



PlasmaSoft, una herramienta para el aprendizaje de la Plasmaféresis.

PlasmaSoft, plasmapheresis learning tool.

Mislenis R Viamonte Batista², Grettel Beatriz Calvo Viamonte²

¹ Licenciada en Enfermería, Especialista de primer grado en Enfermería intensiva y Emergencia Médica, Miembro Titular de la Sociedad Cubana de Enfermería. Instructor. Hospital General "Vladimir Ilich Lenin". Holguín. Cuba. <http://orcid.org/0000-0002-4086-4511>.

² Interno vertical cuidados intensivos. Universidad de Ciencias Médicas. Holguín. Cuba. <http://orcid.org/0000-0002-4406-3156>.

Correspondencia: mislenisvb@infomed.sld.cu

RESUMEN

Introducción: La Plasmaféresis es una técnica de depuración extracorpórea que consiste en la separación del plasma y los elementos de la sangre con el fin de eliminar aquellos factores patógenos presentes en el plasma, causantes de una enfermedad generalmente autoinmune o de origen inmunológico.

Objetivo: Confeccionar e implementar un software educativo que brinde información acerca de la técnica de plasmaféresis terapéutica de una manera sencilla y accesible para un mejor conocimiento al personal del servicio de hemodiálisis y para brindar a la red.

Método: Producto de desarrollo tecnológico, creado con el sistema informático Crheasoft. Para su evaluación se siguieron las guías establecidas por la Universidad de Ciencias Médicas de Holguín.

Resultados: La Plasmaféresis terapéutica es un procedimiento con enormes beneficios cuando se utiliza en patologías con demostrada eficacia.

Conclusión: A través de la aplicación del software educativo. Consideramos que los detalles relacionados con todo el procedimiento deben ser de dominio de todo el personal médico y de enfermería que están directamente relacionados con los aspectos técnicos que él implica.

Palabras claves: plasmaféresis/ plasma/ sangre/ software

ABSTRACT

Introduction: Plasmapheresis is an extracorporeal purification technique that consists of the separation of plasma and blood elements in order to eliminate those pathogenic factors present in the plasma, causing a generally autoimmune or immunological disease.

Objective: To prepare and implement an educational software that provides information about the technique of therapeutic plasmapheresis in a simple and accessible way for a better knowledge of the hemodialysis service staff and to provide the network.

Method: Technological development product, created with the Crheasoft computer system. For their evaluation, the guidelines established by the University of Medical Sciences of Holguin were followed.

Results: Therapeutic Plasmapheresis is a procedure with enormous benefits when used in pathologies with proven efficacy.

Conclusion: Through the application of educational software. We believe that the details related to the entire procedure must be the domain of all medical and nursing staff that are directly related to the technical aspects that it implies.

Keywords: plasmapheresis / plasma / blood / software

INTRODUCCIÓN

La Plasmaféresis es una técnica de depuración extracorpórea que consiste en la separación del plasma y los elementos de la sangre con el fin de eliminar aquellos factores patógenos presentes en el plasma, causantes de una enfermedad generalmente autoinmune o de origen inmunológico, o bien la exacerbación de estos cuadros en forma de crisis que puedan condicionar riesgo de vida inminente, pero potencialmente manejables con esta alternativa de tratamiento. Puede realizarse mediante centrifugación o filtración utilizando membranas de alta permeabilidad^{1, 2,3}.

El objetivo es extraer determinadas sustancias, como por ejemplo, autoanticuerpos, endotoxinas, paraproteínas, inmunocomplejos, choglobulinas. El procedimiento permite también reemplazar factores deficitarios del plasma^{3,4,5}. El volumen de plasma retirado puede ser reemplazado bien por plasma fresco o bien por albúmina, según lo requiera la patología y la situación específica del paciente. El volumen extraído en cada sesión debe ser igual al volumen de plasma circulante y varía entre 2 y 5 litros²⁻³. El cálculo se realiza por la fórmula de Kaplan y depende del peso y hematocrito del paciente.

Volumen de Plasma Estimado = [0.065 x Peso (Kg.)] x [1-Hto]

Al realizar este procedimiento se ha logrado 3 tipos de resultados favorables^{6, 7, 8,9}

1. Modular la respuesta inmune y disminuir aquellos componentes responsables de la enfermedad: anticuerpos, inmunocomplejos, paraproteínas, etc.

