciones pertinentes en la búsqueda de la solución adecuada. Es el momento para la reflexión individual y colectiva, para adoptar posiciones y defender críticamente el trabajo realizado. En ella se dan las condiciones para el enfrentamiento a nuevos

problemas que surjan en la búsqueda de la solución y para el planteamiento de otros que, de otra manera, no hubieran surgido.

Etapa 4: Evaluación de la estrategia

Objetivo: Constatar la aplicación de la estrategia y realizar las correcciones que correspondan para su mejoramiento.

Acciones fundamentales:

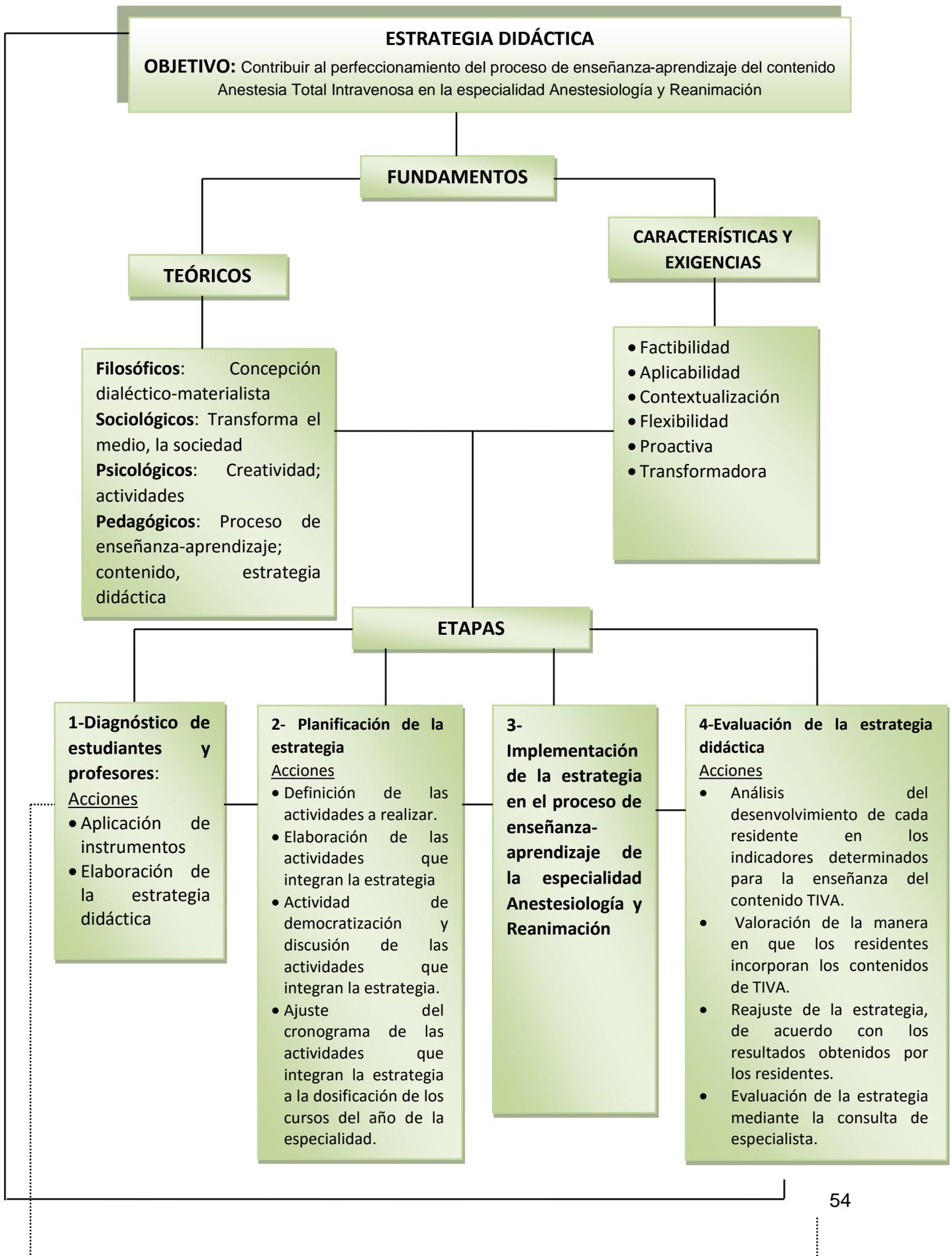
Análisis del desenvolvimiento de cada residente en los indicadores determinados para el contenido Anestesia Total Intravenosa.

Valoración de la manera en que los residentes incorporan lo aprendido a su práctica profesional.

Reajuste de la estrategia, de acuerdo con los resultados obtenidos por los residentes.

La evaluación que se prevé tiene carácter procesal, por lo que debe estar presente desde el diagnóstico, en la valoración de la marcha del proceso de preparación de los residentes y como mecanismo de retroalimentación para corregir e introducir modificaciones en correspondencia con los resultados que se obtengan.

La concepción de la evaluación tiene que ser integradora, no puede reducirse solo a si los residentes dominan o no un conocimiento, sino al dominio del contenido que implica saber, saber hacer y saber ser. De igual forma, debe considerar las aportaciones personales, los puntos de vista y las posiciones acerca del contenido Anestesia Total Intravenosa. Debe propiciar el desarrollo de los residentes, su actividad cognoscitiva productiva y creadora; el desarrollo alcanzado en la reflexión.



2.3- Evaluación de la estrategia didáctica propuesta mediante el criterio de especialistas

Con el propósito de dar respuesta a la cuarta pregunta científica y resolver la tarea correspondiente, la estrategia didáctica elaborada como solución al problema científico declarado fue sometida a la consulta de especialistas.

En un primer momento de esta última etapa se procedió a la selección de los especialistas con el objetivo de recopilar sus criterios valorativos acerca de la estrategia propuesta.

En dicha selección se tuvo en cuenta que los especialistas tuvieran experiencias investigativas en la formación de especialistas en Anestesiología y Reanimación, así como en el contenido que se propone, se consideraron además otros vinculados con la docencia de posgrado.

Se seleccionaron 10 profesionales con una larga trayectoria en el trabajo con el referido tema y experiencias en la investigación educativa. A cada uno de los especialistas se le entregó una copia de la estrategia didáctica y una guía para que realizaran la evaluación de la misma (anexo 4).

Para la evaluación de la estrategia se determinaron indicadores fundamentales: nivel de aplicación, nivel de generabilidad, nivel de actualidad, nivel de creatividad, nivel de pertinencia, necesidad de su introducción y nivel científico.

De acuerdo a los resultados obtenidos, 9 de los 10 especialistas consultados opinan que la estrategia didáctica es aplicable en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la especialidad por la pertinencia y relevancia del tema.

De los 10 especialistas consultados, 9 opinan que las actividades propuestas como parte de la estrategia son generalizables a otros módulos a partir del análisis de sus sistemas de conocimientos.

Todos los especialistas opinan que las actividades propuestas responden a las exigencias actuales de la Didáctica de la Educación Superior para los Centros de Educación Médica, se relacionan con una de las problemáticas reales sobre el contenido TIVA y favorecen, por su carácter participativo el establecimiento de

nuevos estándares en el proceso de enseñanza-aprendizaje de un contenido en particular.

De los 10 especialistas consultados, los 10 opinan que la propuesta posee un adecuado nivel de creatividad, concretamente por la forma y la metodología con que están diseñadas las actividades, lo novedoso, original y valioso para la solución del problema detectado; además la adaptabilidad y posibilidades de aplicación a otros módulos.

La propuesta es pertinente, según criterios expresados por los especialistas implicados, por cuanto tiene un importante valor social, posibilita la solución de un problema real que enfrenta la muestra seleccionada y constituye un material complementario que permite el perfeccionamiento del proceso de enseñanza-aprendizaje de la especialidad Anestesiología y Reanimación.

Los 10 especialistas consultados opinan que la introducción de la propuesta es necesaria teniendo en cuenta las limitaciones existentes en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la especialidad Anestesiología y Reanimación. Todos destacan su necesaria introducción a los efectos de la perfección de este proceso.

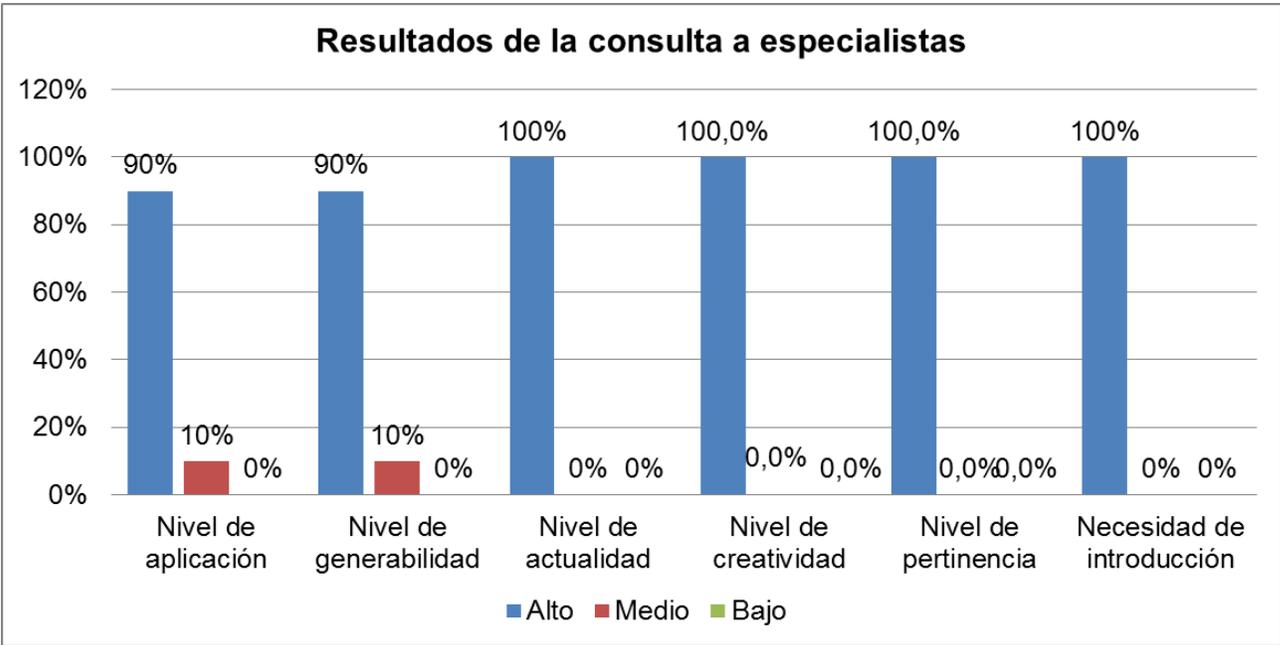
Los especialistas opinan que las actividades elaboradas poseen nivel científico, pues parten del diagnóstico del estado real del problema, en su elaboración se tuvieron en cuenta las exigencias de la pedagogía y la educación de posgrado y la utilización correcta de los métodos de investigación.

La estrategia didáctica tiene rigor científico en su fundamentación y se apoya en el enfoque histórico-cultural, y en las ideas más actuales de notables especialistas cubanos, la propuesta induce al sujeto a dominar un contenido específico y necesario en el desempeño de su profesión.

Como puede apreciarse existen criterios diversos pero se evidencia consenso en que la propuesta tiene posibilidades reales de aplicación en el contexto del proceso de enseñanza-aprendizaje de la especialidad Anestesiología y Reanimación y prevé las perspectivas para la solución del problema planteado.

Especialistas		10		
Resultados de la consulta a especialistas	Nivel de aplicación	Alto	Cant	9
			%	90.0
		Medio	Cant	1
			%	10.0
		Bajo	Cant	0
			%	0
	Nivel de generabilidad	Alto	Cant	9
			%	90.0
		Medio	Cant	1
			%	10.0
		Bajo	Cant	0
			%	0
	Nivel de actualidad	Alto	Cant	10
			%	100.0
		Medio	Cant	0
			%	0
		Bajo	Cant	0
			%	0
	Nivel de creatividad	Alto	Cant	10
			%	100.0
		Medio	Cant	0
			%	0
		Bajo	Cant	0
			%	0
Nivel de pertinencia	Alto	Cant	10	
		%	100.0	
	Medio	Cant	0	
		%	0	
	Bajo	Cant	0	
		%	0	
Necesidad de introducción	Alto	Cant	10	
		%	100.0	
	Medio	Cant	0	
		%	0	
	Bajo	Cant	0	
		%	0	
Nivel científico	Alto	Cant	10	
		%	100.0	
	Medio	Cant	0	
		%	0	
	Bajo	Cant	0	
		%	0	

Elaboración personal: Tabla de los especialistas



CONCLUSIONES

La determinación de los fundamentos teóricos que sustentan el proceso de enseñanza-aprendizaje de la especialidad Anestesiología y Reanimación permitió constatar que el contenido Anestesia Total Intravenosa no ha sido suficientemente estudiado desde la didáctica de la Educación Superior en los Centros de Educación Médica. Los principales referentes teóricos de este contenido se encuentran en revistas médicas de alta visibilidad fundamentalmente de países desarrollados.

El análisis de los resultados del diagnóstico inicial permitió aseverar la necesidad de perfeccionar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la especialidad Anestesiología y Reanimación en el contenido Anestesia Total Intravenosa. Se apreció falta de conocimientos teóricos relacionados con el contenido así como un insuficiente desarrollo de habilidades prácticas para la aplicación de los principios farmacocinéticos y farmacodinámicos en el contenido Anestesia Total Intravenosa.

Sobre la base de las irregularidades detectadas en el diagnóstico y como solución al problema científico declarado se elaboró una estrategia didáctica contentiva de actividades al perfeccionamiento del proceso de enseñanza-aprendizaje de la especialidad Anestesiología y Reanimación en el contenido Anestesia Total Intravenosa. La estrategia se caracteriza por ser flexible, dinámica, prospectiva y contextualizada.

La estrategia didáctica fue evaluada mediante la consulta a especialistas, todos coinciden en que la propuesta es generalizable, aplicable a otros contextos, responde a necesidades actuales de los estudiantes y del Sistema Nacional de Salud en general.

RECOMENDACIONES

Desarrollar actividades metodológicas a partir de las consideraciones que se dan en esta tesis de maestría para perfeccionar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la especialidad Anestesiología y Reanimación en el contenido Anestesia Total Intravenosa.

Elaborar ponencias para participar en eventos relacionados con la temática de investigación.

