

TÍTULO TESIS DOCTORAL: “Efecto hemodinámico local sobre la arteria tibial posterior de un vendaje compresivo en el miembro inferior y análisis de la presión ejercida en superficie”

AUTORA: D^a Marta Garrigues Ramón

NÚMERO DE PÁGINAS: 173 páginas

RESUMEN

Introducción: La salud de aproximadamente doscientos millones de personas en todo el mundo, se ve comprometida por el desarrollo de enfermedades vasculares periféricas. Esta clase de enfermedad, está catalogada como una de las causas principales de morbilidad y mortalidad a escala mundial; comprendiendo tipos de patologías con mayor prevalencia en el miembro inferior, como son: la enfermedad arterial periférica y la insuficiencia venosa crónica, siendo esta última, el estadio más avanzado de la enfermedad venosa crónica. Estas patologías son la causa más común para el desarrollo de heridas crónicas en las extremidades inferiores; definidas estas como lesiones ocurridas de forma fortuita o accidental, con causa en una afección sistémica o de la extremidad y que no cicatrizan en el tiempo esperado, con una curación distendida. Dentro de las lesiones que afectan a la extremidad inferior, las úlceras de etiología vascular son frecuentes y causadas por una alteración en la dinámica del flujo sanguíneo distal y un déficit vascular en general. Los datos epidemiológicos recogidos sobre las úlceras en el miembro inferior (UMI), muestran una alta prevalencia e incidencia, representando un problema de salud complejo; el cual abarca una amplia gama de manifestaciones clínicas que repercuten negativamente en la calidad de vida y el bienestar de los pacientes. Además, esto supone una gran carga financiera para el paciente y el sistema de salud, ya que sumando a otros factores, el proceso de curación de una úlcera vascular, con frecuencia se dilata en el tiempo. Por todo ello, es necesario que los profesionales sanitarios tengan un claro conocimiento sobre el manejo que requiere este tipo de heridas para reducir los tiempos de resolución de los casos, así como su incidencia.

Para la adecuada curación de la UMI, dado que la fisiopatología de estas lesiones tisulares difiere entre ellas, es clave conocer e identificar las diferentes etiologías de

manera precisa, sus factores subyacentes contribuyentes y desencadenantes, establecer un diagnóstico precoz y desarrollar estrategias efectivas centradas en proporcionar la mejor opción de tratamiento. Sin embargo, existe un deficiente dominio y falta de criterio unificado para el abordaje de ciertas etiologías; llegando a considerarse un problema de importante envergadura, donde es necesario seguir desarrollando nuevas herramientas para ahondar en el conocimiento.

Estas lesiones cutáneas pueden ser de forma generalizada, de etiología venosa (enfermedades venosas) o arterial (enfermedades arteriales). No obstante, la úlcera venosa en el miembro inferior, es una de las formas más comunes de herida crónica en Europa, seguida de la úlcera arterial. En ocasiones se puede desarrollar escenarios clínicos donde estén involucrados varios de estos componentes de afectación vascular originando la úlcera mixta; como por ejemplo, las arteriales y venosas de forma concomitante, resultando úlceras mixtas arteriovenosas (UMAV). Este último tipo de lesión en la pierna, no presenta una clara definición debido a la escasez de estudios actuales.

Las discordancias entre los tratamientos conservadores y sus peculiaridades, constatan la necesidad de comprender mejor los mecanismos que intervienen en la terapia de compresión. El principal motivo subyacente por el cual las úlceras se originan en la zona distal de los miembros inferiores es la gravedad; siendo la compresión la causante de contrarrestarla. La compresión es un pilar fundamental para la resolución de patologías vasculares (afecciones venosas y linfáticas) y las consiguientes lesiones cutáneas en el miembro inferior. Por ese motivo, el tratamiento de primera elección de las úlceras venosas, así como en la prevención de su recurrencia, se basa en la terapia compresiva. Esta se fundamenta en el concepto de ejercer una presión controlada sobre la extremidad afectada, aplicando sistemas de compresión. Actualmente se encuentran disponibles diversos dispositivos como sistemas de compresión para aplicar dicho tratamiento, siendo el vendaje compresivo el de mayor utilización y eficacia.

La terapia compresiva, fundamentada en la colocación de vendajes que ejercen una presión resultante alta (≥ 40 mmHg), presenta una evidencia fuerte basada en sus