2. Reemplazo de factores deficitarios del plasma, con plasma fresco.
3. Otros efectos sobre el sistema inmune mejorando la depleción de fibrinógeno, citoquinas y complemento, así mismo favoreciendo la actuación del sistema retículo endotelial.

Antecedentes históricos.

Las primeras técnicas de aféresis fueron manuales, en ellas se obtenía una décima parte del volumen sanguíneo del paciente, el cual era sometido a centrifugación separando el plasma de los elementos celulares, siendo estos últimos reinfundidos al paciente después de ser calentados y diluidos en el plasma de donantes^{1, 2,3}. Fue el Dr. Edwin J. Cohn, PhD, en la escuela de medicina de Harvard en los años 50 quien a partir de la técnica de centrifugación inventada en Suiza en 1877 por el Dr. Cari Gustav Patrik de Laval y patentada en los Estados Unidos en 1881, quien diseño la centrífuga de campana e impulsó el desarrollo de la aféresis a los logros actuales²⁻⁵. Esta tecnología se basa en la separación de los componentes del plasma de acuerdo con su densidad, y tiene la enorme ventaja de permitir la citoféresis, de tal manera que es la que se utiliza principalmente en los bancos de sangre.

La aféresis por filtración es una tecnología más reciente. La plasmaféresis por filtración con la utilización de máquinas de hemodiálisis, representa hoy en día la mejor alternativa, puesto que estos equipos se encuentran muy difundidos en todos países, son de fácil utilización, se cuenta con enfermeras y médicos familiarizados con su manejo, y finalmente es posible acceder a todos los componentes necesarios para su práctica.

La experiencia a nivel mundial con esta técnica es relativamente nueva a pesar de los múltiples beneficios que puede proporcionar. En 1992 se encuentra la primera publicación al respecto por el grupo de Gerhardt y colaboradores²⁻⁶, quienes practicaron 281 plasmaféresis en 49 pacientes durante siete años.

Ventajas y aplicaciones de la plasmaféresis.^{10, 11,12}

1. Depleción rápida de factores específicos asociados a la enfermedad:
 - a. Incluyen autoanticuerpos patogénicos tipo inmunoglobulina G y M, complejos inmunes circulantes, crioglobulinas, cadenas ligeras de inmunoglobulinas y lipoproteínas con alto contenido de colesterol.
 - b. En este caso el objetivo principal es remover estas sustancias y permitir la reversión del proceso patológico o disminuir sus manifestaciones clínicas, en muchas de estas situaciones esto puede significar la diferencia entre la vida y la muerte.
 - c. Por lo tanto es una aplicación potencialmente manejable y con buenos resultados en los pacientes afectos.

2. Sustitución de factores deficitarios del plasma. Se remueve el plasma patológico y se reemplaza con plasma normal. Su propósito es administrar elementos deficitarios en el plasma como en pacientes con púrpura trombocitopeniatrombóticas

3. Modulación de la respuesta inmune: Descargando al sistema reticuloendotelial y mejorando la depuración endógena de anticuerpos o complejos inmunes.

4. Otros efectos sobre el sistema inmune:

a. Remoción de mediadores inflamatorios (citoquinas, complemento).

b. Cambio en la relación antígeno-anticuerpo, dando como resultado formas más solubles de complejos inmunes.

c. Estimulación de clones de linfocitos para mejorar la terapia citotóxica.

Indicaciones de la plasmaféresis.

Las indicaciones más comunes para plasmaféresis son las enfermedades neurológicas como el Síndrome de Guillain-Barré y la miastenia gravis), aunque también en algunas entidades nefrológicas y hematológicas como el síndrome de Goodpasture, lupus y la púrpura trombocitopeniatrombóticas).^{14, 15, 16}

Recomendaciones de la Asociación Americana para Aféresis (ASFA) y la Asociación Americana de Bancos de Sangre (AABB) de acuerdo a la eficacia del tratamiento.