BIBLIOGRAFÍA

- Abad Torrent, A. (2015). *Introducción a la Anestesia Total Intravenosa*. Barcelona, España: Hospital de Viladecans.
- Addine Fernández, F. (1998). *Estrategias y alternativas para la estructura óptima del proceso de enseñanza-aprendizaje*. (Folleto de Didáctica de la Maestría en Educación). Potosí, Bolivia: [s. n.].
- Addine Fernández, F. (1999a). *Didáctica y optimización del proceso de enseñanza-aprendizaje*. La Habana, Cuba: Instituto Pedagógico Latinoamericano y Caribeño (IPLAC).
- Addine Fernández, F. (1999b). *Formación permanente del docente, curriculum y profesionalización: curso 3*. La Habana, Cuba: Instituto Pedagógico Latinoamericano y Caribeño.
- Addine Fernández, F. (2004). *Didáctica teoría y práctica*. La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.
- Addine Fernández, F. (2013). *La Didáctica general y su enseñanza en la Educación Superior Pedagógica: Aportes e impacto*. La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.
- Addine Fernández, F. y García Batista, G. (1999). *Un modelo para la integración estudio trabajo en la escuela cubana actual*. (Folleto digitalizado). La Habana, Cuba: Ministerio de Educación.
- Addine Fernández, F. y García Batista, G. (2012). La didáctica general y su enseñanza en la Educación Superior Pedagógica: Aportes e impacto. *Revista Congreso Universidad*. 1(3), 1-11.
- Aguilera, L. (2016). *Conceptos básicos de Farmacocinética Farmacodinámica en TIVA*. España: Universidad del País Vasco.
- Akudovich, S. A., Álvarez Cruz, C. y López Hurtado, J. (2006). *Zona de desarrollo próximo y su proceso de diagnóstico*. La Habana, Cuba: Academia.
- Al-Rifai, Z. (2016). Principles of total intravenous anaesthesia: practical aspects of using total intravenous anaesthesia. *BJA Education*, 16(8), 276-280. Recuperado de https://ac.els-cdn.com/S2058534917301002/1-s2.0-S2058534917301002-main.pdf?_tid=0266be09-824d-4a45-b117-3138b4cba9ad&acdnat=1524601233_c0c95f25650aba56649f99c9a6b0813

- Al-Rifai, Z. (2017). *Society for intravenous anaesthesia. TIVA Educación Tools*. Recuperado de <http://www.siva.ac.uk>.
- Álvarez de Zayas, C. M. (1996). *Hacia una escuela de excelencia*. La Habana, Cuba: Academia.
- Álvarez de Zayas, C. M. (1999). *La Escuela en la vida: Didáctica*. La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.
- Álvarez de Zayas, R. M. (2007). *Hacia un currículum integral y contextualizado*. La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.
- Arango, C. (1995). *La Metodología de Investigación acción participativa*. (Tesis inédita de doctorado). Universidad de Valencia, España.
- Ausubel, D. (1978). *Psicología educativa: Un punto de vista cognitivo*. México: Trillas.
- Barbón Pérez, O., Borges Oquendo, L., y Añorga Morales, J. (2014). La Educación Avanzada ante las exigencias de los procesos de profesionalización pedagógica en la Educación Médica. *Educación Médica Superior*, 29(2). Recuperado de <http://www.ems.sld.cu/index.php/ems/article/view/441/247>
- Bermúdez Morris, R. y Pérez Martín, L. M. (2004). *Aprendizaje formativo y crecimiento personal*. La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.
- Betancourt Morejón, J. (2007). Condiciones necesarias para propiciar atmósferas creativas. Recuperado de <http://www.psicologiacientifica.com/bv/psicologia-278-6-condiciones-nesesarias-para-propiciar-amosferas-creativas.html>
- Betancourt Torres, J. (2012). *Fundamentos de Psicología: Primera Parte*. La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.
- Calderón, M. M. y Reigosa, R. (2012). *La formación: su análisis en las investigaciones pedagógicas*: Universidad de Ciencias Pedagógicas "Silverio Blanco Núñez", Sancti Spíritus, Cuba.
- Cañete Rojas, Y., y Reyes Romagosa, D. (2016). La formación doctoral en la Universidad de Ciencias Médicas en la provincia de Granma. *MULTIMED Granma*, 20(4), 843-54. Recuperado de <http://www.revmultimed.sld.cu/index.php/mtm/article/view/282/357>
- Cartalla Cotta, P. (1996). *Raíces de la escuela primaria pública cubana, 1902-1925*. La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.

- Castellanos Simons, D., Castellanos Simons, B., Llivina Lavigne, M. J., Silverio Gómez, M. Reinoso Capiro, C. y García Sánchez, C. (2005). *Enseñar y aprender en la escuela: una concepción desarrolladora. (1. reimpr.)*. La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.
- Chávez Rodríguez, J. A., Suárez, A. y Permuy, L. D. (2005). *Acercamiento necesario a la Pedagogía General*. La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.
- Chirino Ramos, M. V. (2002). *Perfeccionamiento de la formación inicial investigativa de los profesionales de la educación*. (Tesis inédita de doctorado). Instituto Superior Pedagógico "Enrique José Varona". La Habana, Cuba.
- Comenius, J. A. (1983). *Didáctica magna*. La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.
- Corrazza, G. (2013). *El Proceso creativo: fluidez, flexibilidad y originalidad*. Recuperado de <http://proyctohelade.blogspot.com/2013/10/el-proceso-creativo-fluidez.html>
- Dershwitz, M. y Matthias Wals, J. (2014). General Anesthesia. En: *Anesthesiology Examination and Board Review*. (pp. 133-137). New York: McGraw-Hill.
- Díaz Bordenave, J. E. y Martins Pereira, A. (1982). *Estrategias de enseñanza aprendizaje, orientaciones didácticas para la docencia universitaria*. San José Costa Rica: ICA.
- Díaz, A. y Mitjás, A. (2013). Creatividad y subjetividad: su expresión en el contexto escolar. *Diversitas: Perspectivas en Psicología*, 9(2), 427-434 Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=67932397014>
- Fernández Caballero, Z. (2013). *La preparación de los directores municipales de educación en el contenido económico*. (Tesis inédita de doctorado). Universidad de Ciencias Pedagógicas Silverio Blanco Núñez, Sancti Spíritus, Cuba.
- Fernández Sacasas, J. (2013). El principio rector de la Educación Médica cubana. *Educación Médica Superior*, 27(2). Recuperado de <http://www.ems.sld.cu/index.php/ems/article/view/170/94>
- Fuentes, H. (2000). *Didáctica de la educación superior*. Bogotá, Colombia: Escuela Superior Profesional.
- Fuxá Lavastida, M. M. (2004). *Un modelo didáctico curricular para la autopreparación docente de estudiantes de la Licenciatura en Educación*

- Primaria*. (Tesis inédita de doctorado). Instituto Superior Pedagógico “Enrique José Varona”. La Habana, Cuba.
- Gala Valiente, M. A. (1999). *Modos de actuación: una reflexión para el debate*. La Habana: Instituto Técnico Militar José Martí.
- García Batista y Addine Fernández (2003). Curriculum y profesionalidad del docente. En F. Addine, A. Blanco, M. V. Chirino, G. García, I. B. Parra, y S. Recarey, *La profesionalización del maestro desde sus funciones fundamentales. Algunos aportes para su comprensión*. (pp. 8-20). La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.
- González Alfonso, O. (1999). Anestesia Total Intravenosa. Nuestra experiencia. *Rev. Méd. (Sup 1)*, 1-4. Recuperado de <http://medicentro.villaclara.sld.cu/paginas%20de%20acceso/sumario/ano%2019999/Sup1a99.php>
- González Soca, A. M. y Reinoso, C. (2002). *Nociones de Sociología, Psicología y Pedagogía*. La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.
- Güemez Junco, F. y Chang, Á. (2016). Concepción pedagógica de contenido humanista en la formación permanente del profesor de Medicina General Integral. *Revista Habanera De Ciencias Médicas*, 15(2). Recuperado de <http://www.revhabanera.sld.cu/index.php/rhab/article/view/994/996>
- Hidalgo Guzmán, J. (1997). Teoría del aprendizaje. *Desafío escolar* 1(0), 14-18.
- Klingberg, L. (1978). *Introducción a la didáctica general*. La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.
- Labarrere Reyes, G. y Valdivia Pairol, G. E. (2016). *Pedagogía*. (1. Reimpr.). La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.
- León Acebo, M., Acebo Rivera, M., Pérez Concepción, L., Cervantes Palomino, A., y Gonzáles Cruz, M. (2015). Actividades para la educación en el trabajo de estudiantes de la carrera de Medicina. *Revista Electrónica Dr. Zoilo E. Marinello Vidaurreta*, 40(12). Recuperado de <http://revzoilomarinello.sld.cu/index.php/zmv/article/view/532>
- León Castillo, M. de (2012). Acercamiento histórico al proceso de enseñanza aprendizaje en las Ciencias Médicas. *Educación Médica Superior*, 26(2). Recuperado de <http://www.ems.sld.cu/index.php/ems/article/view/34/30>

- Lerner, I. Ya y Skatkin, M. N. (1985). Medios de enseñanza. En M. A. Danilov y M. N. Skatkin. *Didáctica de la escuela media* (154-194). La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.
- Linares Cordero, M., Rodríguez García, M. y Reinoso Cápiro, C. (1997). *Desarrollo y psiquis*. Departamento Ciencias Generales de la Educación, Facultad Ciencias de la Educación, Instituto Pedagógico Latinoamericano y Caribeño, La Habana, Cuba. (Material digital).
- Martí Pérez, J. J. (1961). *Ideario pedagógico*. La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.
- Martí Pérez, J. J. (1975). *Obras Completas: Tomo 8*. La Habana, Cuba: Editorial de Ciencias Sociales.
- Martínez Llantada, M. (1990). *Curso Taller de Tesis o trabajo final: Material Básico*. Recuperado de <http://educaciones.cubaeduca.cu/media/educaciones.cubaeduca.cu/medias/pdf/892.pdf>
- Martínez Llantada, M. (1998). *Calidad educacional. Actividad pedagógica y la creatividad*. La Habana, Cuba: Academia.
- Miller, R. D. (eds.). (2016). *Miller Anestesia*. España: Elsevier.
- Ministerio de Educación. (1979). *VIII Seminario nacional a dirigentes, metodólogos e inspectores de las direcciones provinciales y municipales de educación: Tercera parte: febrero*. (Documentos normativos y metodológicos). La Habana, Cuba: [s. n.].
- Ministerio de Educación. (1984). *Pedagogía: Instituto Central de Ciencias Pedagógicas*. La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.
- Ministerio de Salud Pública. (2004). *Reglamento del régimen de residencia en ciencias de la salud: Resolución 108*. (Material digital).
- Ministerio de Salud Pública. (2012). *Programa analítico de la especialidad de Anestesiología y Reanimación: Resolución 539*. La Habana, Cuba: Autor.
- Minujin, A. (1989). *Cómo estudiar las experiencias pedagógicas de avanzadas*. La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.
- Morgan G. E., y Mikhail M. S. (2013). Total Intravenous Anesthesia (TIVA). En: *Clinical anesthesiology* (pp. 454-455). New York: McGraw-Hill.

- Navarrete Zuazo, V. M. (2019). *Ketamina, aplicaciones e implicaciones: caso clínico*. Recuperado de victornz1@gmail.com
- Navarrete Zuazo, V., Rodríguez Casas, E. & Rosa Díaz, J. (2011). Primera experiencia cubana del empleo de los modelos perfusor y dominio para TIVA-TCI en pediatría. *Revista Cubana de Anestesiología y Reanimación*, 10(1), 34-42. Recuperado en 24 de abril de 2018, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-67182011000100005&lng=es&tlng=es.
- Neuner, G. (1981). *Sobre la teoría de la instrucción general socialista*. La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.
- Nieto Monteagudo, C. G. (2009). Metabolismo cerebral durante la anestesia total intravenosa con Ketamina para tumores supratentoriales. *Rev. Cuba Anestesiol reanim* 8(2). Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S172667181009000200007&lng=es.
- Núñez Jover, J. (2007). *La ciencia y la tecnología como procesos sociales. Lo que la educación científica no debería olvidar*. La Habana, Cuba: Félix Varela.
- Olivares Louhau, E. M., Franco Mora, M. C., Rizo González, R., González Sánchez, O., & Suárez Robert, I. (2016). Particularidades del proceso enseñanza-aprendizaje de los estudiantes de 4to año de medicina durante su estancia en el Servicio de Caumatología. *MEDISAN*, 20(4), 447-454. Recuperado en 24 de abril de 2018, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30192016000400004&lng=es&tlng=es.
- Parra, J. (2007). *Estrategia pedagógica dirigida a la formación inicial del modo de actuación profesional pedagógica en la universalización*. (Tesis inédita de doctorado). Instituto Superior Pedagógico "Enrique José Varona", La Habana, Cuba.
- Partido Comunista de Cuba (2016). *Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución para el período 2016- 2021*. Recuperado de <http://www.granma.cu/file/pdf/gaceta/Lineamientos%202016-2021%20Versi%C3%B3n%20Final.pdf>

- Pérez Martín, L. M., Bermúdez Morris, R., Acosta Cruz, R. M. y Barrera Cabrera, L. M. (2004). *La Personalidad: su diagnóstico y su desarrollo*. La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.
- Pérez Sarduy, Y. (2006). El desarrollo de los modos de actuación en la formación inicial de profesores: ¿Proceso o resultado? *Revista Iberoamericana de Educación*. Recuperado de <http://www.rieoei.org/deloslectores/1346Perez.pdf>
- Petrovski, A. V. (1979). *Psicología General*. Moscú: Progreso.
- Pozo, J. I. (1999). *El aprendizaje estratégico*. Madrid: Santillana.
- Pupo Pupo, R. (1990). *La actividad con categoría filosófica*. La Habana, Cuba: Editorial de Ciencias Sociales.
- Reflexiones teórico prácticas desde las ciencias de la educación*. (2004). La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.
- Remedios González, J. M. (1999). *Estrategia didáctica dirigida al perfeccionamiento del aprendizaje de la Geografía en la Secundaria Básica*. (Tesis inédita de doctorado). Instituto Superior Pedagógico Silverio Blanco Núñez, Sancti Spíritus, Cuba.
- Remedios González, J. M. (2002). *Diplomado Semipresencial Inteligencia, Creatividad y Talento en la Educación: Guía de estudio de la asignatura Pedagogía para el desarrollo*. Lima, Perú: Magisterial.
- Remedios González, J. M. (2005). *Desempeño, creatividad y evaluación de los docentes en el contexto de los cambios educativos de la escuela cubana*. (Ponencia presentada al Congreso internacional Pedagogía). La Habana, Cuba: Educación Cubana.
- Remedios González, J. M., Hernández Mayea, T., Concepción Rodríguez, M. L. y Medina, N. (2001). *Vías que contribuyen a transformar los modos de actuación y a desarrollar potencialidades creadoras de los docentes en la Secundaria Básica*. (Informe del Proyecto Asociado al Programa Ramal II). Instituto Superior Pedagógico "Capitán Silverio Blanco Núñez, Sancti Spíritus, Cuba.
- Remedios, J. M., Hernández, T., Concepción, M. L., Rojas, M., Ríos, M., Echemendía, D. M.... Trujillo, N. A. (2006). *Desempeño profesional y*

evaluación de los docentes del Instituto Superior Pedagógico. Propósitos y perspectivas. La Habana, Cuba: Academia.

- Remedios González, J. M., Alfonso Nazco, M., Valdés Rojas, M. B., Trujillo Barreto, N. A., Hernández Mayea, T., Palau Rodríguez, C. M... Clarice, V. (2016). *Sistematización acerca de la Pedagogía como ciencia de la educación y de su valor para la actuación del docente universitario.* (Informe final del Proyecto: Acercamiento teórico-metodológico a problemas epistemológicos de la Pedagogía Cubana, Soporte digital). Universidad de Sancti Spíritus José Martí Pérez, Cuba.
- Rico Montero, P., Santos Palma, E. M. y Martín-Viaña Cuervo (2004). *Proceso de enseñanza-aprendizaje desarrollador de la escuela primaria.* La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.
- Rodríguez del Castillo, M. A. y Rodríguez Palacio, A. (2011). La estrategia como resultado científico de la investigación educativa. En N. de Armas Ramírez y A. Valle Lima (pp. 22-51). *Resultados científicos en la investigación educativa.* La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.
- Rojas Hernández, M. (1996). *El modo de actuación creativo del docente en el desempeño profesional en carreras pedagógicas.* (Resultado de proyecto). Instituto Superior Pedagógico Silverio Blanco, Sancti Spíritus, Cuba.
- Rojas Hernández, M. (2016). *Modelo de actuación de los docentes de las carreras pedagógicas para la labor educativa.* (Tesis inédita de doctorado). Departamento de Formación Pedagógica General, Facultad de Ciencias Pedagógicas, Universidad De Sancti Spíritus "José Martí Pérez", Cuba.
- Rubinstein, S.L. (1977). *Principios de Psicología General.* La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.
- Savin, N. (1979). *Pedagogía.* La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.
- Shaw, W. (1990). Debate on the concept of strategy. *Sociology.* 24(b), 472.
- Sierra Salcedo, R. (2002). *Moderación y estrategia: algunas consideraciones desde una perspectiva pedagógica.* La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.
- Sierra Salcedo, R. (2008). *Estrategia pedagógica: diseño e implementación.* La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.
- Silvestre Oramas, M. y Zilberstein, J. (2002). *Hacia una didáctica desarrolladora.* La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.

