



TESINA

**presentada para acceder al título de grado de la carrera de
LICENCIATURA EN KINESIOLOGÍA Y FISIATRÍA**

“Efectos del ultrasonido en pacientes con úlceras por presión”

Autor:

Romano, Josefina. DNI N°: 39.366.057

Director:

Lic. Seguro, Pablo.

Codirector:

Lic. Rohr, David.

Lugar y fecha de presentación:

Santa Fe, 22 de Marzo de 2024.

A square box containing a handwritten signature in black ink, which appears to be 'JR'.

Firma/s de Autor/es

RESUMEN

Las Úlceras por Presión son lesiones que se presentan en aquellas personas que se encuentran en estado de reposo con reducida movilidad o sin la capacidad de moverse, generando un gran inconveniente tanto para el que la padece, su familia y el sistema de salud ya que poseen un alto costo económico una vez instaurada la lesión, ya sea por prolongar la estancia en el servicio o también por aquellos insumos que se requieran para el uso de su tratamiento. A la hora de abordar estas patologías, la mejor medida es la prevención, empapándose de información a través de guías disponibles en diferentes bases de datos, informando al grupo médico o familiar que se encuentre a cargo del paciente para evitar llegar a que se produzca una UPP. Sin embargo, una vez desarrollada la lesión, en cualquiera de sus estadios, el rol del kinesiólogo no solo se puede desempeñar en la prevención sino que también desde la fisioterapia a través de la aplicación de agentes de terapia física como el Ultrasonido.

Objetivo: Analizar mediante una revisión bibliográfica los efectos que produce la aplicación del US en las UPP.

Métodos: Para la recolección de información se consultaron los artículos publicados en el período comprendido entre 2012-2024 en la base de datos de la Biblioteca Virtual en Salud, PubMed, Biblioteca Electrónica de Ciencia y Tecnología del MinCyT.

Resultados: El análisis de resultados se realizó a partir de 6 artículos, seleccionados mediante la búsqueda en las bases de datos científicas, que cumplieron con los criterios de inclusión.

Conclusión: Se observó que los pacientes con UPP, en diferentes estadios, tratadas con US en diferentes formas de aplicación y parámetros, ha sido efectiva junto a tratamientos estándar de heridas.

Palabras claves: Úlceras Por Presión, Ultrasonido, Cicatrización.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	OBJETIVOS	3
	II.a Objetivo general	3
	II.b Objetivos específicos.....	3
III.	MARCO TEÓRICO.....	4
	III.a PIEL	4
	III.a.1 Características generales y morfológicas.....	4
	III.a.2 Funciones	5
	III.a.3 Tipos de lesiones en la piel y su clasificación	5
	III.b ÚLCERAS POR PRESIÓN:.....	7
	III.b.1 Definición.....	7
	III.b.2 Valoración Clínica	7
	III.b.3 Epidemiología	8
	III.b.4 Fisiopatología	10
	III.b.5 Factores de riesgo	12
	III.b.6 Localización	14
	III.b.7 Clasificación.....	15
	III.b.8 Medidas estándar para el tratamiento de cicatrización de las UPP	17
	III.c CICATRIZACIÓN:.....	19
	III.c.1 Fases del proceso de cicatrización.....	19
	III.c.2 Fases del proceso de cicatrización de las UPP	20
	III.c.3 Factores que alteran en la cicatrización de la herida	21
	III.d ROL DEL KINESIÓLOGO	22
	III.d.1 Definición	22
	III.d.2 Trabajo multidisciplinario.....	22
	III.d.3 Actuación del kinesiólogo en las UPP	23
	III.e ULTRASONIDO	24
	III.e.1 Definición	24
	III.e.2 Fundamentos teóricos.....	24
	III.e.3 Incidencia en los diferentes tipos de tejidos	25
	III.e.4 Efectos del US	26
	III.e.5 Métodos de aplicación	28
	III.e.7 Parámetros y dosificación	29
	III.e.8 Precauciones y contraindicaciones	31
IV.	JUSTIFICACIÓN	32

V. MÉTODOS	33
VI. RESULTADOS.....	¡Error! Marcador no definido.
VII. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	50
VIII. DISCUSIÓN	52
IX. CONCLUSIÓN	54
X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55