Categoría I: La aféresis terapéutica es una terapia aceptable ya sea como terapia de primera línea o adyuvante a otras terapias. Su eficacia está basada en pruebas bien controladas o bien diseñadas. Las enfermedades que corresponden a este grupo son: enfermedad por anticuerpos antimembrana basal glomerular, hipercolesterolemia familiar, enfermedad por almacenamiento de ácido fitánico, púrpura trombocitopeniatrombóticas (PTT), púrpura postransfusión, polirradiculoneuropatía desmielinizante inflamatoria aguda o crónica, polineuropatía desmielinizante con IgG e IgA y miastenia gravis^{18, 19}

Categoría II: La aféresis es generalmente aceptada en una terapia de soporte. Las entidades que comprenden este grupo son: glomérulo nefritis rápidamente progresiva, enfermedad por aglutininas frías, artritis reumatoidea, púrpura trombocitopenia idiopática (PTI), receptores de trasplante de médula ósea con incompatibilidad ABO, mieloma múltiple y síndromes de hiperviscosidad, falla renal aguda por mieloma múltiple, presencia de inhibidores de factores de la coagulación, síndrome miasteniforme de Eaton-Lambert, enfermedad desmielinizante inflamatoria aguda del sistema nervioso central, corea de Sydenham, polineuropatía con IgM (con o sin Waldenstrom), crioglobulinemia con o sin polineuropatía, desórdenes neuropsiquiátricos autoinmunes pediátricos e hipercolesterolemia familiar

Categoría III: La aféresis terapéutica no está claramente indicada, basado en evidencia insuficiente o resultados contradictorios. Comprenden las siguientes entidades: aplasia pura de

células rojas, lupus eritematoso sistémico, fenómeno de Raynaud, esclerosis múltiple progresiva, esclerosis sistémica o esclerodermia, tormenta tiroidea, anemia hemolítica autoinmune, síndrome hemolítico urémico (SHU), sensibilización a trasplante renal, glomeruloesclerosis focal y segmentaria, rechazo de trasplante cardiaco, falla hepática aguda, sobredosis por drogas o envenenamientos, vasculitis, enfermedad hemolítica del recién nacido, miositis por cuerpos de inclusión, síndromes neurológicos paraneoplásicos, mieloma múltiple con polineuropatía o síndrome POEMS, polimiositis o dermatomiositis, encefalitis de Rasmussen y síndrome del hombre rígido.

Categoría IV: La aféresis terapéutica ha sido demostrada que carece de efectividad. Patologías reportadas con resultados no concluyentes: AIDS, esclerosis lateral amiotrófica, PTI crónica, nefritis lúpica, psoriasis, rechazo de trasplante renal, esquizofrenia y amiloidosis sistémica

Tipos de plasmaféresis.

Existen dos técnicas principales de aféresis:

- El método más antiguo es aféresis por centrifugación, ésta puede ser por dispositivos manuales o mecánicos, a su vez las técnicas mecánicas pueden ser intermitentes o continuas. Este método es el utilizado en bancos de sangre, y tiene la enorme ventaja de que permite citoféresis^{20, 21}.
- El segundo método de aféresis es por filtración transmembrana, se basa en la utilización de membranas de Alta permeabilidad por el gran tamaño de sus poros (0,3 - 0,6 micrones), lo cual permite que todo el plasma y sus moléculas sea filtrado a su paso, reteniéndose sólo el componente celular. Requiere catéter venoso central y anticoagulación con heparina. Este método tiene las ventajas de un volumen de circulación muy bajo (100 a 150 min de sangre por minuto), remoción de plasma (2 litros) en mucho menor tiempo (1 a 1 ½ hora), y además porta bajo riesgo de generar trombocitopenia²².

MATERIAL Y MÉTODO

Es un producto de desarrollo tecnológico, creado con el sistema informático Crheasoft. Para su evaluación se siguieron las guías establecidas por la Universidad de Ciencias Médicas de Holguín.

RESULTADOS:

La Plasmaféresis terapéutica es un procedimiento con enormes beneficios cuando se utiliza en patologías con demostrada eficacia.