- Soca Guevara, E. B. (2015). El trabajo independiente en el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Revista Cubana de Informática Médica*, 7, 122-131.
- Sternberg, R. J. (1988). A three-facet model of creativity. En su R. Sternberg (ed.) *The nature of creativity. Contemporary psychological perspectives* (pp.125-147). Cambridge, MA: Cambridge University
- Torrance, E. (1988). *Educación y capacidad creativa*. Madrid, España: Marova.
- Torres, S. de la (2000). *Estrategias didácticas innovadoras*. Barcelona, España: Octaedro.
- Trujillo, N. (2007). *La evaluación de la calidad del desempeño investigativo de los docentes de las Universidades Pedagógicas*. (Tesis inédita de doctorado). Universidad de Ciencias Pedagógicas "Félix Varela". Villa Clara, Cuba.
- Vela Valdés, J. (2008). *La nueva universidad: necesidad histórica y responsabilidad social*. La Habana, Cuba: Félix Varela.
- Vernon, P. E. (Editor). (1989). *Creativity*. United States of American: Penguin Books.
- Vygotsky, L. S. (1982). *Pensamiento y lenguaje*. La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.
- Vygotsky, L. S. (1988). Interacción entre enseñanza y desarrollo. En *Selección de lecturas de Psicología Pedagógica y de las Edades: Tomo III*. La Habana, Cuba: Editora Universidad.
- Zambrano Castellanos, Y. (2014). Evaluación curricular de la rotación médico-quirúrgica de anestesia en la Facultad de Medicina de la Universidad de los Andes. (Tesis de maestría). Universidad de Los Andes. Colombia. Recuperado de <http://repositorio.uniandes.edu.co/xmlui/handle/1992/6569>

ANEXO 1

GUÍA PARA LA OBSERVACIÓN

Objetivo: Constatar cómo se organiza la enseñanza del contenido Anestesia Total Intravenosa desde el proceso de planificación docente en la reunión del colectivo docente de la Especialidad.

Aspectos a observar:

- Formas de docencia en que se organiza el proceso.
- Tratamiento que recibe el contenido en el Área II, módulo 5.
- Orientaciones que se proponen para que los residentes gestionen el contenido en diferentes fuentes bibliográficas.

ANEXO 2

ANÁLISIS DE DOCUMENTOS: Programa Analítico de la Especialidad de Anestesiología y Reanimación, elaborado por el Área para docencia y las investigaciones de la Universidad de Ciencias Médicas de La Habana. Adaptado por el Ministerio de Salud Pública mediante el Anexo a la Resolución 539 de 21 de junio de 2012.

Objetivo: Analizar la concepción del Programa Analítico de la Especialidad de Anestesiología y Reanimación.

Aspectos a considerar:

- 1.- Determinar los fundamentos teóricos-prácticos que sustentan el proceso de enseñanza-aprendizaje de los residentes de Anestesiología y Reanimación en el contenido Anestesia Total Intravenosa.
- 2.- Analizar las distintas Áreas y Módulos en que se organiza el proceso de enseñanza-aprendizaje de los residentes durante los cuatro años de especialización.
- 3.- Identificar las limitaciones que presenta el contenido Anestesia Total Intravenosa en el módulo 5.

ANEXO 3

ENTREVISTA INDIVIDUAL Y NO ESTRUCTURADA A RESIDENTES DE LA ESPECIALIDAD.

Objetivo: Constatar los conocimientos de los residentes en el contenido Anestesia Total Intravenosa.

Aspectos a considerar:

- 1.- ¿Cómo se define la TIVA?
- 2.- ¿Qué entiende usted por farmacocinética?
- 3.- ¿En qué consiste la farmacodinámica?
- 4.- ¿Diga cuál es el símbolo de la constante en el sitio efector?
- 5.- Mencione el compartimento que representa al sitio efector.
- 6.- Mencione el modelo farmacocinético que estudia el comportamiento de la mayoría de las drogas anestésicas cuando se utilizan en infusión continua y los símbolos que los representa.
- 7.- ¿Diga el significado de los términos K12, K21, K13, K31 y K10?
- 8.- Plantee la fórmula para calcular la dosis de carga durante la Anestesia Total Intravenosa.
- 9.- ¿Cómo calcularía la dosis de infusión durante la Anestesia Total Intravenosa?
- 10.- ¿Qué se entiende usted por vida media sensible al contexto?

ANEXO 4

CONSULTA A ESPECIALISTAS

PRESENTACIÓN:

Como parte de la tesis de maestría presentada en opción al título de Máster en Ciencias Pedagógica se ha elaborado una estrategia didáctica contentiva de acciones dirigidas a la enseñanza del contenido Anestesia Total Intravenosa. Por tal razón e inmersos en esta tarea, solicitamos a Usted que nos de su valoración en calidad de especialista sobre la estrategia y las acciones propuestas.

Nº	Aspectos	Criterio de medida		
		Índice		
		Alto (A)	Medio (M)	Bajo (B)
1	Generalizable: Por sus condiciones de aplicabilidad y de factibilidad permite en condiciones normales la extensión del resultado a otros contextos semejantes.			
2	Aplicabilidad: la posibilidad que ofrecen estas acciones de ser aplicadas en el proceso de enseñanza-aprendizaje en la formación de residentes.			
3	Actualidad: si las acciones elaboradas responden a las exigencias actuales del proceso de enseñanza-aprendizaje de la formación de especialistas, si se relacionan con una de las problemáticas de la especialidad, si constituye un tema de debate actual.			

4	Creatividad: la forma en que se expresan las acciones diseñadas, la inventiva, imaginación constructiva, lo novedoso, original y valioso para la solución del problema detectado; además la adaptabilidad y posibilidades de aplicación a otros contextos.			
5	Pertinencia: Por su importancia, por su valor social y las necesidades a que da respuesta.			

En correspondencia con la valoración y considerando la propuesta, Usted esta:

Totalmente de acuerdo De acuerdo En desacuerdo

Calificación	Respuesta	Explicación de la respuesta
3	Totalmente de acuerdo	Pueden aplicarse porque los indicadores de los instrumentos responden con exactitud al objetivo de la investigación.
2	De acuerdo	Existe correspondencia entre indicadores y el objetivo del instrumento.
1	En desacuerdo	No deben aplicarse

Finalmente consideramos imprescindible que conforme una breve valoración general de la propuesta de solución.

ANEXO 5

Modalidad: Conferencia especializada.

Objetivo: Orientar el acercamiento de profesores y residentes al Programa Analítico actual de la especialidad Anestesiología y Reanimación.

Título: *Valoración y Análisis crítico del Programa actual de Anestesiología y Reanimación.*

Introducción:

El Programa Analítico es un programa realizado por un grupo de expertos compuestos por anestesiólogos, clínicos, endocrinos, neurólogos, neurocirujanos, cirujanos generales, es decir, participan la gran mayoría de las especialidades médicas, conjuntamente con pedagogos y psicopedagogos.

Acorde al año en que fue realizado (2012) tiene un adecuado diseño que facilita el trabajo de profesores y residentes de la especialidad en el proceso docente educativo y de enseñanza-aprendizaje; pero se evidencian carencias propias de la dialéctica del conocimiento pues tiene siete años de confeccionado, por lo que necesita una actualización.

Desarrollo:

Los residentes de Anestesiología y Reanimación se forman en un proceso de enseñanza-aprendizaje de posgrado, que transita por varias etapas y tiene una duración de cuatro años.

Este proceso se desarrolla en universidades e instituciones médicas en Cuba, en las que adquieren conocimientos teóricos y prácticos fundamentales para el desempeño de sus profesiones; el elemento práctico tiene una importancia capital, pues se forman trabajando; aplican, por tal motivo, lo que aprenden, en su trabajo diario.

En el caso específico de la especialidad de Anestesiología y Reanimación existe el Programa analítico de esta especialidad, elaborado por el Área para docencia y

las investigaciones de la Universidad de Ciencias Médicas de La Habana. Y adaptado por el Ministerio de Salud Pública mediante el Anexo a la Resolución 539 de 21 de junio de 2012.

En el programa analítico se define la Anestesiología y Reanimación como una especialidad médica que ofrece una atención integral a los problemas de salud de: pacientes sometidos a intervenciones quirúrgicas o exploraciones dolorosas, pacientes con patología crítica médica o quirúrgica, y pacientes con dolor.

El perfil profesional de un especialista en Anestesiología y Reanimación incluye competencias básicas comunes a otras especialidades médicas (valores profesionales, actitudes y comportamientos éticos, habilidades de comunicación, manejo de la información, gestión sanitaria, análisis crítico e investigación) y competencias específicas, tales como:

- a) Evaluar clínicamente, valorar el riesgo anestésico y optimizar, si es posible, la situación clínica de los pacientes que van a ser sometidos a intervenciones quirúrgicas, o a pruebas diagnósticas y terapéuticas que requieran su participación.
- b) Aplicar las técnicas y los métodos para hacer al paciente insensible al dolor y protegerle de la agresión antes, durante y después de cualquier intervención quirúrgica, de exploraciones dolorosas diagnósticas y terapéuticas, y en el parto.
- c) Mantener las funciones vitales y la homeostasis en cualquiera de las condiciones citadas, así como en el mantenimiento del donante de órganos para trasplantes.
- d) Tratar pacientes cuyas funciones vitales estén comprometidas a causa de un traumatismo o de una patología médica o quirúrgica, manteniendo las medidas terapéuticas hasta que se supere la situación de riesgo vital.
- e) Tratar el dolor agudo y crónico, de cualquier etiología, gracias a los conocimientos de la farmacología y de las técnicas específicas propias de su actividad asistencial.

f) Reanimar, estabilizar y proceder a la evacuación desde el lugar del accidente, o al traslado, de los pacientes que lo requieran por su situación crítica.

Los anestesiólogos poseen gran capacidad para el trabajo en equipo y para la adaptación a los cambios frecuentes en el entorno y en las condiciones de los pacientes, aportando su visión integradora y su polivalencia en todas las áreas clínicas, especialmente en los pacientes críticos, en las urgencias y en los que sufren dolor agudo o crónico. Estas características le confieren un papel fundamental en el entorno hospitalario, aunque sus conocimientos y habilidades técnicas suponen también un valor añadido en el medio extrahospitalario.

Para lograr lo anterior está diseñado para cursarlo en cuatro años. Un primer año donde se incluye el área de Anestesiología Básica:

Durante este curso académico el estudiante adquirirá los conocimientos y destrezas que le permitirán atender al paciente quirúrgico en la consulta preanestésica, en el quirófano, en la sala de recuperación y en otras áreas que necesitan de su servicio, como miembro de un equipo del que forman parte indistintamente anestesiólogos, enfermeros y cirujanos.

Los estudios correspondientes a este año se dividen en cuatro áreas, 16 módulos y un curso.

ÁREA I: Generalidades en Anestesiología y Reanimación.

ÁREA II: Anestesia general en pacientes sin enfermedades asociadas.

ÁREA III: Anestesia regional en pacientes sin enfermedades asociadas.

ÁREA IV: Atención integral al paciente con compromiso vital.

Curso de Electrocardiografía.

Módulo de Metodología de la investigación.

Módulo de Filosofía y Sociedad.

FUNCIÓN ASISTENCIAL

El Área I tendrá una duración de 12 semanas y se propone como objetivos: obtener una panorámica del paciente quirúrgico y adquirir los conocimientos y habilidades que les permitirán realizar los primeros pasos en el campo de la anestesiología. Su estudio comprende cuatro módulos:

Módulo 1. Preanestesia.

Módulo 2. Instrumental y equipos.

Módulo 3. Ventilación mecánica durante el intraoperatorio.

Módulo 4. Drogas de uso en anestesiología.

Cada módulo está planificado con un total de horas acorde a su complejidad, distribuidos en actividades lectivas, trabajo independiente con el aporte de un número determinado de créditos.

En el desarrollo del Área II el educando incursionará en la fundamentación teórica del método y de las técnicas de anestesia general y desarrollará las destrezas que le permitirán ponerla en práctica. Además será capaz de crear y controlar las condiciones anestésicas adecuadas por medio del mantenimiento de la hemodinamia frente a la agresión anestésico-quirúrgica. Tendrá una duración de 9 semanas y su estudio comprende los siguientes módulos:

Módulo 5. Anestesia general endovenosa.

Módulo 6. Anestesia general inhalatoria, orotraqueal y nasotraqueal.

Módulo 7. Vía respiratoria anatómicamente difícil.

El Módulo 5 tiene una duración de 144 horas, 36 horas en actividades lectivas, 108 horas de trabajo independiente y otorgándose 3 créditos una vez vencidos y planteándose como objetivos: Realizar la técnica de administración de anestesia general endovenosa, con el empleo de agentes anestésicos generales de uso más frecuentes. Prevenir, diagnosticar y tratar las complicaciones. Valorar la recuperación espontánea y su traslado a la sala.

Además la adquisición de las siguientes habilidades:

- Realizar anestesia general por vía endovenosa.
- Preparar las concentraciones apropiadas de las soluciones de anestésicos generales siguientes: tiopental, ketamina, propofol, etomidato, benzodiazepinas y butirofenonas.
- Dosificar y administrar los agentes neurolépticos, morfínicos, atarácicos, hipnóticos barbitúricos y no barbitúricos, benzodiazepínicos y butirofenonas.
- Prevenir, diagnosticar y tratar las complicaciones de los agentes anestésicos endovenosos: de la inyección endovenosa, inyección intraarterial, sobredosis, laringoespasma, depresión respiratoria y hemodinámica, rigidez torácica.
- Valorar el grado de recuperación de la anestesia general endovenosa y actuar consecuentemente: conciencia, reflejos, ventilación y hemodinámica.
- Valorar, dosificar y administrar antídotos de las benzodiazepinas y los narcóticos.
- Valorar el tratamiento de la sala de recuperación.
- Valorar la recuperación final y su traslado a la sala de recuperación.

También incluye los siguientes contenidos:

- Fundamentos del método de anestesia general y de la técnica endovenosa.
- Soluciones y concentraciones de los anestésicos generales endovenosas.
- Técnica de su preparación. Técnica de la administración de los agentes anestésicos generales endovenosos.
- Administración de las drogas neurolépticas, morfínicas, atarácicas, hipnóticos barbitúricos y no barbitúricos, benzodiazepinas y butirofenonas.
- Farmacodinamia y farmacocinética de estas drogas.
- Complicaciones de la técnica de la anestesia general endovenosa.
- Signos de la recuperación de la anestesia general endovenosa.

□□Farmacodinamia y farmacocinética de los antidotos de las benzodiazepinas y los morfínicos.

□□Evaluación clínica de la recuperación de un paciente bajo los efectos de la anestesia general endovenosa.

En este módulo se deben incluir los conocimientos y habilidades necesarios en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los residentes en Anestesiología y Reanimación con énfasis en el contenido Anestesia Total Intravenosa.

La bibliografía de este programa no se encuentra actualizada, pues ya han sido confeccionadas nuevas ediciones de las diferentes referencias bibliográficas citadas en el mismo. No se enfatiza en las distintas herramientas tecnológicas con las que cuenta el proceso de preparación de la sociedad cubana actual, específicamente en el campo de la Medicina y la Anestesiología y Reanimación en particular.