I. INTRODUCCIÓN

Las úlceras por presión (UPP) son lesiones cutáneas consideradas heridas crónicas e implican una gran importancia desde el punto de vista socio-sanitaria debido a que la padecen gran número de pacientes y su tratamiento implica un elevado costo económico. Son heridas difíciles de cicatrizar y constituyen un problema de salud por su prevalencia, su incidencia y porque agravan la salud de los pacientes que la sufren, que generalmente, cuentan con otras patologías crónicas, y que además se ven afectados por la escasa o nula movilidad. Estas lesiones también se las puede encontrar como “escaras” o “úlceras por decúbito” y se definen como: “lesión de origen isquémico, localizada en la piel y en tejidos subyacentes con pérdida de sustancia cutánea, producida por presión prolongada o fricción entre dos planos duros; uno perteneciente al paciente y otro externo a él”(1). La isquemia prolongada, producida en tejidos blandos por mecanismos de presión, fricción o cizallamiento, o bien una combinación de ellas, da inicio a la muerte celular de la zona afectada, a lo que se denomina necrosis. Así como son consideradas lesiones graves y de largo proceso de tratamiento una vez instaurada la herida, es importante saber que las UPP constituyen la complicación más prevenible y tratable (por su amplia terapéutica) que pueda sobrellevar cualquier paciente que presente movilidad reducida. El deterioro de la integridad tisular y cutánea de un individuo puede suceder en instituciones cerradas como en ámbitos domiciliarios y su aparición está relacionada con los cuidados proporcionados por los que prestan los servicios de salud. Los pacientes que padecen UPP suelen contar con la gravedad de su pronóstico de inicio, aumenta el riesgo de desarrollar infecciones, complicaciones metabólicas y se prolonga la estadía del paciente en internación. Esto requiere de mayor carga laboral para los profesionales de la salud, mayores preocupaciones al paciente y su familia e incluso se generan complicaciones potencialmente mortales como ser la necrosis extensa de tejidos, formación de abscesos, entre otras(2).

La población más afectada son los pacientes de cuidados intensivos, debido a su escasa o inexistente capacidad de generar movimientos. El inicio precoz de tratamiento reduce las complicaciones a futuro, pero considerar la prevención como abordaje principal y el más importante, evitaría grandes complicaciones tanto al paciente como al prestador sanitario(3).

En la Argentina, las UPP son realmente un problema de salud debido a la falta de información estadística y planes de trabajo con objetivos claros y a largo plazo, y la ausencia de un consenso sobre cuál es el mejor sistema de prevención y tratamiento

“Efectos del ultrasonido en pacientes con úlceras por presión”

para ser aplicado. Esta situación puso en evidencia la ausencia de un órgano conceptual y normativo que determinara criterios para la atención de este tipo de pacientes. La Academia Nacional de Medicina (ANM), convocó a las distintas sociedades científicas y a expertos en el tema para realizar el Primer Consenso sobre prevención, categorización y tratamiento de las Úlceras por Presión (PriCUPP).(3)

La GNEAUPP (Grupo Nacional para el Estudio y Asesoramiento de Úlceras Por Presión y Heridas Crónicas) clasificó y categorizó a las UPP en estadíos del I al IV según la profundidad de la lesión, en el cual el estadío I aparece eritema (enrojecimiento), lesión a nivel de epidermis y dermis. En el estadío II aparecen ampollas y edemas, lesión a nivel de la hipodermis. En el estadío III aparece la escara debido a la necrosis; color amarillento, azulado o negruzco, afecta al músculo. En el último; estadío IV, extensión de la necrosis, aparecen infecciones y secreciones, afecta al hueso.(4)

El abordaje terapéutico suele comenzar con la valoración del riesgo de padecer UPP, por lo cual la primera medida es la prevención. El movimiento independiente, los reposicionamientos, el cambio de apoyo del peso, la superficie de soporte y algunos dispositivos de reducción de presión suelen ser medidas de uso ante la prevención de las UPP. Una vez instaurada la lesión, los tratamientos se basan en reestablecer la función del tejido dañado. Para ello se emplean cuidados de la piel, colocación de apósitos, técnicas de desbridamiento y quirúrgicas(5).