buenos resultados para la resolución de patologías vasculares, principalmente en las úlceras venosas; aunque el uso correcto de la compresión no está bien instaurado en España. Sin embargo, su aplicación en presencia de arteriopatía es una contraindicación; sobre todo, en la casuística de las úlceras arteriales puras, debido a la asociación del efecto isquémico. Sin embargo, para los casos con patología arterial y venosa concomitante, la falta de este tratamiento ignora la parte venosa de la enfermedad, generando un retraso en el proceso de curación de la úlcera. Por ello, algunos estudios abogan por una compresión reducida o modificada (30-40 mmHg), ya que han observado que de esta manera la perfusión arterial no se vería entorpecida. No obstante, a pesar de los estudios existentes para estas situaciones, constatan un número escaso de publicaciones y la presión de la terapia de compresión óptima sigue siendo confusa; dando lugar a falta de consenso sobre la presión que se debería utilizar para conseguir resultados óptimos de cicatrización. Los mecanismos de acción de los sistemas de compresión en función de la etiología de la lesión tisular, no se comprenden en su totalidad, existiendo una escasa información sólida acerca de su repercusión y efecto hemodinámico. La falta de comprensión de los mecanismos que intervienen en la terapia y a las dudas que se plantean de su procedimiento de acción y actuación de carácter fisiológico, suponen el principal reto al que se enfrentan los profesionales. Por tanto, es evidente la necesidad de la unificación de criterios y protocolos que ayuden a un mejor abordaje de los profesionales implicados.

Cabe resaltar, que antes del inicio de la terapia compresiva de presión alta, es esencial estimar la eficiencia del sistema arterial en pacientes con UMI. No obstante, a pesar de las opciones brindadas actuales de diagnóstico y tratamiento, los resultados terapéuticos en las úlceras, continúan siendo poco satisfactorios. Debido a la elevada prevalencia y a estas nocivas consecuencias de la enfermedad vascular periférica, se han desarrollado diversas herramientas de diagnóstico, para la correspondiente detección de afecciones y manejo de los pacientes. Sin embargo, a pesar de la variedad de tecnología disponible, no están exentas de limitaciones, y es por ello que en la actualidad se continúa dirigiendo los esfuerzos para el desarrollo de futuros métodos. Como alternativa a técnicas invasivas al diagnóstico de la enfermedad arterial periférica, existen métodos no invasivos como son los métodos pletismográficos, el

ultrasonido y los métodos de presión arterial. No obstante, a pesar de emplearse de forma rutinaria en la detección arterial, sus limitaciones en la obtención de un examen preciso de la enfermedad, contribuye a favorecer el uso de herramientas de radiodiagnóstico como la Resonancia Magnética Nuclear (RM), entre otras.

Las imágenes de RM, presentan un elevado potencial para la evaluación de la anatomía y la cuantificación de parámetros fisiológicos de interés de forma precisa, no invasiva, sin los efectos nocivos de la radiación ionizante. En especial, despunta la resonancia magnética de flujo 4D (RM 4D Flow), basada en la técnica de contraste de fase, proporcionando imágenes tridimensionales a lo largo del tiempo, diseñada para reflejar con precisión la velocidad sanguínea codificada en las tres direcciones del espacio en regiones anatómicas de interés; así como mostrar las propiedades hemodinámicas de las arterias de manera dinámica. Su virtud recae en proporcionar una evaluación del flujo sanguíneo de forma cuantitativa volumétrica completa en la vasculatura de interés, de carácter retrospectivo y en cualquier angulación del plano. Además de ofertar una amplia variedad de análisis de parámetros básicos y avanzados, permite una visualización del comportamiento del flujo que discurre a través de los vasos. Esta estrategia clínica, se ha convertido en una herramienta prometedora y de capital importancia por sus hallazgos recientes, para visualizar de forma tridimensional resuelta en el tiempo y cuantificar la evolución del flujo sanguíneo complejo en las tres direcciones espaciales, dentro de un volumen 3D adquirido. Se necesitan más estudios sobre este campo para lograr la caracterización de los componentes dinámicos del flujo sanguíneo y progresar en nuevos avances metodológicos.

Por todo lo anterior, el primer estudio tiene por objetivo evaluar la utilidad de la RM 4D Flow para determinar el efecto hemodinámico en la arteria tibial posterior, así como describir las variables de flujo arterial, velocidad media y área del vaso, realizando la comparativa entre el estado basal y tras la colocación de un sistema de vendaje compresivo en miembros inferiores.

Otro foco de atención en esta investigación, es acerca de La ley de Laplace, ya que en el mundo de los vendajes, es la más referida para calcular y predecir la presión resultante efectiva tras la colocación de un sistema de compresión en el miembro

inferior. Sin embargo, a pesar de haber sido modificada para contemplar las posibles variables que concurren a la hora de la colocación de un sistema de compresión en forma de vendaje, todavía existen discrepancias entre autores. Los detractores de esta ley, concuerdan en que esta no consigue predecir la presión bajo vendaje que cabría esperar de ser calculada con esta ecuación, no obstante se sigue empleando.

Para conseguir la presión óptima necesaria tras aplicar un vendaje como sistema de compresión, se debe tener en consideración ciertas variables; las cuales crean una interacción compleja, que es esencial entender, con el fin de poseer el conocimiento pertinente para la elección del mejor tratamiento y curación de la herida tratada. Por ello, este trabajo responde al segundo objetivo con la valoración de la utilidad de la Ley de Laplace modificada, para predecir la presión ejercida en superficie bajo un vendaje de compresión alta en la extremidad inferior; analizar si existen diferencias de presión entre sensores dispuestos en un mismo perímetro anatómico; y valorar la tendencia y el coeficiente de correlación entre valores obtenidos en cada zona anatómica.