En el Área III, el residente adquirirá los conocimientos correspondientes a la fundamentación teórica de las técnicas de anestesia regional y desarrollará las habilidades que le permitirán administrarlas. Además, será capaz de crear y controlar las condiciones anestésicas adecuadas, por medio del mantenimiento de la hemostasia frente a la agresión anestésico- quirúrgica. Tendrá una duración de 8 semanas y su estudio comprende los siguientes módulos:

Módulo 8. Anestesia espinal subaracnoidea.

Módulo 9. Anestesia peridural.

Módulo 10. Bloqueos nerviosos para procedimientos quirúrgicos.

Al Área IV le compete lo relacionado con la atención del paciente en el perioperatorio inmediato. En él, el residente adquirirá la fundamentación teórica y las destrezas que le permitirán practicar las técnicas de reanimación cardiorespiratorio, aplicar la terapéutica por inhalación y diagnosticar y tratar otras complicaciones correspondientes a este período. Tendrá una duración de 8 semanas y su estudio comprende los siguientes módulos:

Módulo 11. Paro cardiorespiratorio. Reanimación cardio-pulmonar-cerebral.

Módulo 12. Shock.

Módulo 13. Terapia por inhalación.

Módulo 14. Equilibrio hidromineral y ácido básico.

Este curso incluye además la Función Investigativa con el módulo Metodología de la Investigación que es requisito indispensable que durante el primer año el residente seleccione el tema y elabore el protocolo de su Trabajo de Terminación de la Especialidad, (en lo adelante TTE), el cual debe ser aprobado por el Consejo Científico de la Institución en que se forma. Los profesores y tutores velarán por la pertinencia de los temas del TTE de modo que estos respondan a los proyectos de las líneas de investigación, según las prioridades de la especialidad en el territorio y en el país y la Función de Dirección.

El resto de los años están igualmente distribuidos en áreas y módulos que se van complejizando para la completa formación de un especialista con la calidad requerida. Durante su formación el residente estará bajo la supervisión del especialista que todo paciente tiene asignado.

El grado de supervisión e independencia del residente será diferente en función del grado de residencia, tipo de paciente y procedimiento, y las características profesionales de cada uno de los residentes. Al concluir el cuarto año se realiza el examen estatal que incluye los contenidos de los cuatro años y el ejercicio de investigación con el trabajo de terminación de la especialidad.

En una parte del Programa Analítico se destaca que la preparación del residente se hará mediante una estrategia docente por cursos, entendiéndose que la estrategia docente es aquella que tiene en su concepción Actividades Profesores Asistenciales entre las que se encuentran:

- Las entregas de guardias diarias,
- los pases de visita a la sala de recuperación,
- la guardia médica no mayor de 6 días ni menor de 4,

- la realización de consultas de anestesia,
- la práctica en los quirófanos, tiene además,
- Actividades Académicas en las diferentes formas de organización de la docencia como son conferencias, seminarios, revisiones bibliográficas y un curso de electrocardiografía que resulta obligatorio para los residentes.

Los recursos didácticos que apoyan el proceso de enseñanza-aprendizaje de los residentes de Anestesiología y Reanimación incluyen la bibliografía básica, la bibliografía complementaria y el uso de las Tecnologías y las Comunicaciones.

Por último la estrategia docente tiene un componente de Evaluación que permite el pase de año a cada uno de los residentes.

CONCLUSIONES:

El análisis realizado del proceso de enseñanza-aprendizaje de la especialidad Anestesiología y Reanimación permite constatar las limitaciones en torno a la enseñanza del contenido Anestesia Total Intravenosa así como la necesidad de su tratamiento desde el Programa analítico de la especialidad.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Ministerio de Salud Pública. (2012). *Programa Analítico de la Especialidad de Anestesia y Reanimación* (Anexo a la Resolución 539 de 21 de junio de 2012. La Habana. s. e.
2. Monedero, P., Martínez, A., Panedero, A. y otros (2018). *Guía Formativa Anestesiología y Reanimación*. Navarra, España. Departamento de Anestesiología, Reanimación y Cuidados Intensivos. Clínica Universidad de Navarra. *Universidad de Navarra*.
3. Pardo M. y Randall M. S. (2016). *Formación en anestesiología*. En: Ronald D. Miller (eds.), *Miller Anestesia* (pp. 1-3). España: Elsevier.

ANEXO 6

Modalidad: Conferencia especializada.

Objetivo: Perfeccionar los conocimientos de los residentes de la especialidad de Anestesiología y Reanimación en el contenido Anestesia Total Intravenosa.

Título: *Introducción a la Anestesia Total Intravenosa*

Introducción:

La técnica de Anestesia Total Intravenosa (TIVA) puede definirse como una técnica de anestesia general en la que se administran los fármacos exclusivamente por vía endovenosa en ausencia de agentes inhalatorios incluyendo el protóxido. La TIVA se ha convertido en una técnica aceptada popularmente desde hace relativamente poco. Esto se debe a la aparición de modernos fármacos como el Propofol que asociado a opiáceos sintéticos de acción corta, se consigue una combinación perfecta para su administración mediante infusión continua. Por otro lado, los avances en modelos farmacocinéticos y tecnología en sistemas de infusión junto a un mejor control de la profundidad anestésica, le confieren una técnica sencilla y a la vez segura.

Desarrollo:

Indicaciones de la TIVA:

1. Técnica alternativa o coadyuvante a la inhalatoria.
2. Sedación en anestesia local o locorregional
3. Técnica de anestesia general para procedimientos quirúrgicos de alta o baja complejidad.
4. Anestesia fuera de las áreas quirúrgicas.
5. Reducción de la contaminación ambiental.

La importancia de la Farmacocinética en TIVA:

Los modelos farmacocinéticos/farmacodinámicos (PK/PD) son útiles para la selección racional de los fármacos y la optimización de sus regímenes de dosificación. Se parte de una amplia muestra poblacional en la que también se tiene en cuenta determinadas covariantes individuales. A partir de estos modelos examinamos, por ejemplo, los errores más comunes en las pautas de dosificación y los modificamos en función de los resultados.

Modelos farmacocinéticos:

a) Modelo tricompartmental: El modelo más utilizado es el tricompartmental. Se basa en la distribución inicial del fármaco a un compartimento central compuesto por órganos ricamente vascularizados (corazón, hígado, cerebro, riñón...) y posteriormente a un segundo y tercer compartimento periférico donde los tejidos ya no están tan perfundidos (piel, hueso, músculo, grasa...).

Las constantes k_{12} , k_{21} , k_{13} , k_{31} , k_{10} traducen la velocidad de distribución del fármaco desde el compartimento central a los periféricos y la constante de eliminación a partir del compartimento central.

El sistema tricompartmental es preferible a otros para estudiar el comportamiento del fármaco en el interior del organismo durante un período de tiempo prolongado y describir de este modo, los cambios que se suceden en las concentraciones plasmáticas del agente anestésico.

La complejidad y precisión de los modelos se ha ido incrementando al mismo tiempo que se han incorporado nuevos parámetros biométricos como edad, sexo, altura e índice de masa corporal. Sin embargo, presentan algunas limitaciones como la variedad interindividual de los pacientes. Por otro lado, se considera un modelo estático y como tal, no incorpora otros factores como unión a proteínas, pérdidas hemáticas, hemodilución... que corresponderían a aspectos dinámicos e individuales de cada paciente.

b) Modelos fisiológicos: Describen la captación del fármaco en los diferentes tejidos y la influencia de la circulación y recirculación sobre la distribución del

fármaco. Los modelos fisiológicos abren la posibilidad de ajustarse al estado patológico del paciente.

c) Modelos híbridos: Son modelos compartimentales ajustados a parámetros fisiológicos como el gasto cardíaco o la frecuencia cardíaca.

El efecto del fármaco puede ser controlado, en primer lugar, por la vía de administración y en segundo lugar, por la elección del fármaco (en el caso de que haya varios fármacos disponibles para un mismo objetivo terapéutico). Por otro lado, si un anestésico posee propiedades PK/PD favorables pero se administra únicamente mediante un bolus endovenoso o una infusión manual constante, el control del efecto del fármaco será “subóptimo” por tratarse de métodos rígidos y con dificultosos diseños de reinyección. En consecuencia, la mejor vía de administración es la endovenosa mediante un sistema de infusión constante que incorpore toda la información PK/PD disponible.

Deberemos tener en cuenta algunos conceptos farmacocinéticos que nos ayudaran a optimizar la técnica de TIVA. Entre ellos destaca el “Tiempo de vida media sensible al contexto”: Descrita por Hughes, define el tiempo que tarda la concentración plasmática, una vez finalizada la infusión, en reducirse al 50%. Parece deseable tener un tiempo de vida media sensible al contexto corto, ya que representaría de algún modo, el tiempo de recuperación, aunque la interacción entre distintos fármacos juega también un papel importante. Otro concepto sería el “Tiempo de equilibrio en el compartimento efecto”: Hay una relación matemática y temporal entre la concentración plasmática y la respuesta clínica observada. El tiempo de equilibrio puede ser calculado mediante una constante llamada Ke_0 . Esta puede variar para diferentes fármacos y factores. El compartimento efecto y la Ke_0 pueden incluirse en el modelo farmacocinético tricompartmental y estudiar en modo simulación los cambios que se suceden en el compartimento efecto.

La dosificación en anestesia es un proceso interactivo. Inicialmente, el anestesiólogo determina que concentración de anestésico se requiere para un efecto determinado. Se combina una dosis en forma de bolus con un ritmo de infusión para que alcance una concentración predeterminada lo antes posible, sin

que signifique sobreestimar la dosis del fármaco. Cuando se consigue dicha concentración, el anestesiólogo valora el efecto y decide si es apropiada o debe ajustarla en función de las necesidades del procedimiento. Tradicionalmente, se utilizaba el esquema de Roberts para alcanzar rápidamente una concentración de Propofol y mantenerla mediante un sistema manual convencional, sin embargo, sólo es útil para las fases iniciales del procedimiento anestésico ya que impide aumentar o reducir con flexibilidad diferentes concentraciones de Propofol. Para ello, necesitamos de sistemas mucho más precisos y sofisticados, como los sistemas TCI (target controlled infusion system).

Sistemas de infusión controlados por ordenador (TCI):

Los sistemas de infusión empleados durante la técnica de TIVA, deben ayudar a conseguir los siguientes objetivos: una inducción suave, mantener una concentración constante durante determinados períodos de tiempo y modificarla de manera rápida y precisa, y finalmente, conseguir una rápida recuperación de las funciones autonómicas.

El mantenimiento anestésico se obtiene con la repetición de dosis de determinados agentes endovenosos. Con ello obtenemos una distribución de la curva de concentración plasmática bastante irregular (“picos y valles”). El diseño de reinyección no resulta sencillo y si utilizamos productos de acción corta como el Propofol, los bolus deberán ser frecuentes si no queremos despertar intraoperatorio. Por otro lado, hay una mayor inestabilidad hemodinámica y tiempos de recuperación más prolongados en función del número de bolus.

El siguiente paso lógico sería mantener un flujo constante de infusión que permitiese obtener una concentración estable en sangre o plasma cuando se alcance el estado de equilibrio. Sin embargo, esto sucede muy tardíamente, aproximadamente 4-5 vidas medias de eliminación del fármaco. Es posible obtener un pseudo estado de equilibrio combinando un bolus con la infusión continua para acelerar la elevación de la concentración plasmática inicial y seguir con un diseño de infusión que disponga de varios regímenes de dosificación decreciente. La principal desventaja es la rigidez y lentitud del sistema si se

pretende modificar con rapidez la profundidad anestésica. También debemos tener en cuenta, que el bolus inicial proporciona mayor inestabilidad hemodinámica.

Una vez vista la imprecisión de estos métodos, la fase siguiente ha sido crear unos equipos automatizados controlados por ordenador que proporcionen una concentración adecuada no sólo a nivel plasmático, sino también en el lugar donde realmente se produce el efecto, es decir, a nivel cerebral. Existen dos métodos que pueden ser aplicados a estos equipos: Sistemas de control abierto tipo TCI (target controlled infusion) y sistemas de circuito cerrado, todavía en fase de experimentación.

Estos sistemas se componen de un ordenador que se une a un equipo de infusión de jeringa mediante un puerto de comunicación. El software contiene un simulador farmacocinético y un algoritmo de infusión. El anestesiólogo deberá introducir la concentración plasmática deseada y unos parámetros biométricos. A partir de entonces, el programa informático realiza una simulación basada en las propiedades farmacocinéticas del fármaco y la dosis administrada para conseguir la concentración plasmática preestablecida por el anestesiólogo. El sistema dispone de un modelo matemático o algoritmo de precisión que predice con un margen de error aceptable, la concentración plasmática diana, la calculada y la concentración-efecto prácticamente a tiempo real.

Ventajas de la TIVA con TCI:

1. Inducción y mantenimiento anestésico rápido, simple y seguro.
2. Menor incidencia de náuseas y vómitos.
3. No evidencia de hipertermia maligna en pacientes susceptibles.
4. Simplifica la utilización de técnicas anestésicas endovenosas.
5. Rápido control de la profundidad anestésica.
6. Inducción lenta que permite reducir la hipotensión y apnea en pacientes ancianos.

7. Tiempos de recuperación más rápido que convierten la técnica de Anestesia Total Intravenosa, en un procedimiento ideal para programas de cirugía ambulatoria.

Posibilidades de los sistemas TCI:

Progresivamente, los sistemas TCI se irán incorporando en la práctica clínica diaria, no tan solo para la administración de hipnóticos y analgésicos en la inducción y el mantenimiento anestésico, sino también para otro tipo de modalidades como la analgesia y sedación controlada por el propio paciente.

Todavía en fase de estudio y no comercializados por el momento, se encuentran los sistemas TCI para la administración en niños, ya que su perfil farmacocinético difiere bastante del adulto. Por último e integrados a sistemas de monitorización de profundidad anestésica, cada vez más sofisticados, contaremos con los modelos de infusión de circuito cerrado. Estos sistemas serán capaces de detectar niveles de conciencia y modificar la concentración del agente endovenoso administrado asegurando una adecuada profundidad anestésica durante todo el procedimiento quirúrgico. Con ello conseguiremos la concentración adecuada para cada paciente según la respuesta obtenida en lugar de una concentración predefinida.

Desarrollo de nuevos agentes hipnóticos:

En un intento de evitar el dolor a la inyección, la hiperlipidemia y el crecimiento bacteriano que se ha asociado a la fórmula del Propofol comercializada por Diprivan, se han buscado alternativas que eviten en lo posible dichos efectos:

Propofol-Lipuro 1% (Braun), una emulsión lipídica que contiene únicamente cadenas largas de triglicéridos y que parece que reduce el dolor a la inyección.

La solubilización micelar del Propofol (Maelor Pharmaceuticals, Inc) le confiere un poder bactericida y mejora las propiedades fisicoquímicas.

Aquavan, un profármaco hidrosuble de Propofol que está en fase II de estudio clínico, mientras que el Cyclodextrin-base (Captisol) está siendo evaluado preclínicamente.

El etomidato transmucoso (Anesta Corp) y el Propofol lingual (Manhattan Pharmaceuticals Inc and NovaDel Pharma) pueden ser estudiados para su empleo en la premedicación.

TD-4756 (THR-918661) es un modulador del receptor GABAA, el cual se hidroliza rápidamente a un metabolito carboxilado inactivo. En estudios preclínicos produce hipnosis tras un bolus endovenoso o infusión en ratas, gatos, perros y distintas variedades de cerdos. Sus efectos hipnóticos son dosis dependientes y con una mayor rapidez de supresión EEG, así como una mayor rapidez de recuperación respecto al Propofol.