En cuanto a las terapias aplicadas por la kinesiología, existen múltiples opciones para abordar este tipo de lesiones. La aplicación de agentes de fisioterapia es una medida de tratamiento muy estudiada. Diversos agentes proporcionan efectos fisiológicos y biológicos que beneficiarían a los tejidos dañados. Uno de ellos es el ultrasonido que comprende un equipo que transfiere ondas mecánicas de mayor frecuencia que las del sonido, a través de un medio físico (gel de acople) que permite que pueda propagarse y transmitir energía gracias a las vibraciones que producen dichas ondas en los tejidos, generando efectos no térmicos que guardan estrecha relación con la reparación tisular y la cicatrización de heridas(6). Aquí es donde surge como interrogante ¿qué efectos produce la aplicación del ultrasonido, en cuanto a el proceso de cicatrización, sobre los pacientes con UPP?.

II. OBJETIVOS

II.a Objetivo general

Analizar cuáles son los efectos, en cuanto a la cicatrización, que produce la aplicación de Ultrasonido en pacientes con UPP.

II.b Objetivos específicos

1. Desarrollar el proceso de cicatrización de la UPP según los diferentes estadios.
2. Analizar los diferentes parámetros de aplicación del Ultrasonido que se utilizan en el tratamiento de las UPP teniendo en cuenta los diferentes estadios de las mismas.
3. Detallar las modalidades de aplicación del Ultrasonido que se emplean en el tratamiento de pacientes con UPP.
4. Analizar los resultados obtenidos con la aplicación de Ultrasonido según el área de lesión.

III. MARCO TEÓRICO

III.a PIEL

III.a.1 Características generales y morfológicas

La piel, es el órgano más grande y complejo del cuerpo humano, constituye del 15% al 20% de su masa total, desempeña un papel crucial en la regulación de respuestas fundamentales a través de interacciones moleculares y celulares que contribuyen a su funcionalidad. Además de ser el órgano del tacto, la piel alberga estructuras receptoras que registran sensaciones táctiles, térmicas y dolorosas.

Ocupa una superficie mucho más amplia debido a los pliegues naturales presentes en ella. A excepción de los orificios naturales, la piel forma una capa continua que se fusiona con diversas mucosas. Su grosor varía según factores como el sexo, la edad, la actividad y la región del cuerpo, siendo más gruesa en las áreas dorsales y más delgada en los párpados. La elasticidad de la piel condiciona su resistencia a la tracción. Además, su tonalidad puede variar dependiendo de la región del cuerpo, la edad y la raza. (7) (8) (9)

Entre las características morfológicas, se destacan tres capas que conforman la piel: *La epidermis*, deriva del ectodermo, es un epitelio estratificado plano cornificado, está formada por cinco estratos. Esta capa carece de vasos sanguíneos y recibe nutrientes a través de la difusión desde los capilares presentes en la dermis. Mantiene su espesor normal por el proceso de descamación. Los cinco estratos de la epidermis, en orden desde la superficie hacia la profundidad, son:

- Estrato corneo.
- Estrato lúcido.
- Estrato granuloso.
- Estrato espinoso.
- Estrato basal.

La dermis, deriva del mesodermo, es una capa compuesta por tejido conjuntivo que contiene una gran cantidad de fibras elásticas, otorga resistencia y espesor a la piel además de sostén mecánico. También posee una amplia red de vasos sanguíneos y

“Efectos del ultrasonido en pacientes con úlceras por presión”

linfáticos. También alberga terminaciones nerviosas libres, encapsuladas y corpúsculos nerviosos. Esta capa se caracteriza por tener dos estratos distintos:

- Dermis papilar (más superficial).
- Dermis reticular (más profunda).

La hipodermis es la capa más profunda y se caracteriza por contener tejido adiposo en forma de lobulillos separados por tabiques de tejido conjuntivo. Se apoya en la fascia profunda que reviste el hueso o músculo adyacente.

Los anexos cutáneos comprenden diversas estructuras anatómicas estrechamente asociadas con la piel, que incluyen pelos, uñas y glándulas como las sebáceas, sudoríparas y mamarias. (8) (9)

III.a.2 Funciones

La piel desempeña un papel crucial en la protección del organismo, sirviendo como una barrera que la protege de agentes físicos, químicos y biológicos del medio externo. Además de esta función defensiva, la piel también juega un papel importante en la regulación de la temperatura corporal, tanto por su espesor y capa adiposa subyacente que nos protege del frío y del calor, como por la capacidad de excretar sudor, contribuyendo así al equilibrio hídrico del plasma. Además desempeña funciones endócrinas, secretando hormonas, citosinas y factores de crecimiento.