Material y Métodos: *I. Efecto hemodinámico local mediante RM 4D Flow:* Se reclutaron 26 sujetos del sexo femenino sin patología previa (edad media: 25.62 ± 4.70), siendo el muestreo no probabilístico de conveniencia, conformando la muestra poblacional de 52 miembros inferiores. Las voluntarias se sometieron a dos pruebas de RM con secuencia 4D Flow; una en condiciones basales y la segunda, portando el vendaje de compresión alta UrgoK2® (URGO Group, URGO Medical Division, Chenôve, France). Posteriormente, se extrajo la información hemodinámica protocolizada de las imágenes (Flujo arterial, Velocidad Media y Área). *II. Aplicabilidad Ley de Laplace:* La población a estudio fue de 47 sujetos del sexo femenino (edad media: 21.8 ± 2.3), siendo el muestreo no probabilístico de conveniencia. Para la medición de valores de presión bajo vendaje, se determinaron cuatro zonas anatómicas en el miembro inferior derecho, en posición decúbito supino. Se utilizaron nueve sensores neumáticos, el transductor PicoPress y el sistema de vendaje compresivo UrgoK2®. Además, se estudió el valor de tendencia de la variable presión obtenida en cada sensor, respecto a la variable perímetro en su región anatómica, así como el coeficiente de correlación entre estas. Para el análisis estadístico de los datos de ambos estudios se realizaron las

pruebas de Kolmogorov-Smirnov, test t de Student y prueba de rangos de Wilcoxon; utilizando el paquete de software SPSS (Versión 25.0). La investigación fue aprobada por el Comité de Ética en Investigación de la Universidad Católica de Valencia (UCV/2015-2016/58).

Resultados: *I. Efecto hemodinámico local mediante RM 4D Flow:* Tras comparar los datos del registro basal con los obtenidos al aplicar la compresión alta mediante el vendaje, se observó un aumento significativo ($p < 0.05$) para las variables Flujo arterial 283.33% (0.17 ± 0.31 ml/s) y Velocidad Media 19.23% (0.16 ± 0.32 cm/s). En cambio, la variación del área del vaso, resultó negativa con un -5.99% (-2.65 ± 28.52 mm²); no siendo estadísticamente significativa ($p > 0.05$). *II. Aplicabilidad Ley de Laplace:* En todos los segmentos anatómicos estudiados, las presiones obtenidas por los sensores fueron inferiores a las esperadas aplicando la Ley de Laplace ($p < 0.05$). Independientemente del método, las presiones más altas se encontraron en la zona supramaleolar y las más bajas en el tercio medial del muslo. La presión media registrada por los sensores en el tercio medial del muslo fue un 43.6% menor que la encontrada en la región supramaleolar. Usando la ecuación de Laplace, la diferencia fue ligeramente mayor (55.6%). La mayor diferencia entre los dos métodos se encontró en la zona supramaleolar (42.1% más bajo por sensores en comparación con la ecuación de Laplace). La menor diferencia de presiones se obtuvo en el tercio medio del muslo (un 17.9% menor por los sensores que el estimado por la ecuación de la Ley de Laplace). Para sensores colocados en un mismo perímetro anatómico, sí que se observó una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$), excepto en la zona del tercio proximal de la pierna. Las rectas de tendencia obtenidas fueron semejantes con una variación entre ellas con un rango entre 0.5273-0.9401. Los valores del coeficiente de correlación fueron débiles pero similares, mostrando una variación con un rango entre 0.5233-0.9634.

Conclusiones: La presente investigación, muestra por primera vez el efecto que ejerce la colocación de un vendaje compresivo sobre el segmento distal de la arterial tibial posterior en el miembro inferior, gracias al potencial de la emergente prueba RM 4D Flow. La compresión alta de un vendaje compresivo, repercute en la hemodinámica local estudiada, sin influir negativamente en la circulación arterial distal. Los resultados

están en consonancia con otros estudios que emplean distintas herramientas de medición. La secuencia de 4D Flow mediante RM, es válida para la determinación de parámetros hemodinámicos en sujetos sanos, estimando que sería de aplicabilidad en la valoración de pacientes reales con lesiones tisulares de afectación arterial. Respecto a la Ley de Laplace modificada, utilizada para predecir la presión debajo de un vendaje, ofrece errores conceptuales y generalizaciones, que han demostrado no ser de aplicación. La ley de Laplace infravalora las variaciones de amortiguación de las distintas estructuras anatómicas y aporta valores superiores a los reales obtenidos por sensores en superficie bajo vendaje.

Palabras clave: Terapia compresiva. Vendaje compresivo. Úlcera miembro inferior. Resonancia Magnética Nuclear. Técnica flujo 4D. Hemodinámica. Ley de Laplace modificada. Presión bajo vendaje.