La recuperación de la hipnosis es independiente de la duración de infusión en ratas, gatos y cerdos. En contraste, el Propofol retrasa su recuperación hipnótica conforme aumenta la duración de la infusión.

Otros programas centran su atención en modificar un isómero de la Ketamina, o mejorar las características del Midazolam.

CONCLUSIONES:

Hoy en la conferencia actualizamos los conocimientos relacionados con el concepto de TIVA, sus indicaciones, la importancia de la farmacocinética y sus diferentes modelos, los sistemas TCI, sus ventajas en la TIVA y el uso de los nuevos agentes hipnóticos.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Struys MMRF, De Smet T, Versichelen et al. Comparison of closed-loop controlled administration of propofol using BIS as the controlled variable versus "standard practice" controlled administration. *Anesthesiology* 2001; 95: 6-17.

2. Milne SE, Kenny GNC. Future developments. En: Padfield NL Total intravenous anaesthesia. Butterworth Heinemann 2000, pp 285-297
3. Schnider TW. New thoughts on drug kinetics and dynamics, how they affect intravenous use. Euroanesthesia 2005. 9RC3: 131-135.
4. Campbell L, Engbers FH, Kenny GNC. Total intravenous anaesthesia. CPD Anaesthesia, 2001; 3(3): 109-119.
5. Talmage D. Egan. Target-controlled drug delivery. Progress toward an intravenous "vaporizer" and automated anesthetic administration. Anesthesiology 2003, 99:1214-9.
6. Kenny GNC. The development and future of TCI. <http://www.gasnet.org/societies/wfstajournal/sep97.gnk.html>.

ANEXO 7

Modalidad: Conferencia especializada.

Objetivo: Perfeccionar los conocimientos de los residentes de la especialidad de Anestesiología y Reanimación en el contenido Anestesia Total Intravenosa.

Título: *Conceptos básicos de Farmacocinética-Farmacodinamia en TIVA.*

Introducción:

La práctica de la anestesiología, requiere de una gran precisión en la administración de los fármacos, que habitualmente no es necesaria en otras áreas de la medicina. Entre los objetivos generales de la anestesia, pueden destacarse por su importancia dos: 1º) obtener una inducción rápida y segura, y 2º) recuperación precoz, sin efectos adversos. La dosificación adecuada de los fármacos constituye el “arte” de la práctica anestésica, en este sentido no cabe duda que las dosis óptimas producen el efecto deseado y administradas de una manera precisa dan lugar a una rápida recuperación. La investigación está dirigida en un sentido doble: hacia la búsqueda de nuevos fármacos que por sus propiedades farmacológicas colaboren con los objetivos antes señalados, y desarrollo de nuevos sistemas de administración que faciliten la obtención de concentraciones plasmáticas (CP) adecuadas evitando la aparición de efectos adversos producidos por dosificaciones inadecuadas.

El desarrollo de la anestesia intravenosa está unido a un conocimiento mejor de diferentes aspectos farmacológicos, así como a una colaboración entre las ciencias básicas y las clínicas para un mejor “entendimiento” y aplicación de diferentes parámetros (no se modifican por la dosis ni el régimen de administración) y variables (pueden cambiar ya que se trata de observaciones clínicas) que ayuden a explicar el comportamiento de los fármacos en la práctica diaria.

Como ha sido comentado anteriormente, el objetivo de toda terapéutica es alcanzar el efecto deseado evitando los adversos mediante una dosificación adecuada, para ello es necesario conocer la evolución temporal de la concentración en el organismo y de su relación con los efectos. Dos conceptos (que engloban varios parámetros) son fundamentales en los fármacos

administrados por la vía intravenosa (IV): farmacocinética (FC) y farmacodinamia (FD), los cuales requieren en numerosas ocasiones de la aplicación de diferentes ecuaciones matemáticas, convirtiéndolos en temas demasiado áridos para los clínicos lo cual hasta cierto punto es lógico, esta impopularidad es paradójica máxime si consideramos el importante impacto que tienen en la clínica.

No obstante para poder explicar el comportamiento de los fármacos en el organismo, es fundamental el conocimiento de los aspectos antes comentados y de ésta manera predecir el tiempo que tardará en aparecer el efecto de una dosis determinada y también poder estimar el momento de suspender una perfusión con el fin de obtener una educación más rápida.

Desarrollo:

FARMACOCINÉTICA

Se puede definir la FC como la relación que existe entre la dosis administrada y la CP lo cual implica el estudio de los diferentes procesos de absorción, distribución y biotransformación, en definitiva “que el organismo hace con el fármaco”. La FC determina la concentración de los fármacos en el receptor y por lo tanto contribuye a la intensidad de la respuesta observada. Modificaciones en la FC ayudan a explicar respuestas diferentes entre las personas, ya que pueden existir distintas situaciones fisiopatológicas: edades extremas, fracaso orgánico (renal, hepático) situaciones de hipo-hipervolemia. Si a estas circunstancias añadimos que tanto la anestesia general como la loco-regional pueden alterar los diferentes flujos regionales, nos encontramos con unas circunstancias que pueden dar lugar a modificaciones en la FC y por lo tanto a la respuesta observada.

Un conocimiento mejor de los parámetros FC ayudaran a elegir mejor los fármacos y las pautas de dosificación tanto en bolus como en perfusión. Estos aspectos son importantes ya que la respuesta va a depender de dos aspectos fundamentales:

- 1º) concentración en el receptor
- 2º) sensibilidad del mismo hacia ese fármaco.

Tras la administración IV, que origina una absorción del 100%, se produce un aporte hacia los tejidos que están mejor perfundidos, para distribuirse

posteriormente hacia los peor irrigados, la diferente perfusión tisular da lugar a los modelos compartimentales. La captación por parte de los diferentes tejidos está influenciada por diversos factores, la CP disminuye en el compartimento central, mientras que aumenta en los tejidos periféricos, pero cuando se produce una disminución en la CP bien porque se suspende la administración o por efecto de los procesos de biotransformación, se observa un paso inverso:

PLASMA TEJIDOS PERIFERICOS PLASMA

Por lo tanto los tejidos periféricos pueden actuar como “reservorios” de fármacos e incrementar su CP aún después de la suspensión de su administración y producir efectos no deseados: remorfinizaciones, recurarizaciones; en definitiva despertar prolongado. La capacidad de los tejidos de “captar” fármaco depende de las características antes señaladas y también las propiedades del tejido que influyen de una manera importante. Un fármaco que se distribuya poco en la masa muscular, en un enfermo con un importante desarrollo muscular, resulta ampliamente distribuido, precisamente por la gran extensión de la musculatura ya que ésta ocupa aproximadamente el 50% de la masa corporal.

El efecto de los fármacos desaparece por dos mecanismos:

1º.- Distribución hacia los tejidos periféricos.

2º.- Biotransformación por los órganos de metabolización-eliminación, o mediante un rápido metabolismo plasmático como es para el remifentanil.

A continuación se detallan los parámetros cinéticos:

Volumen de distribución (Vd)

Se define como el volumen aparente (no se corresponde con ningún espacio anatómico sino que engloba varios territorios y tejidos) en el cual una dosis se debería disolver para alcanzar una determinada CP. Es por lo tanto una expresión numérica, matemática, que se expresa en unidades de volumen (litros). $CP = Dosis/Vd$.

Desde el punto de vista clínico, se trata de la relación que existe entre la dosis y la CP también puede ser definida como el resultado de dividir una dosis administrada entre la CP antes de que comience el proceso de eliminación.

$Vd = Dosis/CP$.

Existen diferentes factores que influyen en el VD y que por lo tanto también influyen en las CP: todas aquellas circunstancias que limiten el paso de las membranas (dificulten la distribución) dan lugar a CP elevadas. Los bloqueantes neuromusculares son muy poco liposolubles y por lo tanto tienen poco Vd, en cambio el sufentanil es muy liposoluble y está dotado de un amplio Vd. El conocimiento del Vd es necesario para el cálculo de la dosis en bolus.

Dosis en bolus = $CP \cdot Vd$

Aclaramiento (CL)

Se define el CI como la capacidad del organismo en “eliminar” o “aclarar” un fármaco del plasma. En definitiva son los ml. de plasma que resultan “libres” por unidad de tiempo, se expresa en unidades de volumen /tiempo (lts/min) El concepto se puede equiparar al aclaramiento renal el cual no indica la cantidad de (mg) de creatinina que resulta eliminada por la orina, sino el volumen de plasma que resulta “aclarado” de creatinina por unidad de tiempo.

El CL es una capacidad intrínseca del organismo que se mantiene en condiciones fisiológicas constante para cada individuo, y está relacionada con la velocidad de eliminación y la CP.

$CI = \text{Velocidad de eliminación} / CP$

La velocidad de eliminación del fármaco sí depende de la CP, así para un fármaco cuyo CI es de 1lt/min, si la CP es de 1mg/lt o de 10 mg/lt, la velocidad de eliminación será diferente ya que será de 1mg/min, o 10 mg/min. El CI está al igual que el Vd relacionado con las mismas variables, además de por los diferentes procesos metabólicos y también por el Vd, ya que cuanto mayor sea éste, menor CP estará disponible para ser aclarada del plasma.

Desde el punto de vista clínico el CI tiene un gran interés, para el cálculo de la dosis a administrar en perfusión.

Dosis en perfusión = $CP \cdot CI$

El fármaco puede ser eliminado del plasma bien por la distribución hacia los compartimentos periféricos (distribución intercompartimental) o por biotransformación la cual sólo puede tener lugar en el compartimiento central que

está constituido por el plasma y los órganos bien irrigados. Es lo que se conoce como CI “central” que se desarrolla mediante:

1º.- Metabolismo hepático

2º.- Metabolismo plasmático (esterasas)

3º.- Eliminación biliar, renal.

CL HEPÁTICO.

Mediante los procesos de metabolización, los fármacos liposolubles se convierten en hidrosolubles, favoreciendo la eliminación renal y también se impide su reabsorción por los túbulos renales que está aumentada por la liposolubilidad. En ocasiones la metabolización del fármaco original da lugar a la aparición de diferentes metabolitos con actividad farmacológica (diazepam, propranolol, vecuronio). Está relacionado con el flujo sanguíneo hepático (FSH) y el índice de extracción o metabolización (IE)

$$\text{Cl hepático} = \text{FSH} \cdot \text{IE}$$

Para aquellos fármacos con un elevado IE el CL dependerá del FSH: son eliminación perfusión–dependientes y por lo tanto modificaciones en la capacidad metabolizadora hepática no producen grandes cambios en el Cl, en cambio alteraciones en el FSH (hipertensión portal) si dan lugar a modificaciones. Contrariamente si el IE es pequeño la metabolización depende de la propia capacidad de los sistemas enzimáticos, ya que sólo una pequeña cantidad de fármaco es captado por el hígado y por lo tanto si la capacidad metabolizadora está afectada (hepatitis, inducción-inhibición enzimática) sí se produce una alteración en el Cl. Son fármacos de eliminación capacidad dependiente.

CL RENAL/BILIAR

Los riñones y la vía biliar colaboran al Cl total mediante la eliminación de los fármacos metabolizados (rocuronio) o sus metabolitos, siempre que sean hidrosolubles.

Tiempo medio de eliminación (t_{1/2})

Se define como el tiempo necesario para que la CP disminuya en un 50% durante la fase de eliminación, se expresa en unidades/tiempo mediante una fórmula:

$$t_{1/2} = 0.639 \cdot V_d / \text{Cl}$$

En ésta fórmula se observa como el $t_{1/2}$ está relacionado directamente con el V_d e indirectamente con el Cl , por lo tanto las modificaciones fisiopatológicas de ambos parámetros afectaran también al $t_{1/2}$: a medida que aumenta el Cl , se produce una disminución, y en cambio un incremento en el V_d origina una prolongación. Así para el alfentanil el $t_{1/2}$ es de 1.5h y para el fentanil es de 4h lo cual se explica por el V_d pequeño del primero. Para el midazolam en los pacientes obesos comparándolos con los no obesos, se aprecia un importante incremento en el V_d , la explicación es que esta benzodiazepina es muy liposoluble y por lo tanto se distribuye más en los obesos que presentan en general un incremento en el V_d . En cambio el $t_{1/2}$ no está influenciado por la dosis administrada el $t_{1/2}$ permite calcular:

1º) el tiempo que debe transcurrir para conseguir la eliminación total del fármaco una vez suspendida la administración,

2º) el tiempo necesario en alcanzar la situación de estado estacionario (4-5 múltiplos de su valor). Los fenómenos de acumulación (efectos prolongados) se explican porque la dosificación no se ajusta al $t_{1/2}$: la acumulación se produce siempre que la velocidad/intervalo de la administración supera al tiempo de eliminación.

NUEVOS CONCEPTOS EN LA INTERPRETACIÓN DEL TIEMPO MEDIO DE ELIMINACIÓN

El $t_{1/2}$ de eliminación es el parámetro más utilizado en la caracterización FC, y tiene una gran importancia cuando los fármacos se administran en bolus. No obstante este parámetro tiene un valor limitado cuando se utilizan perfusiones de fármacos con distribución multicompartmental (como los administrados en la práctica de la anestesia) ya que al existir varios compartimentos se producen “movimientos” del fármaco entre los mismos, originando una disminución precoz de la CP, pero con un retorno posterior del fármaco al compartimento central, produciendo por lo tanto un aumento en el $t_{1/2}$, encontrándose la paradoja que para un mismo fármaco el $t_{1/2}$ era diferente si se administraba en bolus o en infusión, lo cual es un contrasentido ya que su valor es por definición independiente de la dosis.

MODELOS COMPARTIMENTALES

La naturaleza y evolución en el tiempo del efecto de un fármaco, son procesos complejos y para poder identificar los factores que caracterizan el comportamiento del fármaco se necesita su simplificación: La representación se realiza mediante modelos que son herramientas (basadas en ecuaciones que contienen variables y parámetros) que permiten describir y predecir las relaciones concentración-efecto a partir de una información limitada como son las observaciones clínicas. El objetivo de su diseño es el de intentar simplificar la FC de los fármacos IV., para ello se considera al organismo dividido en una serie de compartimentos que representan espacios teóricos con unos volúmenes calculados pero que no se ajustan a ningún espacio anatómico exclusivo, sino que pueden englobar más de uno.

Modelo monocompartimental

Es el modelo más sencillo y el fármaco se comporta como si tras la administración, se “disolviera” en un único compartimento semejante a un recipiente. Su diámetro sería el VD, la altura la CP, y la salida la velocidad de eliminación. Así cuanto mayor sea el diámetro (mayor VD) menor altura y por lo tanto la velocidad de eliminación será menor: se conoce que cuando más se distribuye un fármaco menor CP y por lo tanto menor velocidad prolongándose el $t_{1/2}$. El CI permanece constante puesto que es la relación entre la velocidad y la CP a diferencia el $t_{1/2}$ se prolonga cuando aumenta el VD.

Modelo tricompartmental

Si bien la mayor parte de los fármacos se ajustan a un modelo bicompartmental, en anestesia el compartimento cinético se ajusta mejor a un tricompartmental que puede ser representado conformado por tres recipientes que como ya ha sido comentado anteriormente se refieren a una manera artificial de dividir a la economía humana. No obstante es un modelo que necesita de múltiples extracciones y de disponer de técnicas muy precisas para poder determinar las CP en la última fase de eliminación.

COMPARTIMENTO CENTRAL (V1): Integrado por el plasma y los tejidos mejor irrigados: corazón, cerebro, riñones, pulmones e hígado, éste compartimento

recibe el 75% del gasto cardíaco representa exclusivamente el 10% de toda la masa corporal y es donde inicialmente se distribuye el fármaco para hacerlo posteriormente a los otros compartimentos. Es precisamente en el compartimento central donde tiene lugar exclusivamente el CI del fármaco que puede dividirse en dos tipos:

1º.- CI metabólico ya comentado, dependiente de los diferentes organismos y reacciones de metabolización así como de la eliminación.