DISCUSIÓN

En vista de que la utilización de este procedimiento ha sido reservada para las unidades renales en el país, y de que en nuestra experiencia durante casi 21 años ha demostrado facilidades para

llevarse a cabo, enormes beneficios terapéuticos y carencia de mayores efectos colaterales, consideramos que los detalles relacionados con todo el procedimiento deben ser de dominio de todo el personal médico y de enfermería que están directamente relacionados con los aspectos técnicos que él implica, y por lo tanto a continuación pasamos a describir de una manera muy detallada todos los pasos necesarios para incursionar en esta terapia.

El licenciado Humberto Moreno Espitia en el año 1998 en su documento Guías de Manejo para la Realización de la Plasmaféresis Transmembrana detalla en forma clara varios de los pasos por seguir, por lo tanto algunos de los aspectos técnicos y gráficas (algunas modificadas bajo su autorización) presenta a continuación exhiben recomendaciones semejantes.

Preparación del circuito.

1. Extraer la línea arterial del kit de plasmaféresis o de hemodiálisis convencional de forma estéril.
2. Ubicar la línea de conexión roja o arterial en la bomba roller y colocarla según el trayecto para ésta, estipulado en la máquina para hemodiálisis.
3. Cerrar clamps a medida que se va destapando la línea.
4. Conectar esta línea arterial, con el polo rojo del plasmafiltro de forma estéril.
5. Ubicar la línea de conexión azul o venosa y colocarla según el trayecto estipulado en la máquina para hemodiálisis.
6. Cerrar clamps a medida que se va destapando la línea.
7. Ubicar la cámara de esta línea en la trampa de aire y colocarla según el trayecto para ésta, estipulado en la máquina para hemodiálisis.
8. Pasar la línea venosa por el clamp de seguridad de la máquina que queda por debajo de la trampa de aire
9. Conectar esta línea venosa, con el polo azul del plasmafiltro de forma estéril.
10. Colocar el plasmafiltro en el brazo lateral de la máquina de hemodiálisis con el polo azul hacia arriba.
11. Conectar el cistoflo al terminal azul lateral-superior del plasmafiltro y camplear su línea mientras se realiza el purgado arteriovenoso. El terminal rojo lateral inferior si está presente debe anularse en su función utilizando el conector cerrado que trae el kit de plasmaféresis.

Purgado del equipo.

12. Preparar las soluciones salinas heparinizadas (SSH) así: 5.000 UI de heparina más 1.000 cc de SSN. Se deben preparar en total 2.000 cc de SSN para ser utilizadas en su totalidad durante el purgado. Disponerlas en un atril alto.

13. Conectar las soluciones salinas heparinizadas una a una, al puerto de purgado de la línea arterial, teniendo la precaución de que todos los clamps deben estar perfectamente cerrados. Iniciar el purgado desde el puerto de purgado hacia la terminal arterial con el fin de garantizar la salida del aire de la línea, purgando por gravedad. Luego se inicia el purgado del resto del circuito encendiendo la bomba roller máximo a 200 ml/min con el fin de conservar la integridad de las fibras del plasmafiltro. **No golpear el plasmafiltro**, basta con ubicarlo en forma vertical en el brazo lateral de la máquina de hemodiálisis, se debe eliminar la solución salina que es drenada por el terminal venoso de la línea arteriovenosa.
14. Con los últimos 500 cc de SSH de cada bolsa se purga la parte externa de la membrana cerrando la línea venosa y pasando esta solución a través de la conexión del plasmafiltro hacia el cistoflo previo desclampeo de su línea de drenaje hacia el cistoflo y encendiendo la bomba roller a un máximo de 100 ml/minuto. Al terminar con el purgado de todo el equipo, cerrar la conexión al cistoflo y conectar la línea arterial a la venosa con el recirculador.
15. Iniciar la recirculación de la solución heparinizada dando inicio a la bomba roller a 100 ml/min, con el fin de extraer restos de aire, y de heparinizar todo el circuito.
16. Mientras recircula, conectar el equipo multiflujo o la llave de tres vías a la cámara atrapa burbujas de la línea azul por la cual se infunde la albúmina, o PFC o la solución de reposición (Hartman).
17. Conectar un equipo macro goteo con una SSN de 500 cc al puerto de purgado de la línea arterial o puerto de lavado, la cual se utilizará en el momento de la desconexión para devolver la sangre, o en situaciones en que el paciente requiere una carga de volumen durante el procedimiento.
18. Desechar la solución salina heparinizada del purgado del cistoflo.