Este órgano está ricamente dotado de terminaciones nerviosas, como las terminaciones nerviosas libres y los corpúsculos nerviosos, que son responsables de transmitir impulsos nerviosos relacionados con sensaciones de tacto, dolor, temperatura, propiocepción y vibración.

El estado de la piel refleja claramente la edad y la salud del individuo, manifestándose a través de signos como arrugas, palidez, enrojecimiento, ictericia y cianosis.

Por último, la piel tiene una notable capacidad de regeneración que permite la cicatrización de heridas y la utilización de injertos en procedimientos de cirugía plástica y reconstructiva. (8) (9)

III.a.3 Tipos de lesiones en la piel y su clasificación

La interacción entre un objeto físico y el cuerpo humano que sobrepasa la resistencia mecánica de los tejidos puede resultar en dos tipos de lesiones

“Efectos del ultrasonido en pacientes con úlceras por presión”

fundamentales: contusiones (traumatismos mecánicos cerrados) y heridas (traumatismos mecánicos abiertos). La distinción entre ambas radica en la presencia o ausencia de una ruptura en la barrera cutánea. Durante la transferencia de energía entre el agente agresor y los tejidos afectados, pueden ocurrir fuerzas de compresión, tracción o cizallamiento.

Las contusiones, que son traumatismos mecánicos cerrados, involucran daño tisular subyacente pero mantienen la integridad de la piel. La zona afectada suele exhibir signos típicos de inflamación aguda, resultado de la liberación de sustancias vasoactivas que aumentan la permeabilidad capilar o incluso la ruptura de pequeños vasos sanguíneos en casos graves. Los síntomas y signos característicos de las contusiones incluyen dolor localizado en el área del impacto, aumento de la temperatura, enrojecimiento, hinchazón y pérdida de la funcionalidad en la zona afectada.

Las lesiones pueden clasificarse según su importancia en:

- Contusiones de primer grado: petequias, equimosis y sufusiones.
- Contusiones de segundo grado: se caracteriza por la presencia de colecciones líquidas subcutáneas o profundas, como hematomas y derrames serosos.
- Contusiones de tercer grado: en ellas hay necrosis tisular importante. Aunque la piel esté indemne en un primer momento, a los pocos días se necrosa y da lugar a la formación de una escara.

Las heridas son traumatismos mecánicos abiertos, en donde no existe solución de continuidad de la piel. Los signos y síntomas locales pueden ser: dolor, sangrado, separación de los bordes de la herida; y otros generales, debido a las consecuencias sistémicas de la misma, como puede ser shock hipovolémico por sangrado masivo, peritonitis aguda por perforación del tubo digestivo, insuficiencia respiratoria secundaria a un neumotórax a tensión, etc.

Incluso las heridas que se producen en un entorno quirúrgico estéril durante una intervención quirúrgica deben considerarse contaminadas por microorganismos en mayor o menor medida. Estos microorganismos pueden originarse a partir del agente causante de la herida (contaminación primaria) o de la propia piel del paciente (contaminación secundaria). Sin embargo, es importante destacar que la presencia de microorganismos en una herida contaminada no siempre conduce a una infección. En una herida contaminada, los microorganismos pueden estar presentes en la

“Efectos del ultrasonido en pacientes con úlceras por presión”

herida misma, pero su número limitado o su baja virulencia no afectan significativamente el proceso de cicatrización. En contraste, en una herida infectada, los microorganismos pueden interferir y retrasar el proceso de cicatrización. (10)

III.b ÚLCERAS POR PRESIÓN

III.b.1 Definición

Según el Consenso de la Academia Nacional de Medicina se define a las UPP como *“Lesión de origen isquémico localizada en la piel y en los tejidos subyacentes con pérdida cutánea, que se produce por presión prolongada o presión asociada a cizallamiento o fricción entre dos planos duros, uno que pertenece al paciente y otro externo a él, o contrapuestos del mismo paciente”* (11). Este tipo de lesiones se reconocen también como úlceras por decúbito, que en todos los casos se presentan en pacientes que están mucho tiempo en cama o en una sola posición, en algunos casos es debido a que el paciente sufre alguna otra patología lo cual le ha limitado del movimiento, la presión prolongada y constante sobre un plano duro (una prominencia ósea) más movimientos de fricción, cizallamiento, o una combinación de estos factores, generan inflamación y anoxia tisular en la zona afectado. La consecuencia es la progresión de la lesión en diferentes estadios culminando en necrosis y ulceración por muerte tisular. (12) (13)