2º.- CI intercompartimental por el paso del fármaco desde el compartimiento central a los otros compartimentos.

COMPARTIMENTO PERIFÉRICO RÁPIDO (V2): Es el compartimento donde el fármaco difunde con rapidez desde el central. Está constituido por territorios peor irrigados: masa muscular.

COMPARTIMENTO PERIFÉRICO LENTO (V3): Constituidos por los tejidos pobremente perfundidos (piel o grasa), es el compartimento donde el fármaco difunde con lentitud mayor desde el central. Este volumen tiene gran importancia ya que puede “captar” a los fármacos muy liposolubles como el sufentanil incluso después de suspender su infusión, pudiendo actuar como “reservorio” y siendo el responsable de los episodios de “despertar” prolongado.

La suma de los tres compartimentos o volúmenes es lo que se conoce como el “volumen en el estado estacionario o de equilibrio”. La evolución temporal de las CP, se describe mediante una ecuación triexponencial

1ª.- Después de la administración en el compartimento central (V1) comienza la fase de distribución rápida (alfa) hacia los tejidos peor irrigados (V2)

2ª.- Fase de distribución lenta (beta) se caracteriza por el paso del fármaco desde el V1 hacia el territorio englobado en V3 y también por el retorno del V2 hacia V1.

3ª.- Fase de eliminación o terminal (gamma) en la cual se produce el retorno desde V3 y V2 hacia V1, y es precisamente en esta fase cuando pueden aparecer fenómenos de efectos prolongados (recurrarización, remorfinización) y se desarrolla la mayor parte del verdadero CI metabólico y/o eliminación.

DECLIVE DE LAS CP EN UN MODELO TRICOMPARTIMENTAL TRAS LAS PERFUSIONES: CONCEPTO DE VIDA MEDIA DEPENDIENTE DEL CONTEXTO

En la recuperación de los efectos de los fármacos, interesa conocer/predecir el tiempo que debe transcurrir para que la concentración en el receptor disminuya por debajo del umbral en el cual se produce el efecto. Se ha demostrado de una manera paradójica, que cuando se administraba un fármaco en infusión, los pacientes se recuperaban antes que el $t_{1/2}$ calculado: se observaba una discordancia entre su valor y la recuperación del efecto.

Este fenómeno puede explicarse por el modelo tricompartmental, ya que al suspender (en el compartimiento central) la administración del fármaco, el depositado en los compartimentos periféricos (V_2 V_3) retorna al central (V_1), dando lugar a una prolongación en el $t_{1/2}$, pero con una recuperación más precoz de los efectos clínicos. Para explicar éste fenómeno se desarrolló la variable Vida Media Dependiente del Contexto (VMDC), su valor que se calcula mediante simulaciones por ordenador y complicados cálculos matemáticos, se define como el tiempo necesario para que la CP de un fármaco que ha sido administrado en perfusión, disminuya hasta el 50% después de suspenderla. También por extrapolación se puede definir el tiempo necesario para que la CP disminuya el % que se desee, se conoce con el tiempo decremental y éste concepto también es aplicable a los inhalatorios.

Dependiendo de las características de los fármacos, y según la duración de la infusión, la VMDC puede estar prolongada en grado diferente (fentanil, alfentanil o sufentanil) o permanecer estable (remifentanil). La VMDC a diferencia del $t_{1/2}$ considera una serie de circunstancias que este último no se tiene en cuenta:

- Los efectos de la distribución intercompartimental.
- La biotransformación.
- Duración de la perfusión.

Para el clínico tiene más interés el conocimiento de cuánto tiempo debe transcurrir para que la CP disminuya y el paciente se recupere de los efectos. El remifentanilo tiene una VMDC, que es estable e independiente de la duración de la infusión (dosis administrada). Igualmente y a pesar que el $t_{1/2}$ del sufentanilo es mayor

(2.5 h) que el del alfentanilo (1.5 h) la recuperación tras la infusión es más precoz ya que su VMDC es más corta, que es debido a que el sufentanilo (por su gran liposolubilidad) tiene un mayor CI intercompartimental lo cual da lugar a:

1º.- Cuando se suspende la infusión de sufentanilo, se distribuye más a los compartimentos periféricos por su gran Vd.

2º.- Que la concentración en la biofase decaiga más rápidamente por desplazamiento hacia el V2 y el V3.

3º.- Que se produzca un retorno del fármaco del V2 y el V3 hacia el V1 produciendo el ya comentado aumento del t1/2.

El conocimiento de la CP tiene gran importancia ya que el tiempo de recuperación depende de cuánto debe disminuir, para lograr el efecto deseado: recuperación de la consciencia, motilidad muscular. Si una CP se mantiene justo por encima de la necesaria para obtener la respuesta deseada, no cabe duda que la recuperación será mucho más rápida que si los niveles están muy por encima. Por lo tanto el tiempo que transcurre desde que se suspende la perfusión y decae la CP hasta la necesaria para permitir obtener el efecto deseado es un importante factor en la recuperación.

La VMDC no sirve para hacer una predicción del tiempo de recuperación, sí en cambio para predecir la disminución de la CP y relacionarlas con la recuperación del efecto, estos cálculos se realizan mediante simulaciones por ordenador en base a la aplicación de los diferentes modelos.

EFEECTO COMPARTIMENTO

Es bien conocido que después de la administración de un hipnótico y Bloqueadores Neuromusculares (BNM) es necesario esperar un tiempo para poder intubar a los pacientes: el plasma no es lugar de acción de los fármacos utilizados en anestesiología. Actúan por su unión a los receptores que están definidos y localizados: receptor benzodiazepínico en el sistema nervioso central, o acetilcolínico en la placa motora. El lugar donde está el receptor se conoce con el nombre genérico de biofase o compartimento del efecto y por lo tanto es precisamente la concentración del receptor (en éste compartimento) la que tiene interés en la clínica no tanto la CP. Aunque no cabe duda que ambas

concentraciones están íntimamente interrelacionadas es evidente que no pueden obtenerse concentraciones en el “efecto”, pero conociendo las CP y el efecto clínico mediante la aplicación de diferentes modelos se pueden realizar estimaciones.

El retraso (histéresis) que se observa entre la administración y el comienzo de los efectos clínicos está regulada por una constante de tiempo: k_{e0} cuanto mayor sea su valor, con mayor rapidez (velocidad) el fármaco accederá y también abandonará el compartimento del efecto. El $t_{1/2 k_{e0}}$ es el tiempo necesario para que la concentración en el receptor alcance el 50% de la plasmática; en 3-4 múltiplos de este valor se considera que se alcanza el estado estacionario o de equilibrio.

En este sentido interesan fármacos en los cuales el k_{e0} sea elevado ya que obtendremos un inicio rápido de su efecto, y al ser el $t_{1/2 k_{e0}}$ pequeño en poco tiempo de perfusión se alcanza la situación de equilibrio plasma-biofase (estado estacionario). En la práctica se conocía que algunos fármacos muy liposolubles tardaban mucho tiempo en ejercer su efecto, lo cual volvía a ser un comportamiento paradójico, ya que por su elevada liposolubilidad y según los principios generales de la farmacología, deberían iniciar de una manera precoz su efecto.

Posteriormente se explicó su comportamiento, precisamente por su k_{e0} pequeño que unido a la gran liposolubilidad daban lugar a un depósito precoz en los tejidos grasos, a costa de un lento acceso al receptor: alfentanilo y remifentanilo, comienzan sus efectos antes que sufentanilo.

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA FARMACOCINÉTICA

Son varios los factores que pueden influir, aisladamente o en combinación.

Peso.- En los adultos con un contenido graso normal, el H₂O corporal total y el contenido extracelular, se corresponden directamente con el peso corporal: existe una relación entre el V_d y el peso. En éste sentido si bien hay una tendencia a dosificar según el peso ideal, hay trabajos recientes que señalan que la FC del Propofol no se modifica con la obesidad, indicando la idoneidad del “índice de

masa corporal” para el cálculo de la dosis de inducción, y la de mantenimiento según el peso real, ya que tiende a depositarse en el tejido graso.

Edad.- En los niños se produce un incremento en el Vd, por aumento del H₂O corporal total, lo cual se refleja en la clínica por una necesidad mayor de dosis. Contrariamente, en los ancianos por su contenido menor en masa muscular y tejido adiposo, además de un “agotamiento” fisiológicos de los procesos de biotransformación, dan lugar a la necesidad de dosis menores.

Estados patológicos.- Son numerosos los trabajos que señalan la modificación de la FC en la insuficiencia hepática, renal, o en situaciones carenciales.

Variaciones interindividuales.- Las variaciones en la genética, modifica la FC: acetiladores rápidos vs lentos, porfiria. Las interacciones medicamentosas también producen cambios en la FC.

FARMACODINAMIA

Se define como la relación que existe entre la concentración plasmática y su efecto, en definitiva “lo que el fármaco hace en el organismo”. Aunque las concentraciones de los fármacos se determinan en el plasma, ya ha sido comentado anteriormente que su lugar de acción es la biofase, y que interesa evaluar las concentraciones en ese compartimento, lo cual en la actualidad es imposible por causas de localización anatómica y método analítico.

No obstante existe una relación entre la CP y la concentración en la biofase. Los diferentes modelos farmacocinéticos-farmacodinámicos que nos permiten establecer esta unión, se han demostrado muy útiles para explicar muchas observaciones clínicas. Mediante simulaciones FC-FD se pueden calcular diferentes ventanas terapéuticas en cuyos márgenes de dosificación, se encontraría el efecto deseado.

Relación concentración-efecto (Curvas dosis-respuesta)

Ya ha sido comentado anteriormente que los fármacos dan lugar a sus efectos clínicos porque se unen a los receptores, en este sentido se sabe que según la teoría clásica de ocupación de los mismos el efecto está en relación directamente proporcional con el número de receptores ocupados, alcanzando el efecto máximo

(E max) cuando todos los receptores están ocupados, y por mucho que se incremente la concentración del fármaco la respuesta no va a ser mayor (sí en cambio se pueden aparecer los efectos adversos), sobre la base de lo anteriormente expuesto se define el efecto de un fármaco mediante la siguiente fórmula:

$$E = C E_{\max} / (CE_{50} + C)$$

Donde la C es concentración, CE 50 es la concentración que produce el 50% de la máxima respuesta, y CE max es la concentración que produce el máximo efecto.

El resultado de este modelo es una curva sigmoide, asumiendo que la respuesta depende del número de receptores ocupados, se puede observar una relación hiperbólica entre la concentración del fármaco (dosis) y la respuesta (efecto). A medida que se ocupan más receptores, el efecto se incrementa, aproximándose al Emax. A continuación se describen tres parámetros que deben ser considerados cuando se analizan las curvas dosis/respuestas:

Potencia:

Se refiere a la “concentración” de fármaco para obtener un efecto determinado; la potencia de un fármaco no es sinónimo de la magnitud del efecto, por lo tanto baja potencia indica que se necesita una dosis más elevada que otro fármaco para obtener un efecto por ejemplo lo que ocurre con el onset de los bloqueantes neuromusculares (BNM): vecuronio vs rapacuronio. La potencia está caracterizada por la CE50 cuanto menor es este valor más potente es un fármaco y por lo tanto se necesita una dosis menor.

Tradicionalmente la potencia se relaciona con la dosis eficaz 50 (ED50) o la dosis que produce el 50% del efecto. En este sentido interesa destacar que la relación dosis-efecto implica ambos componentes de FC y FD, mientras que la relación concentración-efecto sólo implica el componente FD siendo de un mayor interés y más ajustada a la clínica la terminología concentración-efecto.

En ocasiones fármacos con potencias similares para un efecto farmacológico determinado, presentan otra potencia muy diferente para otros efectos, y también que para la misma potencia de un fármaco (CE50) puede variar para efectos diferentes: el alfentanil presenta diferentes curvas concentración-efecto según el

estímulo (intubación, incisión o cierre de la piel) que se quiera bloquear, también se ha demostrado que su CE50 es diferente según el tipo de cirugía (abdominal alta vs baja).

Eficacia

La capacidad de un fármaco de producir un efecto está relacionada con su afinidad por el receptor, y por la activación para producir una respuesta biológica. El grado (proporción del máximo) en el cual un fármaco activa a un sistema biológico se conoce con el nombre de actividad intrínseca o eficacia.

La eficacia de un fármaco es el máximo efecto farmacológico que se puede obtener, por encima del cual a pesar de que se incrementen las dosis no se obtiene un efecto mayor. La eficacia no está relacionada con la potencia ni por lo tanto con la dosis.

La medida de la eficacia es el E max, cuanto menor sea éste menos efectivo es el fármaco en producir un efecto, en este sentido la dosis no influye en la eficacia: con la codeína, a pesar del incremento en las dosis, no se puede obtener analgesia en el preoperatorio. Del mismo modo los opiáceos son más eficaces en el alivio del dolor de alta intensidad frente a dosis máximas de aspirina: la E max de este último es menor que la de los opiáceos frente al efecto analgésico.

Pendiente de la curva

La pendiente de la curva está relacionada con el número de receptores que deben ser ocupados para producir un efecto determinado. Si un fármaco debe ocupar un gran número de receptores antes de que aparezca el efecto su curva será más vertical, ésta es la característica de los BNM que necesitan bloquear más del 75% de los receptores para que haya respuesta clínica, o de los halogenados donde pequeños incrementos en la CAM de 1 a 1.3 hace que el porcentaje de pacientes que no responden a la incisión quirúrgica pase del 50% al 95%.

Una curva muy vertical implica que pequeños cambios en las dosis producen grandes cambios en las consecuencias terapéuticas: los fármacos con pendientes verticales requieren de una cuidadosa dosificación con el fin de evitar grandes variaciones en la respuesta o en la aparición de efectos adversos (hemodinámicos, respiratorios). El análisis de la pendiente de la curva (relación

entre la concentración–efecto deseado) y el desarrollo de simulaciones mediante ordenador facilita el cálculo de las ventanas terapéuticas.

En éste sentido y conociendo la relación entre la CP, el efecto deseado y el tóxico, se pueden determinar los límites de la “ventana terapéutica” entre los cuales en la mayor parte de los enfermos se desarrollará el efecto clínico deseado. Estas tablas se calculan mediante simulaciones, señalando no obstante que los límites no deben ser fijos teniendo que estar regulada la administración por la clínica, considerando la importante variabilidad interindividual.

Un avance importante para intentar identificar esa variabilidad ha supuesto el desarrollo de los estudios poblacionales, los cuales se fundamentan en el análisis de los resultados obtenidos en grupos de individuos, para establecer relaciones entre los diversos factores fisiopatológicos y parámetros FC/FD. La experiencia acumulada indica la gran variabilidad de los procesos FC en los grupos poblacionales. Por ello se han diseñado trabajos que valoran el impacto de diferentes variables en los procesos cinéticos, para intentar disminuir la variabilidad inexplicable: sexo, edad, patología asociada modificaciones bioquímicas etc.

FACTORES QUE AFECTAN A LA FARMACODINAMIA

Son diversos los factores que pueden influenciar en la FD y originan respuestas diferentes.

Edad

Es bien conocido que los pacientes ancianos, necesitan dosis menores de fármacos que los jóvenes, lo cual puede ser atribuido a variaciones FC: alteraciones en el contenido graso, en la masa muscular, disminución del gasto cardíaco, o bien en la fisiología de los órganos encargados de la biotransformación. No obstante además de estas modificaciones se han podido determinar alteraciones a nivel de los receptores (número, sensibilidad) que justifican las modificaciones exclusivamente por la FD como ha sido demostrado para los halogenados. En cambio para los fármacos IV el incremento en la respuesta de los ancianos parece que estaría originada por alteraciones tanto de tipo FD como FC.