Iniciación del procedimiento.

Deben seguirse los siguientes pasos:

1. Retirar el apósito que cubre las líneas del catéter y retirar la heparina de cada extensión verificando permeabilidad.
2. Iniciar la máquina en modo de diálisis y en bypass en el caso de utilizar soluciones dialisantes (ácido y bicarbonato), con el fin de dar conductividad, lo cual no es absolutamente necesario.
3. Conectar la línea arterial al catéter del paciente.
4. Invertir el plasmafiltro antes del inicio con el polo arterial hacia arriba.
5. Abrir los clamps de las líneas arterial y venosa, y de la extensión arterial del catéter.
6. Encender la bomba roller a un flujo de 50-100 ml/min y continuar el procedimiento con un flujo de 100 a 200 ml/min.

7. Una vez eliminado todo el contenido de la solución salina heparinizada en el circuito arteriovenoso detener la bomba y conectar la terminal venosa a la extensión venosa del catéter, abrir luego los respectivos clamps venosos.
8. Colocar la dosis de anticoagulante (heparina) en la línea arterial, 5000 UI (o 50 UI/kg) y refuerzo de 1.000 UI a la hora o según las pruebas de coagulación del paciente de acuerdo a la orden médica.
9. Confirmar que la sangre fluya adecuadamente por todo el circuito arteriovenoso.
10. Aplicar una ampolla de gluconato de calcio por 10 cc por el puerto de administración de medicamentos de la línea venosa, lentamente.
11. Iniciar la remoción de plasma abriendo el clamp de la línea que va hacia el cistoflo.
12. Iniciar la reposición de volumen a través de la llave de tres vías en la cámara venosa atrapa burbujas, de acuerdo con la solución de reemplazo escogida, utilizando los infusores para tal fin.
13. Monitorizar la presión venosa y arterial con la ayuda de las cámaras arterial, venosa y filtros hidrofóbicos, la cual no debe exceder los 200 mm Hg en la presión arterial y 150 mm Hg en la presión venosa, valores más altos de inmediato tornarán el plasma filtrado de color rojizo indicando el paso de glóbulos rojos.
14. Observar durante todo el procedimiento las características del plasma filtrado para detectar la presencia de hemólisis.
15. Valorar permanentemente el funcionamiento del acceso vascular, para detectar flujo inadecuado que puede conducir a hemólisis o a trombosis del circuito y/o del plasmafiltro.
16. Mantener abrigado el paciente para evitar hipotermia.
17. Valorar permanentemente al paciente para detectar posible complicaciones del procedimiento.

Finalización del procedimiento.

1. Cerrar el clamp al cistoflo y luego cerrar el clamp de la línea arterial.
2. Abrir el clamp de paso de la SSN de purgado o lavado.
3. Dejar pasar 300 cc de SSN para devolver la sangre del circuito extracorpóreo en su segmento venoso al paciente, para ello se usa la bomba roller a un flujo de 100 a 200 ml/min; el lado correspondiente al segmento arterial se devuelve por gravedad.
4. Aplicar la segunda y última ampolla de gluconato de calcio por 10 cc por el puerto de administración de medicamentos de la línea venosa, lentamente.
5. Una vez devuelta la sangre al paciente, apagar la bomba roller, cerrar el clamp de la línea venosa y desconectar las líneas del catéter central con técnica aséptica.

6. Lavar el catéter con 10 cc de SSN por cada lumen a presión y dejar cada vía con heparina sin diluir según lo indicado en cada extensión por el fabricante.
7. Realizar desinfección y colocar vendaje en el sitio de inserción del catéter central según protocolos del servicio.
8. Desechar e inactivar el plasma removido (midiendo su volumen total).
9. Desechar todo el equipo utilizado en el procedimiento.
10. Realizar nota médica y de enfermería.

Complicaciones.

- ✓ Las relacionadas con cualquier circuito extracorpóreo, anticoagulación y catéteres venosos centrales son las mismas descritas en procedimientos hemodialítico, y por lo tanto no serán tocadas en esta revisión. El siguiente es un breve resumen de los problemas más comunes que pueden presentarse durante la plasmaferesis y su manejo recomendado.^{22, 5}

Hipocalcemia.