III.b.2 Valoración Clínica

Es importante realizar una historia clínica completa que incluya una anamnesis sobre todo aquello sucedido desde el momento de inicio de la lesión; cómo evoluciona la misma, si tiene antecedentes de lesiones en la piel (lo cual demuestra tener mayor riesgo de desarrollar nuevas), evaluar factores de riesgo a través de la *Escala de Braden* que evalúa la percepción sensorial, exposición a la humedad, actividad, movilidad, nutrición, fricción y deslizamiento y la *Escala de Norton* evalúa el estado físico general, incontinencia, movilidad, estado mental y actividad las cuales identifican de manera objetiva y precisa el riesgo de presentar UPP, valorar el estado nutricional incluyendo peso; *IMC* (Índice de Masa Corporal), datos de laboratorio como conteo de proteínas totales, linfocitos, albúmina, colesterol, transferrina; se pueden utilizar escalas de valoración nutricional: “Nutritional Risk Screening 2002” (NRS-2002) para el entorno hospitalario, la “Malnutrition Universal Screening Tool” (MUST) para el entorno

“Efectos del ultrasonido en pacientes con úlceras por presión”

ambulatorio y la Mini Evaluación Nutricional (MNA) para pacientes geriátricos institucionalizados. (14) (15) (16) (17) (18)

III.b.3 Epidemiología

La prevalencia mundial de las UPP varía entre el 5% y el 12%. En el año 2008, se llevó a cabo el estudio IBEAS para investigar la prevalencia de los efectos adversos en hospitales de Latinoamérica, donde se encontró un riesgo de padecer UPP del 7,2%. A nivel nacional, la prevalencia de UPP en personas adultas ingresadas en instituciones alcanza el 22,55%. La Organización Mundial de la Salud (OMS) considera la presencia de estas lesiones como un indicador negativo de la calidad asistencial, ya que afectan tanto a la salud como a la calidad de vida de los pacientes y su entorno. Además, se estima que el 95% de las UPP se pueden prevenir, lo que resalta la importancia de enfocar los esfuerzos en la prevención de estas lesiones. (12) (11)

En nuestro país, se llevó a cabo un estudio realizado en el año 2018, por el Comité de expertos en heridas de la Federación Argentina de Enfermería, arrojando información sobre la prevalencia de dichas lesiones y haciendo hincapié en la importancia de estudiar sobre esta variable, ya que aporta a los equipos de salud la conciencia de trabajar dentro de la prevención de las mismas. Este artículo abarcó 22 de las 24 provincias de nuestro país, en donde se demostró que, tanto en instituciones públicas como privadas, la incorporación de capacitaciones, protocolos de prevención y tratamiento y presencia de comité o referentes sobre cuidados de la piel era bastante escaso. Se tomaron 3131 pacientes para evaluar el riesgo de UPP, la mayoría de ellos eran adultos mayores de 60 años, pertenecientes a internación general; 69,47% (traumatología, cirugía, clínica médica, urología, neurología, neurocirugía, geriatría), seguidos por los pacientes que se encuentran en Unidad de Terapia Intensiva-Unidad Coronaria, 25,23%, en internación domiciliaria el 3,74% y en Guardia o Sala de Urgencias; 1,56% de los mismos. De los pacientes adultos contabilizados en el momento del estudio, se puntuaron a un total de 1630 pacientes mediante la escala de Braden (17) con riesgo moderado y alto. De los 3131 pacientes, 706 presentaron UPP. Esto representa una prevalencia del 22,55%. (19)

“Efectos del ultrasonido en pacientes con úlceras por presión”

	Edad	Sector Internación	Riesgo UPP	Género	N
Adultos	18 a 40 años 601	Sala General 2175	Riesgo bajo 1501	Femenino 1597	3131
	41 a 60 años 754	UTI-UCO 790	Riesgo medio 769	Masculino 1534	
	61 a 75 años 1022	Guardia 49			
	Más de 75 años 754	I. Domiciliaria 117	Riesgo alto 861		

Tabla 1. Características de los pacientes con mayor prevalencia de desarrollar UPP. (19)