Los neonatos cuando se comparan con los niños, necesitan dosis muy inferiores, lo cual es debido, además de modificaciones en la FC, a la inmadurez de los sistemas biológicos en el SNC y de los enzimáticos encargados de la metabolización.

Sexo

Recientemente han aparecido comunicaciones que muestran una respuesta distinta a los opiáceos en las mujeres respecto a los hombres: los receptores κ producen una analgesia mayor en el sexo femenino; en este sentido son muchos los trabajos que señalan la diferente sensibilidad al dolor entre los dos sexos. La depresión respiratoria con la morfina es de mayor intensidad en las mujeres.

Igualmente es conocido que el porcentaje de recuerdos durante la anestesia es más elevado, lo cual puede ser atribuido a una diferente respuesta a los hipnóticos en las mujeres. Los mecanismos para estas diferencias están probablemente relacionados con diferencias en la sensibilidad de los receptores a los anestésicos y analgésicos, el componente hormonal no cabe duda que también puede influir.

Enfermedades

Se ha demostrado una respuesta mayor a los efectos depresores del remifentanil en los cirróticos, a pesar que la FC no estaba modificada la CE 50 es menor en este grupo de enfermos, indicando una mayor sensibilidad hacia el remifentanil sin conocer la causa exacta de ello. Cabe pensar que puedan ser debido a modificaciones en la FD. Contrariamente en la enfermedad de Crohn se observa un aumento en los requerimientos de alfentanil que han sido atribuidos a modificaciones en la FD.

Interacciones farmacológicas

Una interacción ocurre cuando un fármaco altera la intensidad o los efectos de otro, en este sentido las combinaciones de los fármacos tienen una gran importancia en anestesiología donde al administrarlos IV el resultado de sus interacciones aparecen rápidamente. Los hipnóticos y analgésicos son fármacos que pueden dar lugar a este tipo de reacciones afectando fundamentalmente al

control de la ventilación (depresión ventilatoria) y a la respuesta hemodinámica (hipotensión y/o bradicardia)

Considerando que la variabilidad FD es mucho mayor que la FC no cabe duda que las interacciones FD son de mayor importancia. El mecanismo no se conoce habiéndose propuesto varias teorías: 1^a) un fármaco puede aumentar la fijación del otro a su receptor e incrementar la respuesta, hay mayor incidencia de apnea con Propofol y opiáceo cuando se administran simultáneamente. 2^a) Puede alterar la señal de transducción como ocurre con el efecto arritmogénico de las catecolaminas en presencia del halotano y 3^a) es la que propugna que a pesar de actuar en dos receptores diferentes y separados tengan un similar mecanismo celular común final.

Variaciones interindividuales

Las variaciones en la respuesta a los fármacos están originadas en ocasiones por alteraciones en la genética de los individuos que dan lugar a distintos grados de metabolización (acetiladores rápidos vs a lentos) y que pueden tener importantes consecuencias clínicas. Las alteraciones farmacogenéticas describen enfermedades que se detectan por respuestas diferentes a fármacos: porfiria, hipertermia maligna, déficit de colinesterasa. También han sido descritos modificaciones FC originada por alteraciones en la actividad enzimática, tales como los fenómenos de inducción enzimática

APLICACIONES CLINICAS DE LA FC/FD

Los aspectos comentados sirven para entender el comportamiento de los fármacos y permiten explicar muchas consecuencias clínicas, así como sus efectos adversos. Desde el punto de vista del efecto de los fármacos dos características son de gran interés en la práctica anestesiológica: comienzo y cese del efecto.

Respecto al comienzo la velocidad e intensidad del efecto está controlada por la dosis y k_{e0} , una dosis pequeña da lugar a un inicio más lento que otra mayor, en definitiva y conociendo que la relación entre la dosis-efecto es una curva

sigmoidea, con dosis mayores se pueden obtener efectos mayores pero también incremento en la aparición de efectos adversos.

El cese del efecto regula la fase de educación, desaparición de la analgesia, o la recuperación del bloqueo neuromuscular. En este sentido ha sido demostrado cuando se utilizan perfusiones de fármacos, el poco valor del $t_{1/2}$ estando superado por la VMDC, mediante simulaciones matemáticas también se puede predecir el tiempo que debe transcurrir para una disminución de la CP del 80%-20% que pueden estar relacionadas con la recuperación de la anestesia: en cirugía ambulatoria para que un paciente esté en condiciones de alta precoz puede ser necesaria una disminución del 80% y en cambio tras la sedación monitorizada sólo se necesita una disminución del 20%.

El conocimiento y desarrollo de diversos parámetros FC/FD han facilitado la aplicación clínica de los sistemas de bucle abierto o sistemas de administración de CP diana (TCI) los cuales utilizando diferentes modelos permiten mantener la CP en la que ha sido prefijada mediante el control por parte de la bomba de perfusión de la velocidad de infusión.

El desarrollo de nuevas pautas de dosificación, así como de nuevos sistemas de infusión con diferentes programas informáticos (que incluyan la evaluación respuesta, así como otros parámetros poblacionales altura, masa corporal) constituirán uno de las grandes avances en la anestesia IV, no obstante para el clínico es más importante el conocimiento de estos nuevos conceptos que el desarrollo de complicadas ecuaciones.

CONCLUSIONES:

En la conferencia se profundizaron en los conceptos de Farmacocinética-Farmacodinamia, los factores que afectan estos mecanismos y sus aplicaciones clínicas.

BIBLIOGRAFIA

1. Bovill J. Engbers F. Pharmacodynamics of drug action en: Bovill J. Howie M. eds. Clinical pharmacology for anaesthetists. 1st ed. London. W B Saunders, 1999: 35-43.
2. Ciccone G. Holdcroft A. Drugs and sex differences: a review of drugs relating to anesthesia. Br J Anaesth. 1999; 82: 255-65.
3. Egan T. Target-controlled infusions for intravenous anesthetics: Surfig USA not. Anesthesiology 2003; 99:139-1042.
4. Egan T. Advances in the clinical pharmacology of intravenous anesthetics: Pharmacokinetic pharmacodynamic, pharmaceutical and technological considerations. ASA Refresher Courses. 2004. 24: 71-83.
5. Eger II E, Shafer S. Tutorial: Context-sensitive decrement times for inhaled anesthetics. Anesth Analg 2005; 101: 688-696.
6. Fiset P. Practical pharmacokinetics as applied to our daily anesthesia practice. Can J Anesth 1999; 46: R122-R126.
7. Gan T. Glass P. Pharmacokinetics and pharmacodynamics aspects of intravenous anaesthesia. Anaesth Pharmacol Rev 1995; 3: 28-36.
8. Glass P. Intravenous infusion techniques: how to do it and why we should do it. Can J Anaesth 1998; 45: R117-R127.
9. Glass P. Shafer S. Reves J. Intravenous drug delivery systems en: Miller R. ed. Anesthesia. vol I 4th ed. New York. Churchill-Livingstone, 1999: 377-420.
10. Hughes M A. Glass P. Jacobs J. Context-sensitive half-time in multicompartmental pharmacokinetics models for intravenous anesthetics drugs. Anesthesiology 1992; 76: 334-341.
11. Keifer J. Glass P. Context-sensitive half-time and anesthesia: how does theory match reality? Curr Opin Anaesthesiol 1999; 12: 43-448.
12. Leal N Rodríguez M, Calvo R Aguilera L Principios de farmacocinética aplicada a los fármacos administrados por en anestesia por vía intravenosa, espina, nasal, rectal y transcutánea. En: Farmacología en anestesiología. Ed: FEEA. Ergon Madrid 2003: 17-27.

13. Meistelman C Pharmacokinetics and pharmacodynamics for clinicians. Refresher course lectures (book). European Society of Anaesthesiologists. Amsterdam. 1999:153-159.
14. Schnider t, Minto C. Pharmacokinetics and pharmacodynamics principles of drug action En: Evers a Maze M eds. Anesthetics pharmacology Physiologic principles and clinical practice. Churhill Edimburg 2004: 3-21.
15. Telletxea S. Martin de la Fuente A, Aznarez B Aplicación clínica de los principios farmacocinéticos y farmacodinámicos en anestesia total intravenosa. Act. Anest. Reanim 2005. 15: 59-64.
16. Youngs E. Shafer S. Basic pharmacokinetics and pharmacodynamics principles en: White P ed. Textbook of intravenous anesthesia. 1st ed. Baltimore. Williams&Wilkins, 1997: 10-16

ANEXO 8

EDUCACIÓN EN EL TRABAJO

CÓMO HACER TIVA Y ESTIMACIONES DE CONCENTRACIONES PLASMÁTICAS

El mundo de la Anestesia avanza cada día más, así como también la tecnología que nos permite desarrollar nuestras técnicas de una manera simple y segura. Lo cual es aplicable a la Anestesia Total Intravenosa, donde el origen de todo nace de los conceptos farmacocinéticos y farmacodinámicos, que para algunos, podrían llegar a ser algo complejo o difícil de entender. Sin embargo, casi siempre, encontramos la manera de solucionar las complejidades para así obtener una solución práctica, razonable y efectiva. Hoy día, la técnica de Anestesia total Intravenosa la podemos administrar usando Bombas de infusión convencionales (volumétricas o de jeringa); o con Bombas de infusión de TIVA TCI, esta última tecnología no siempre está a nuestro alcance. Pero hay métodos que nos permiten realizar cálculos que nos acercan de una manera aceptable, a esta tecnología tan avanzada y precisa. Lo siguiente representa un manual de ayuda para realizar cálculos de dosis de las drogas más usadas en TIVA, de forma manual, desarrollada y ampliamente utilizada por nuestros colegas mexicanos. Es importante tener cuenta varios factores: uno, es la variabilidad interindividual, y otra es que el comportamiento de las drogas es distinto en cada paciente, por ende, la respuesta que esperamos variara de acuerdo a las patologías de base de dicho paciente. Se debe considerar que el manejo de perfusiones intravenosas implica una responsabilidad más y un cambio de actitud en la práctica diaria, ya que el hecho de preparar, diluir, instalar, administrar, verificar, mantener, supervisar, corregir y finalizar una o varias perfusiones intravenosas continuas puede ser momentos críticos donde se obtenga éxito o fracaso en el procedimiento transanestésico. De tal manera debemos considerar algunos aspectos importantes en lo referente a la **SEGURIDAD** para el mantenimiento anestésico mediante técnicas intravenosas continuas.

Posterior a la aparición de la jeringa hipodérmica, como una alternativa para administrar drogas en el organismo, se inicia una larga evolución con la aparición de diversos mecanismos, equipos médicos y materiales de elaboración, equipos electromecánicos, inclusión de software poblacionales, etc. de acuerdo a las múltiples vías de acceso que pueden ofrecer una titulación para alcanzar un rango terapéutico y alcanzar un efecto clínico. Es indispensable insertar un catéter intravenoso, bien instalado, ya que al ser una técnica invasiva de administración de fármacos; requiere que ésta se encuentre colocada, fijada, con permeabilidad adecuada para permitir su adecuado flujo durante la terapia que se requiera administrar. De la misma manera se debe considerar, que, si mediante estos dispositivos se administran una diversidad de soluciones intravenosas, y medicamentos (antibióticos, drogas cardiovasculares, antineoplásicas, etc.) de tal manera que su dosificación siempre debe mantenerse con las concentraciones plasmáticas adecuadas para alcanzar su concentración en sitio efecto. Es de suma importancia tomar en cuenta algunas consideraciones cuando se decide titular un fármaco por vía intravenosa con cualquier dispositivo de perfusión.

- 1.- La inyección de líquido intravascular obedece las leyes de la Física.
- 2.- El tiempo necesario para que un fármaco sea introducido en el torrente sanguíneo, depende del volumen interno de la línea del dispositivo (volumen muerto) y del flujo de perfusión.
- 3.- Elegir un diámetro y vena adecuada para que sea eficiente y segura la perfusión considerando la resistencia endovascular del sitio de acceso.
- 4.- Al diluir drogas en contenedores de volumen pequeño, una parte del total de la dosis queda contenida en la línea de acceso.
- 5.- Evitar las inyecciones discontinuas en una perfusión, a menos de que sean necesarias cuando se manejar fármacos con ventanas terapéuticas muy cortas.
- 6.- Las mezclas de fármacos, electrolitos y solutos NO deben tener incompatibilidad física y /o química con el líquido o volumen solvente.

De tal manera que un Sistema de Perfusión Intravenosa se conforma de 3 partes: el reservorio del volumen a perfundir (jeringa/vial/bolsa/buretra), línea o set de infusión y la conexión al acceso venoso. Pueden existir variantes en la precisión del flujo sanguíneo por lo que el médico es el responsable del empleo del dispositivo acorde a las necesidades clínicas y que sea compatible con las especificaciones del fabricante. El objetivo es ofrecer un Flujo de Perfusión (relación volumen/tiempo de administración) que se mide durante el período de tiempo que se requiera la perfusión continua. La importancia de razonar la cinética del Bolo Intravenoso en Anestesiología es de gran importancia ya que para llevar a cabo la inducción y mantenimiento de la Anestesia por la técnica de Bolos / Bolos Subsecuentes, está se requiere de un rápido ascenso de la Concentración Plasmática aunado al equilibrio que esta misma alcance en los tejidos muy irrigados (cerebro, corazón, riñón, pulmón, etc), llegando al sitio efector donde, en función del perfil farmacocinético de la droga que se utilice y su correlación con el tiempo para alcanzar una concentración específica, ejerce el efecto clínico de manera rápida, al hablar de agentes inductores, opioides, relajantes neuromusculares y coadyuvantes. Los Bolos Subsecuentes son generalmente de poca utilidad en Anestesia Total Intravenosa, ya que estos producen fluctuaciones importantes (picos y valles) en las concentraciones plasmáticas que son requeridas para mantener el estado anestésico; además debido a la capacidad de almacenamiento en tejidos menos irrigados (músculo esquelético, tejido graso), se puede generar un retraso en la cinética de su metabolismos, dependiendo de una serie de factores como son estado físico del paciente, farmacogenética, comorbilidades, tipo de cirugía, tipo y cantidad de fármacos asociados, tiempo de dosificación, número de dosis subsecuentes y dosis total del medicamento, asociado al peso ideal del paciente. El manejo de Anestesia Total Intravenosa con bolos subsecuentes puede ser adecuado en procedimientos breves, pero por motivo de la acumulación de la dosis del fármaco, se deben administrar dosis menores a la inicial, asociada a la sinergia requerida para abolir el estímulo nocivo. Se debe considerar que la Dosis de Carga o en Bolo Inicial, requiere de 3 a 4 vidas medias del fármaco para alcanzar una concentración útil; al asociarse a

una perfusión intravenosa continua ya que al final del procedimiento y en función del movimiento del fármaco inversamente proporcional al tiempo, permite disminuir los requerimientos de la droga en cuestión, acorde a la sinergia utilizada, minimizar los eventos y efectos adversos de la misma, ofrecer una más rápida recuperación y a la vez disminuir los costos hospitalarios. Ahora bien, en los siguientes párrafos describiremos de una manera práctica y sencilla:

EL PASO A PASO DE LOS CÁLCULOS MANUALES EN TIVA

EL PASO A PASO

Paso 1: Recordar valores farmacocinéticos.