Esta complicación está relacionada con el descenso en el calcio sérico total, bien sea producido por la pérdida de éste adherido a la albúmina, o de su fracción libre a través de los plasmafiltros de alta permeabilidad. La fijación del calcio libre a la albúmina recién infundida también puede contribuir a esta complicación. El reemplazo de calcio intravenoso es útil para eliminar completamente esta complicación, en nuestra experiencia con la administración de una ampolla de gluconato de calcio al inicio del procedimiento y otra al final se obtiene muy buenos resultados.

Sensibilidad al plasma fresco congelado.

Se incluyen en esta categoría reacciones anafilácticas severas, broncoespasmo y transmisión de enfermedades virales.²³ Generalmente pueden manejarse fácilmente con antihistamínicos y líquidos IV, reacciones alérgicas más serias pueden requerir el uso de esteroides y adrenalina IV.

Hipotensión relacionada con volumen.

Se presenta esta complicación cuando no se vigila esmeradamente la cantidad de líquido filtrado y la administrada. La misma cantidad perdida por unidad de tiempo debe reemplazarse en igual medida con albúmina al 2% (o 5%) diluida en Hartman. Cuando sólo se utiliza lactato de Ringer como solución de reemplazo, es común que el volumen de reemplazo infundido sea superior al filtrado para lograr mantener la volemia del paciente, en esta última situación en nuestra unidad renal administramos de rutina entre 4 a 6 unidades de plasma fresco al terminar el procedimiento, con el fin de restaurar parcialmente la presión osmótica proporcionada por las proteínas que contiene el plasma fresco. Debido a que una proporción importante de la albúmina infundida tempranamente se filtra durante la plasmaféresis, una alternativa importante por tener en cuenta sería la de reemplazar 30% del volumen plasmático inicialmente removido con

Hartman, y luego 70% restante con albúmina a 2%, ello evitaría que una parte importante de la albúmina infundida se pierda en el procedimiento.

Tendencias hemorrágicas.

Son el resultado de pérdidas de los factores de coagulación a través de la membrana del plasmafiltro; así después de cada plasmaféresis el fibrinógeno, antitrombina III y factor VIII pueden caer en un 80%, la protrombina y otros factores de la coagulación en un 50 – 70 %, con recuperación en sus niveles normales a las 48 horas (17). Cuando los procedimientos se realizan cada 24 horas, o son múltiples, la depleción de factores de la coagulación es prolongada y requiere de varios días para su recuperación espontánea. Bajo estas circunstancias y en pacientes con un alto riesgo de hemorragia, se recomienda la infusión de 500 ml de plasma fresco congelado (aproximadamente dos unidades) hacia el final de la plasmaféresis, con el fin de recuperar los factores de coagulación. Otra alternativa recomendada es evaluar el TTP, TTP antes de la tercera plasmaféresis, y si este es mayor en 1,5 veces el control se debe de administrar el plasma fresco según la recomendación anterior.

Hipotermia.

El circuito arteriovenoso es básicamente extracorpóreo, y a diferencia de los equipos diseñados exclusivamente para plasmaféresis, en los de hemodiálisis no es posible el calentamiento de la sangre durante su tránsito por sus bombas, lo cual predispone al paciente a desarrollar hipotermia. A lo anterior se le suma el reemplazo rápido de grandes cantidades de volumen con líquidos a temperatura ambiental. La anterior complicación puede evitarse calentando el plasma, y otros líquidos por infundir a una temperatura de 37 °C, o utilizando frazadas que permitan calentar al paciente durante el procedimiento.

Infección posplasmaféresis.

Durante la plasmaféresis se pierden además de albúmina otras proteínas incluidas las gammaglobulinas, con lo cual se puede presentar hipogammaglobulinemia, de esta manera la reducción de las inmunoglobulinas pueden predisponer a las infecciones o agravar las presentes. En pacientes de alto riesgo para desarrollar infecciones, o si ellas están presentes la recomendación es aplicar gammaglobulina 100 - 400 UI/Kg IV al finalizar cada plasmaferesis de todas formas el tratamiento debe garantizar las estrictas medidas de asepsia y antisepsia.

