

DISPOSITIVO DE COMPRESIÓN NEUMÁTICA SECUENCIAL PARA EXTREMIDAD INFERIOR

D. Giselle Chávez Soto^a, Miguel A. Méndez Velázquez^a

^aCentro de Ingeniería Biomédica, Hospital Universitario, UANL, ibhu@uanl.mx, gisellejh3@gmail.com, miguelmdz23@gmail.com

RESUMEN

La enfermedad tromboembólica venosa (ETE) es un trastorno donde se presenta una trombosis venosa y/o un embolismo pulmonar. Existen múltiples factores de riesgo para su desarrollo, por lo que profilácticamente se utiliza la compresión secuencial de extremidades inferiores mediante el uso de dispositivos que consisten en 3 cámaras de aire desde el pie hasta la porción inferior del muslo. Son infladas de manera secuencial, alcanzando la presión máxima entre 11 y 12 segundos, y de relajación a elección del usuario. Al ser dispositivos de alto costo, poco accesibles e incómodos para los pacientes, se busca el desarrollo de una órtesis con la misma finalidad siendo de menor costo, más cómoda y con menos efectos adversos a comparación de los usados en la actualidad.

Palabras Enfermedad tromboembólica venosa, trombosis venosa profunda, PLA, compresión neumática secuencial

ABSTRACT

Venous thrombosis is a disorder where either a deep vein thrombosis and / or a pulmonary embolism occur. There are multiple risk factors for its development, to prevent this, sequential compression devices of lower extremities are used. These devices consist of 3 air chambers from the foot to the lower portion of the thigh. They are inflated sequentially, reaching the maximum pressure in between 11 and 12 seconds, and relaxation is customizable. Being high-cost devices, of difficult access and uncomfortable for patients, the development of an orthosis is sought with the same purpose but being lower cost, more comfortable and with fewer adverse effects compared to those currently used.

Keywords: Venous thromboembolic disease, deep vein thrombosis, PLA, sequential pneumatic compression

1. INTRODUCCIÓN

Las guías de práctica clínica mexicanas (IMSS 425 10) recomiendan dentro de su tratamiento la deambulacion temprana, las medias de compresion graduada y los dispositivos de compresion neumática intermitente. Siendo esta última una alternativa para pacientes cuya deambulacion está comprometida y no les es posible.

Algunos de los dispositivos encontrados en el Journal CiOS Clinics in Orthopedic Surgery, que cumplen con estas funciones son el SCD Express devices ®, que provee compresiones

secuenciales alternadas con ciclos de compresión y relajación customizables de acuerdo a los tiempos de llenado venoso de extremidades inferiores del paciente. El SCD Express® mide el tiempo posterior a la compresión de las extremidades inferiores por separado, y usa la de mayor duración para ambas piernas.

Posee una batería de uso opcional, con durabilidad de 6 a 8 horas. Se utiliza una presión máxima entre 40-45 mmHg, alcanzada en 11 segundos.

DVT-3000 devices®, posee batería de uso opcional con duración de 8 a 10 horas. Se utiliza una presión máxima entre 40-45 mmHg, alcanzada en 12 segundos 40-45 mmHg, y tiempo de relajación customizable entre 24, 48 y 60 segundos, de acuerdo con los tiempos de llenado venoso de extremidades inferiores del paciente.

Ambos dispositivos consisten en 3 cámaras de aire desde el pie hasta la porción inferior del muslo, y son infladas de manera secuencial².

JUSTIFICACIÓN

Este protocolo se basa en la creciente demanda de un dispositivo utilizable para la profilaxis o tratamiento de la enfermedad tromboembólica venosa, a bajo costo, que sea cómodo y accesible para los pacientes ambulatorios, con la finalidad de la disminución de abandono a esta terapia.

HIPÓTESIS

El uso de la compresión neumática secuencial es favorable para la prevención de la trombosis venosa profunda

OBJETIVO

Diseñar una órtesis de compresión neumática secuencial que sea auxiliar en la prevención de trombos en extremidades inferiores al mejorar la circulación sanguínea en la extremidad afectada, sin la dependencia de tromboprofilaxis con anticoagulante.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Mayor comodidad para el usuario comparado con otros del mismo tipo
- Mejora estética
- Reducción del costo para la institución y/o el paciente que lo requiera
- Reducción de efectos deletéreos que impiden la continuación de su uso

2. TEORÍA

La enfermedad tromboembólica venosa (ETEV) es un trastorno donde se presenta una trombosis venosa y/o un embolismo pulmonar. La trombosis venosa es caracterizada por la

presencia de un coágulo o trombo en alguna vena de la vasculatura. Se le denomina profunda, al estar involucrada una arteria a la vez³.

La trombosis venosa profunda (TVP) se caracteriza por la tríada de Virchow: lesión endotelial, alteración de la hemostasia y un estado hipercoagulable.

Al estado predisponente a la trombosis se le denomina estado pro-trombótico o trombofilia. Se asocia a factores de origen primario como la deficiencia de inhibidores antitrombóticos y mutaciones genéticas como la enfermedad de Leiden, o adquiridos como cirugía previa, traumatismo, inmovilidad por un período prolongado, obesidad, edad avanzada, tratamiento hormonal, embarazo y puerperio⁴.