En España, en el año 2020, el 4º Estudio Nacional de Prevalencia del GNEAUPP (Grupo Nacional para el Estudio y Asesoramiento en Úlceras por Presión y Heridas Crónicas) encontró que en la atención hospitalaria, la prevalencia de UPP llegaba a un 7,9% y que aumentaba hasta el 18,0% y 13,4% en las unidades de cuidados intensivos y residencias sociosanitarias, respectivamente. Este estudio nos acerca a que los pacientes más propensos a desarrollar UPP fueron mujeres con un promedio de edad de 81 años, que presentaron incontinencia urinaria (90% de los casos) y diabetes (29,4%). (20)

	0-14 años	15-64 años	≥65 años	Total adulto ^a	Total
Población	15394	86543	29253	115796	131190
Hombre	7806	44526	13109	57635	65401
Mujer	7588	42017	16144	58161	65789
Casos (hombre)	0	1	15	16	16
Casos (mujer)	0	3	32	35	35
Total casos	0	4	47	51	51
Prevalencia hombre (‰)	0	0,022	1,144	0,278	0,245
IC 95%	0,000-0,492	0,004-0,127	0,694-1,887	0,171-0,451	0,151-0,397
Prevalencia mujer (‰)	0	0,071	1,982	0,602	0,532
IC 95%	0,000-0,506	0,024-0,210	1,404-2,797	0,433-0,837	0,383-0,740
Prevalencia total (‰)	0	0,046	1,607	0,440	0,389
IC 95%	0,000-0,249	0,018-0,119	1,209-2,136	0,335-0,579	0,296-0,511
p	–	0,577 ^b	0,075	0,009	0,008

Tabla 2. Número de pacientes afectados por úlceras por presión y prevalencias (por mil) según género y edad. (20)

La preocupación por estas lesiones alcanza a todos los sistemas de salud ya que generan grandes morbilidades. Una importante entidad argentina, como el National Pressure Ulcer Advisory Panel (NPUAP) describió la incidencia de las UPP en un rango

“Efectos del ultrasonido en pacientes con úlceras por presión”

que va de 0.4% a 38% en hospitales, del 2.2% en instituciones geriátricas y 0% a 17% en agencias para el cuidado de la salud. Los pacientes internados en Unidades Críticas y centros de geriatría son los más propensos a sufrir este tipo de lesiones, por lo tanto, se deben ajustar todas las medidas de prevención. (21) (22)

En el PRICUPP (Primer Consenso de Úlceras Por Presión) desarrollado en nuestro país, se resumen aspectos comunes que comparten distintos países en cuanto a las UPP:

- Las UPP ocurren con mayor frecuencia en hospitales públicos.
- Existen más UPP en estadios iniciales (Estadio 1) que de espesor total (Estadio IV).
- En adultos, la zona sacra (65%) y los trocánteres y talones (30%), son las localizaciones más frecuentes.
- En niños, la zona occipital es la más común.
- Los servicios más afectados son la UCI y geriatría.
- En Latinoamérica, las estadísticas disponibles de UPP son deficientes o inexistentes. (22)

III.b.4 Fisiopatología

Dentro del mecanismo de producción de las UPP, podemos decir que se originan debido a la compresión de los tejidos que se encuentran entre dos superficies duras, tras somerterse a fuerzas de presión, fricción o cizallamiento ejercida por protuberancias óseas contra la piel y el tejido subcutáneo. Esta presión puede desencadenar un proceso isquémico (privación de oxígeno y nutrientes) si supera ciertos umbrales; produce isquemia, lo que conlleva a la liberación de sustancias vasoactivas y alteraciones en la membrana tisular; aumenta la permeabilidad capilar, produce vasodilatación, extravasación de líquidos e infiltración celular, concluyendo en un proceso inflamatorio. Si la presión externa cede, se produce una reacción local con hiperemia reactiva, enrojecimiento de la piel y vuelta a la normalidad a los 30 minutos. Pero si la presión externa no cede y se mantiene en el tiempo, la isquemia produce hipoxia y falta de llegada de nutrientes, con liberación de histamina, iniciando trastornos vasculares y celulares en la zona comprimida, y si se mantiene durante un tiempo

“Efectos del ultrasonido en pacientes con úlceras por presión”

superior a la capacidad de supervivencia de las células de las zonas afectadas, pueden sobrevenir lesiones que producen necrosis locales, con pérdida de la solución de continuidad de la piel. La continuidad en la presión es más relevante que su intensidad, ya que la piel puede tolerar presiones elevadas solo durante períodos breves. Por ejemplo, una presión de 70 mmHg durante dos horas puede causar lesiones, y recostarse en un colchón puede generar una presión de 150 mmHg. Es importante tener en cuenta el binomio tiempo-intensidad de la fuerza ejercida como dos variables elementales del origen de la lesión. (12) (22) (23) (24).