Situaciones especiales.

En pacientes con PTT/SHU, defectos preexistente en la hemostasia como bajos niveles de fibrinógeno pre tratamiento (menores a 125 mgs/dl) y riesgo de depleción de colinesterasa, es imprescindible que la solución de reemplazo sea plasma fresco congelado. Se debe recordar que la plasmaféresis remueve medicamentos con alta fijación a las proteínas plasmáticas y pequeños volúmenes de distribución tisular. En estos casos es imprescindible la administración del

medicamento posplasmaféresis. Entre los medicamentos que no se remueven por plasmaféresis se resaltan la prednisona, ciclofosfamida, azatioprina, aminoglucósidos, tobramicina, digoxina y vancomicina.⁵ En paciente que reciben IECAS se ha presentado reacciones anafilactoides durante el procedimiento, no está claro el origen de ellas, pero se sugiere que pueden ser el resultado de un aumento en la generación de kininas. Para evitarlas se recomienda en pacientes que las presentan retirar el IECA 24 horas previas al procedimiento ²⁴

CONCLUSIONES

En este trabajo queda demostrado que a través de la aplicación del software educativo, Consideramos que los detalles relacionados con todo el procedimiento deben ser de dominio de todo el personal médico y de enfermería que están directamente relacionados con los aspectos técnicos que él implica, así para el conocimientos de los estudiantes y profesionales que pueda adquirirlo a través de la red

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Fernando A. Aféresis terapéutica. [Internet]. Ed Norma-Capitel. Madrid; 2005 [Citado 9 jul 2019]. Disponible en: [\[https://www.fesemi.org/sites/default/files/documentos/ponencias/xxxi-congreso-semi/Dr.%20Anaya.pdf\]](https://www.fesemi.org/sites/default/files/documentos/ponencias/xxxi-congreso-semi/Dr.%20Anaya.pdf)
2. Byrnes JJ, Khurana M. Treatment of thrombotic thrombocytopenic purpura with plasma. N Engl J Med. [Internet]. 1977 [Citado 9 jul 2019]; 297:1386-1389. Disponible en: <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJM197712222972507>
3. Benítez C. Uso de plasmaféresis en unidades de pacientes críticos. Revista médica de Chile. [Internet]. 2005 [Citado 9 jul 2019]; 133: 1441-1448. Disponible en: <https://acpjc.acponline.org/Content/115/3/issue/ACPJC-1991-115-3-081.htm>
4. Shemin D, Briggs D, Greenan M. Complications of Therapeutic plasma exchange. J ClinApher. [Internet]. 2005 [Citado 9 jul 2019]; 2007; 22(5):270-6. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17722046>
5. Kaplan AA. Therapeutic plasma exchange: core curriculum. Am J Kidney Dis. [Internet]. 2008 dic [Citado 9 jul 2019]; 52(6):1180-96. Disponible en: [https://www.ajkd.org/article/S0272-6386\(08\)00707-5/abstract](https://www.ajkd.org/article/S0272-6386(08)00707-5/abstract)
6. Kenneth H. Therapeutic Plasma Exchange. New England J Med. [Internet]. 1984 [Citado 9 jul 2019]; 1984; 310: 762. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5620780/>