La incidencia de la ETEV es de 1 a 2 personas por cada 1000, cada año¹ 2/3 de los casos de ETEV son debido al internamiento hospitalario, pero sólo 1/3 de los pacientes reciben tratamiento profiláctico adecuado².

La profilaxis se realiza para disminuir el riesgo de morbi-mortalidad en las hospitalizaciones y en procedimientos quirúrgicos asociados a la trombólisis.

La ETEV, en un caso agudo es tratada con heparinas de bajo peso molecular (HBPM), para un posterior uso de antagonistas de la vitamina K, como terapia a largo plazo con la finalidad de prevenir recurrencias⁵.

La terapia mecánica, se basa en la compresión secuencial. En una metanálisis, se encuentra que reduce la recurrencia, tanto de la trombosis venosa profunda, como del embolismo pulmonar comparado con pacientes a quienes no se les realizó esta profilaxis. El uso de la compresión secuencial favorece de manera local y sistémica la actividad fibrinolítica, agregándole mayor protección contra la trombosis venosa profunda aguda mediante el vaciamiento mecánico de de las venas de la extremidad inferior⁶. Además, se encontró que es efectiva para la trombosis venosa profunda como la profilaxis con anticoagulantes y se asocia a menor probabilidad de sangrado. Ambas terapias, en conjunto, disminuyen aún más las probabilidades de trombosis venosa profunda⁷

3. METODOLOGÍA

Se comenzó por definir el problema y para ello se hizo una búsqueda bibliográfica y de soluciones en el mercado encontrando con que el dispositivo necesario existe, sin embargo, existe la posibilidad de mejorarlo y la disminución de su costo otorgar un mayor beneficio a una mayor cantidad de gente, al ser más accesible.

Una vez identificada la necesidad y revisando los avances e investigaciones relacionados a esta problemática, se decidió la aplicación de mejoras para obtener mejores resultados en el tratamiento.

Después, se procedió a buscar materiales que pudieran ser utilizados y fuesen baratos. A la par, se comenzó con el diseño por medio de CAD. Los materiales seleccionados fueron nylon

principalmente para los sacos que estarán en contacto con la piel para contener la presión, un recubrimiento de neopreno y en el exterior una tela para darle estructura y que la presión se aplique sobre la extremidad inferior. Para el contenedor de la electrónica y demás componentes necesarios; será un plástico rígido sugiriendo PLA para el prototipado.

4. RESULTADOS

Se elaboró el diseño conceptual asistido por computadora, así como la selección de materiales de fabricación, tanto de prototipado como de producción en masa, dando como resultado un producto efectivo, económico y eficaz para los padecimientos mencionados, con potencial de mayores aplicaciones con mínimos cambios.

5. CONCLUSIONES

Los dispositivos de compresión secuencial neumática intermitente son sugeridos como profilaxis para la trombosis venosa profunda en conjunto con anticoagulantes orales. Dichos dispositivos tienen un alto costo y son de baja disponibilidad para los pacientes, cosas que se tomaron en cuenta como áreas de oportunidad a mejora para la realización de este proyecto.

Al contribuir a la mejora de diseño y precio del dispositivo, se espera que incremente la disponibilidad del mismo, así como la disminución de costos resultarían en un mayor apego al tratamiento.



Diseño conceptual basado en la utilidad y portabilidad del dispositivo.

6. REFERENCIAS

- [1] Secretaría de Salud, “Diagnóstico y Tratamiento de la Enfermedad Tromboembólica Venosa.” Guías de Práctica Clínica (2010).
- [2] K. H. Koo et al., “Comparison of clinical and physiological efficacies of different intermittent sequential pneumatic compression devices in preventing deep vein thrombosis: A prospective randomized study,” *CiOS Clin. Orthop. Surg.* 6(4), 468–475 (2014) [doi:10.4055/cios.2014.6.4.468].

- [3] Guenter, G., Arauz, A., “Trombosis venosa cerebral: aspectos actuales del diagnóstico y tratamiento.” *Neurología* 26(8), 488–498 (2011).
- [4] G. Lippi, E. J. Falavero, and G. Cervellin, “Prevention of venous thromboembolism: Focus on mechanical prophylaxis,” *Semin. Thromb. Hemost.* 37(3), 237–251 (2011) [doi:10.1055/s-0031-1273088].
- [5] García Prieto, M., Maseda, A., Sánchez, A., Lorenzo-López, L., Núñez-Naveira, L., Millán-Calenti, J. C., “Enfermedad tromboembólica venosa en personas mayores: revisión de la literatura,” *Gerokomos* 25(3), 93–97 (2014).
- [6] Tamay, T. J., Rohr, P. R., Davidson, A. G., Stevenson, M. M., Byars, E. F., Hopkins, G. R., “Pneumatic calf compression, fibrinolysis, and the prevention of deep venous thrombosis.” *Surgery* 88(4), 489–496 (1980).
- [7] K. M. Ho and J. A. Tan, “Stratified meta-analysis of intermittent pneumatic compression of the lower limbs to prevent venous thromboembolism in hospitalized patients,” *Circulation* 128(9), 1003–1020 (2013) [doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.113.002690].