FÁRMACO	Cp (µg/ml)	Vd (ml/kg)	Cl (ml/kg/min)	Dilución (µg/ml)
Tiopental	5 - 20	400	3	25,000
Etomidato	1 - 1.3	300	17	2,000
Propofol	1 - 10	300	30	10,000
Midazolam	0.05 - 1.0	400	7	500
Ketamina (Analgesia)	0.1 - 0.35	500	18	500
Fentanilo	0.002 - 0.035	600	13	5 - 10 - 15
Sufentanilo	0.0002 - 0.002	100	11	100 - 200
Alfentanilo	0.05 - 0.5	150	6	100
Remifentanil	0.001 - 0.020	200	40	20 - 50 - 100
Vecuronio	0.150 - 0.307	260	4.6	100
Atracurio	1 - 1.3	160	5.5	500 - 1000
Mivacurio	0.110 - 0.750	200	54.5	200
Rocuronio	1.25 - 5.0	200	4	500
Cisatracurio	0.5 - 1.4	133	5.1	200 - 500

Paso 2: Basándonos en el modelo mamilar de tres compartimientos, la droga debe completar un ciclo de distribución, metabolismo y eliminación. El periodo de distribución ocurre en varias fases, hasta que la droga alcanza el equilibrio o estado estable (plasma-sitio efecto). Y para ello, lo ideal es dar un bolo inicial o Dosis de Carga y posteriormente una Dosis de Infusión.

Paso 3: CÁLCULOS.

Ejemplo: Masculino 70 kg Talla 170 cm.

PROPOFOL

Cp (1-10 mcg/ml) Vd (300ml/kg) Cl (30 ml/kg/min)

Dilución 200 mg/ 20 ml = 10 mg/ml

Dosis de carga= Cp x Vd

Dosis de Carga = Cp 4 ug/ml x Vd = 300 ml/kg = 1200 ug/kg

Dosis de carga = 1200 ug/kg x 70Kg (Peso del Pte)= 84000 ug = 84 mg de Propofol de bolo inicial

Dosis de infusión = Cp x Cl (tasa de aclaramiento)

Dosis de Infusion = Cp 2,5 ug/ml x Cl=30 ml/kg/min) = 75 ug/kg/min ó

0,075 mg/kg/min x 60 min = 4,5 mg/kg/hora

Dosis de Infusión = 4,5 mg/kg/hora x 70 kg (peso Pte) = 315 mg/hora ó 31,5 cc/hora (Propofol de 10 mg/ml)

Nota: Lo ideal aunque NO INDISPENSABLE, es que las infusiones de Propofol sean tituladas con BIS o cualquier otro monitor de profundidad anestésica. Cuando usamos TCI, las Cp de Propofol en sitio efecto y en sinergia con opioides se manejan en un rango de 2,5-2,8 ug/ml de Target. Y en promedio, con los ajustes de cada modelo en el transcurso del tiempo, predicen dosis de infusión entre 5-8 mg/kg/hora.

REMIFENTANILO

Cp (0.001 - 0.020 ug/ml) Vd (200ml/kg) Cl (40 ml/kg/min)

Dilución 10-20-40-50-100 ug/ml

No hacemos Dosis de carga.

Si partimos del hecho que nuestra dilución de Remifentanilo es de 20 ug/ml:

Dosis de infusión = $C_p \times Cl$ (tasa de aclaramiento)

Ejemplo N° 1. Dosis de infusión = C_p 0,01 ug/ml x Cl 40 ml/kg/min = 0,4 ug/Kg/min x 60 min X 70 Kg = 1680 ug/hora entre 20 ug/ml = 84 cc/hora

Ejemplo N° 2. Dosis de infusión = C_p 0,002 ug/ml x V_d 40 ml/kg/min = 0,08 ug/kg/min (16,8 cc/hora)

Ejemplo N° 3. Dosis de infusión = C_p = 0,005 ug/ml x 40 ml/kg/min = 0, 2 ug/kg/min (42 cc/hora)

En el transcurso de cada hora de una infusión podemos calcular un estimado de la Concentración plasmática de la droga mediante una TASA DE PERFUSION

Dosis total mcg – mg

1. Dosis total entre peso mcg - mg/kg
2. Dosis peso entre horas mcg - mg/kg/hr
3. Dosis entre minutos mcg - mg/kg/minuto
4. Dosis entre aclaramiento mcg/ml

En otras palabras:

FÓRMULA INVERSA

Dosis total de opioide en ug / Peso real / Tiempo de cirugía en minutos / Aclaramiento

Ejemplo: Remifentanilo

$800 \text{ ug} / 70 \text{ kg} / 60 \text{ min} / 40 \text{ ml/Kg/min} = 0,004 \text{ ug/ml}$ o 4 ng/ml

Esto sería un aproximado de la concentración plasmática para ese momento.

Nota: Con la técnica TIVA TCI, las concentraciones Target de Remifentanil en sinergia con Propofol en un adulto promedio varían en un rango de 4-7 ng/ml. Se debe tomar en consideración que el manejo de protocolos de analgesia multimodal

siempre será requerido, sobretodo en pacientes que sean manejados con Remifentanilo.

FENTANILO

Cp (0.002 - 0.035 ug/ml) Vd (600ml/kg) Cl (13 ml/kg/min) Dilución 500 mcg/ 50 ml
= 10 mcg/ml

Para los cálculos de bolo inicial y tasa de infusión se usa PESO IDEAL

Dosis de carga= Cp x Vd

Dosis de carga = Cp 0,006 ug/ml x Vd 600 ml/kg = 3,6 ug/kg

Sujeto de 70 kg x 3,6 ug/kg = 252 ug de bolo inicial

Dosis de infusión = Cp (ug/ml) x Cl (ml/kg/min)

DOSIS DE INFUSION = Cp 0,01 ug/ml x Cl 13 ml/kg/min = 0,13 ug/kg/min

Sujeto de 70 kg x 0,13 ug/kg/min = 9,1 ug/min x 60 min = 546 ug/hora =54,6 cc/hora

FÓRMULA INVERSA

Dosis total de opioide en ug / Peso real / Tiempo de cirugía / Aclaramiento

Ejemplo

Sumando el bolo inicial de 250 ug más lo infundido en un caso supuesto que sean 100 ug = 350 ug 350 ug / 70 kg / 60 min/ 13 ml/Kg/min = 0,006 ug/ml QUE sería un aproximado de la concentración plasmática. Con una Cp < 0,006 se extuba sin complicaciones.

Si el cálculo da > 0,007 se recomienda esperar antes de pensar en llevar a cabo reversión, ya que esto implicará que el paciente NO tenga analgesia residual y presente dolor postoperatorio de intensidad variable.

Esperamos que les sea de gran utilidad este manual de cálculos, al que llamamos EasyKit, cada vez que decidan brindarles a sus pacientes esta beneficiosa y

apasionante TÉCNICA DE ANESTESIA TOTAL INTRAVENOSA haciendo uso de bombas de infusión volumétricas o de jeringa y obteniendo resultados muy cercanos a las predicciones de los simuladores y modelos farmacocinéticos incluidos en los sistemas TCI. Recordando siempre que existe una gran variabilidad interindividual y que cada paciente se nos presenta como un nuevo reto; además debemos hacer uso de otras herramientas, como por ejemplo los simuladores farmacocinéticos como el Rogloop, Anestfusor, TivaTrainer, así como también todas las herramientas de monitoreo que tengamos a la mano y que permitirán que nuestra anestesias sean tan seguras como pilotear un avión.

BIBLIOGRAFÍA

1. - White P. Clinical Uses of Intravenous Anesthetic and Analgesic Infusions. *Anesth Analg* 1989; 68:161-171.
- 2.- Muñoz JH. Propofol ayer y hoy. *Revista Mexicana de Anestesiología*. 2005; 28: 148158
- 3.- Muñoz Cuevas JH, Anestesia basada en Analgesia. Perfusiones Intravenosas, *Rev Mex Anest*. Vol 30, Supl1 – abril-junio 2007: pp S180-184.
4. - Morgan G. E., & Mikhail M.S. (2013). Total Intravenous Anesthesia (TIVA). En: *Clinical anesthesiology* (pp. 454,455). New York: McGraw-Hill.
- 5.- Pardo M. y Randall M. S. (2016). *Formación en anestesiología*. En: Ronald D. Miller (eds.), *Miller Anestesia* (pp. 1-3). España: Elsevier

ANEXO 9

EDUCACIÓN EN EL TRABAJO

Para poder lograr el objetivo de la TIVA y demostrar sus ventajas, se deben llevar a la práctica todos los conocimientos teóricos adquiridos durante las conferencias recibidas en el proceso de perfeccionamiento docente-educativo y de enseñanza-aprendizaje de este contenido.

¿Cómo usted calcularía la dosis de carga y de infusión utilizando la jeringuilla perfusora en un paciente masculino, de 40 años, con un peso de 80 kg y 1.80cm de estatura, que va a ser intervenido de una litiasis coledociana?

Fármacos a utilizar:

Hipnótico: Propofol.

Analgésico opioide: Fentanilo.

¿Qué debe tener en cuenta para aplicar los cálculos en este ejemplo?

Para el Propofol: Concentración Plasmática (Cp), Volumen de distribución (Vd), Aclaramiento (Cl), Dilución 200 mg/ 20 ml = 10 mg/ml.

- Peso del paciente 80 kg
- Cp (1-10 mcg/ml) Vd (300ml/kg) Cl (30 ml/kg/min)
- Dosis de Carga (DC)=Cp x Vd
- Si deseamos una Concentración(Cp) de 5mcg/ml en la dosis de carga
- $DC=5 \times 300=1500$ mcg/kg
- $DC=1500 \times 80=120000$ mcg y Cómo 1mg = 1000mcg, si lo llevamos a mg sería un bolo de carga de Propofol en este paciente de 120 mg.
- ¿Cómo calcular la dosis de infusión (DI)?
- $DI= Cp \times Cl$, si deseamos una Cp= 2.5mcg/ml x Cl =30 ml/kg
- $DI= 75$ mcg/kg/min ó
- 0,075 mg/kg/min x 60 min
- 6 mg/kg/hora

Dosis de Infusión = 6 mg/kg/hora x 80 kg (peso Pte) = 480 mg/hora ó 48 ml/hora (Propofol de 10 mg/ml)

¿Cómo haría el cálculo del Fentanilo en este paciente?

- Fentanilo: Cp (0.002 - 0.035 mcg/ml) Vd (600ml/kg) CI (13 ml/kg/min)
Dilución 500 mcg/ 50 ml = 10 mcg/ml
- Para los cálculos de bolo inicial y tasa de infusión se usa PESO IDEAL
- Dosis de carga= Cp x Vd
- Dosis de carga = Cp 0,006 mcg/ml x Vd 600 ml/kg = 3,6 mcg/kg
- Sujeto de 80 kg x 3,6 mcg/kg = 288 mcg de bolo inicial
- Dosis de infusión = Cp (mcg/ml) x CI (ml/kg/min)
- DOSIS DE INFUSION = Cp 0,01 mcg/ml x CI 13 ml/kg/min = 0,13 mcg/kg/min
- Sujeto de 80 kg x 0,13 mcg/kg/min = 10.4 mcg/min x 60 min = 624 mcg/hora
=62.4 ml/hora

BIBLIOGRAFÍA

1. - White P. Clinical Uses of Intravenous Anesthetic and Analgesic Infusions. *Anesth Analg* 1989; 68:161-171.
- 2.- Muñoz JH. Propofol ayer y hoy. *Revista Mexicana de Anestesiología*. 2005; 28: 148158
- 3.- Muñoz Cuevas JH, Anestesia basada en Analgesia. Perfusiones Intravenosas, *Rev Mex Anest*. Vol 30, Supl1 – abril-junio 2007: pp S180-184.
- 4.- Pardo M. y Randall M. S. (2016). *Formación en anestesiología*. En: Ronald D. Miller (eds.), *Miller Anestesia* (pp. 1-3). España: Elsevier
- 5.- Morgan G .E, & Mikhail M.S. (2013). Total Intravenous Anesthesia (TIVA). En: *Clinical anesthesiology* (pp. 454,455). New York: McGraw-Hill.

ANEXO 10

EDUCACIÓN EN EL TRABAJO

Los residentes deben ser responsables junto con el colectivo de profesores en la educación en el trabajo, adquiriendo los hábitos y habilidades necesarios para el perfeccionamiento del contenido Anestesia Total Intravenosa, el siguiente ejercicio docente-educativo ayudará en el proceso de enseñanza-aprendizaje de dicho contenido:

¿Cómo usted calcularía la dosis de carga y de infusión utilizando la jeringuilla perfusora en una paciente femenina, de 50 años, con un peso de 60 kg y 1.60cm de estatura, que va a ser intervenida de un fibroma uterino?

Fármacos a utilizar:

Hipnótico: Propofol.

Analgésico opioide: Fentanilo.

¿Qué debe tener en cuenta para aplicar los cálculos en este ejemplo?

Para el Propofol: Concentración Plasmática (Cp), Volumen de distribución (Vd), Aclaramiento (Cl), Dilución 200 mg/ 20 ml = 10 mg/ml.

- Peso del paciente 60 kg
- Cp (1-10 mcg/ml) Vd (300ml/kg) Cl (30 ml/kg/min)
- Dosis de Carga (DC)=Cp x Vd
- Si deseamos una Concentración(Cp) de 4mcg/ml en la dosis de carga
- DC=4 x 300=1200 mcg/kg
- DC=1200 x 60=72000mcg y Cómo 1mg = 1000mcg, si lo llevamos a mg sería un bolo de carga de Propofol en este paciente de 72 mg.
- ¿Cómo calcular la dosis de infusión (DI)?
- DI= Cp x Cl, si deseamos una Cp= 2 mcg/ml x Cl =30 ml/kg
- DI= 60 mcg/kg/min ó
- 0,06 mg/kg/min x 60 min
- 3.6 mg/kg/hora
- Dosis de Infusión =3.6 mg/kg/hora x 60 kg (peso Pte) = 216 mg/hora ó 21.6 ml/hora (Propofol de 10 mg/ml)

¿Cómo haría el cálculo del Fentanilo en esta paciente?

- Fentanilo: Cp (0.002 - 0.035 mcg/ml) Vd (600ml/kg) CI (13 ml/kg/min)
Dilución 500 mcg/ 50 ml = 10 mcg/ml
- Para los cálculos de bolo inicial y tasa de infusión se usa PESO IDEAL
- Dosis de carga= Cp x Vd
- Dosis de carga = Cp 0,005 mcg/ml x Vd 600 ml/kg = 3 mcg/kg
- Paciente de 60 kg x 3 mcg/kg = 180 mcg de bolo inicial
- Dosis de infusión = Cp (mcg/ml) x CI (ml/kg/min)
- DOSIS DE INFUSION = Cp 0,01 mcg/ml x CI 13 ml/kg/min = 0,13 mcg/kg/min
- Paciente de 60 kg x 0,13 mcg/kg/min = 7.8 mcg/min x 60 min = 468 mcg/hora =46.8 ml/hora

BIBLIOGRAFÍA

1. - White P. Clinical Uses of Intravenous Anesthetic and Analgesic Infusions. *Anesth Analg* 1989; 68:161-171.
- 2.- Muñoz JH. Propofol ayer y hoy. *Revista Mexicana de Anestesiología*. 2005; 28: 148158
- 3.- Muñoz Cuevas JH, Anestesia basada en Analgesia. Perfusiones Intravenosas, *Rev Mex Anest*. Vol 30, Supl1 – abril-junio 2007: pp S180-184.
- 4.- Pardo M. y Randall M. S. (2016). *Formación en anestesiología*. En: Ronald D. Miller (eds.), *Miller Anestesia* (pp. 1-3). España: Elsevier
- 5.- Morgan G .E., & Mikhail M.S. (2013). Total Intravenous Anesthesia (TIVA). En: *Clinical anesthesiology* (pp. 454,455). New York: McGraw-Hill.