7. Lockwood CM, Worllenge S, Nicholas A, Cotton C, Peters DK: Reversal of impaired splenic function in patients with nephritis or vasculitis (or both) by plasma exchange. *N Engl J Med* [Internet]. 1979 [Citado 9 jul 2019]; 300:524-530. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/154062>
8. Norda R. Therapeutic Apheresis in Sweden. *TransfusApheresisSci* [Internet]. 2003 [Citado 9 jul 2019]; 29:159-166. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12941356>
9. Sawada K, Malchesky PS, Nose Y. Available removal systems: state of the art. In: Nydegger UE, ed. *Therapeutic hemapheresis in the 1990s. Current Studies in Hematology and Blood Transfusion* Basel: Karger, [Internet]. 1900 [Citado 9 jul 2019]; 51-113. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/m/pubmed/16898153/>
10. Sutton DM. Complications of Plasma Exchange. *Transfusión*. [Internet]. 1989 [Citado 9 jul 2019]; 29: 124-127. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2919422>
11. Quillen K, Berkman E M. introduction to Therapeutic Apheresis; McLeod B C, Price T H, Weinstein R, eds, *Apheresis: Principies and Practice*, second edition, Bethesda, AABB press, 2003, pag 49-69.
12. Corbin F, Cullis H M, Freireich E J, Ito Y, Kellogg R M, Latham A, Mcleod BC. Development of Apheresis instrumentation,, McLeod B C, Price T H, Weinstein R, eds, *Apheresis: Principies and Practice*, second edition, Bethesda, AABB press, 2003, pag 1-27
13. Gerhardt RE, Ntoso KA, Koethe JD, Lodge S, Wolf CJ. Acute plasma separation with hemodialysis equipment. *J Am SocNephrol*. [Internet]. 1992 [Citado 9 jul 2019]; 2: 1455-8. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1627768>
14. Restrepo CA, Diaz R. Plasmaferesis modificada en Síndrome de Guillain Barre. VIII Congreso Colombiano de Nefrología e Hipertensión Arterial, Memorias Trabajos Libres. 1993: 32.
15. Perea Buenaventura D. Terapias de Reemplazo Renal. En: *Nefrología Básica*. 1a ed. Manizales: Editorial la patria; 2007.p.141-8.
16. Rahman T, Harper L. Plasmapheresis in nephrology: an update. *CurrOpinNephrolHypertens* [Internet]. 2006 [Citado 9 jul 2019]; 15: 603-9. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17053475>
17. Kaplan AA. Toward the rational prescription of therapeutic plasma exchange: the kinetics of immunoglobulin removal. *Semin Dial*. [Internet]. 1992 [Citado 9 jul 2019]; 5: 227-9. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1525-139X.1992.tb00482.x>
18. Smith JW, Weinsten R. Therapeutic apheresis: a summary of current indication categories endorsed by the AABB and the American Society for Apheresis. *Transfusion* [Internet]. 2003

- [Citado 9 jul 2019]; 43: 820-2. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12757535>
19. Szczepiorkowski ZM, Bandarenko N, Kim HC, Linenberger ML, Marques MB; Sarode R, et al. Guidelines on the use of therapeutic apheresis in clinical practice: evidence-based approach from the Apheresis Applications Committee of the American Society for Apheresis. *J ClinApher* [Internet]. 2007 [Citado 9 jul 2019]; 22:106-75. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27322218>
 20. Szczepiorkowski ZM, Shaz BH, Bandarenko N, Winters JL. The new approach to assignment of ASFA categories—introduction to the fourth special issue: clinical applications of therapeutic apheresis. *J ClinApher* [Internet]. 2007 [Citado 9 jul 2019]; 22: 96-105. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17394186>
 21. Shaz BH, Linenberger ML, Bandarenko N, Winters JL, Kim HC, Marques MB, et al. Category IV indications for therapeutic apheresis: ASFA fourth special issue. *J ClinApher* [Internet]. 2007 [Citado 9 jul 2019]; 22:176-80. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17377982>
 22. Orlin JB, Berkman EM. Partial plasma exchange using albumin replacement: removal and recovery of normal plasma constituents. *Blood* [Internet]. 1980 [Citado 9 jul 2019]; 56:1055-9. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6159932>
 23. Basic-Jukic N, Kes P, Glavas-Boras S, Brunetta B, Bubic-Filipi L, Puretic Z. Complications of therapeutic plasma exchange: experience with 4857 treatments. *TherApher Dial.* [Internet]. 2005 [Citado 9 jul 2019]; 9: 391-5. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16202013>
 24. Schreiber GB, Busch MP, Kleinman SH, Korelitz JJ. The risk of transfusion transmitted viral infections. The Retrovirus Epidemiology Donor Study. *N Engl J Med*[Internet]. 1996 [Citado 9 jul 2019]; 334:1685-90. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8637512>
 25. Owen HG, Brecher ME. Atypical reactions associated with use of angiotensin converting enzyme inhibitors and apheresis. *Transfusion*[Internet]. 1994 [Citado 9 jul 2019]; **34**: 891-4. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8637512>