Además, la falta de movilidad relacionado al hecho de guardar reposo en cama por periodos prolongados, la presencia de variaciones nutricionales, la percepción sensorial disminuida e incontinencia urinaria y fecal y otros factores como: la edad, fricción, humedad, estado de conciencia, postintervención quirúrgica, diabetes mellitus y procesos terminales, determinan la posible cascada de eventos para desarrollar las UPP. (21)

Factores mecánicos:

Presión: Es una fuerza que actúa perpendicular a la piel como resultante de la gravedad, provocando un aplastamiento tisular entre dos planos, uno perteneciente al paciente y otro externo a él (sillón, cama, sondas, etc.). La presión capilar varía entre 16- 32 mm. de Hg. Una presión superior a 17 mm. de Hg., provocará la interrupción del flujo sanguíneo capilar en los tejidos blandos provocando hipoxia, y si no cede, necrosis de los mismos. La formación de una UPP depende tanto de la presión como del tiempo que ésta se mantiene; se demostró que una presión de 70 mm. de Hg. durante 2 horas puede originar lesiones isquémicas.

Fricción: Es una fuerza tangencial que actúa de manera paralela a la piel, produciendo roces, por movimientos o arrastres. En el paciente que se encuentra en cama o sentado en constante roce con las sábanas o superficies rugosas produce fuerzas de fricción., sobre todo en las movilizaciones, al arrastrar al paciente.

Cizallamiento: combina los efectos de presión y fricción, por ejemplo; posición de Fowler alta; en donde el respaldo de la cama está a más de 30°. Estas fuerzas se producen al deslizarse la persona cuando está mal sentada. Esto puede provocar fricción en sacro y presión sobre la misma zona. Debido a este efecto, la presión que se

“Efectos del ultrasonido en pacientes con úlceras por presión”

necesita para disminuir el aporte sanguínea es menor, por lo que la isquemia del músculo se produce más rápidamente.

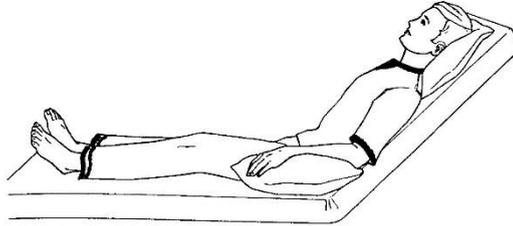


Figura 2. Posición de Fowler alta.

Humedad: La humedad se asocia a incontinencia urinaria, fecal o mixta y/o a sudoración profusa es un factor que modifica la barrera cutánea y altera el manto de ácidos grasos protectores de la piel, favoreciendo la maceración, condición que de riesgo destacado para el desarrollo de UPP. El paciente que presenta incontinencia tiene un riesgo 22 veces más de presentar una úlcera respecto al paciente que no la presenta. Además se altera la flora bacteriana, lo que aumenta la colonización de gérmenes sobre la zona afectada y da como resultado final un microclima facilitador y propenso a desarrollar estas lesiones.

Xerosis cutánea: también conocida como sequedad extrema de la piel, junto con la atrofia presentes en la mayoría de los pacientes adultos mayores, conducen a una pérdida de la elasticidad de la piel y, ante pequeños cambios de postura o traumatismos, se generan fisuras o laceraciones que serán el origen de nuevas UPP. (24) (22)

III.b.5 Factores de riesgo

Los factores de riesgo pueden clasificarse en intrínsecos (relacionados estrechamente con el paciente) o extrínsecos (relacionados con el medio ambiente). La disminución de la resistencia de los tejidos ante la exposición a estas fuerzas puede verse alterada por varias causas. En la tabla 3 se presentan los principales factores de riesgo que disminuyen la tolerancia de los tejidos a las fuerzas mecánicas clasificados de dos formas. Los más importantes son la inmovilidad, la incontinencia (urinaria y fecal), el déficit nutricional y el deterioro cognitivo. (14) (23) (25) (26)

“Efectos del ultrasonido en pacientes con úlceras por presión”

FACTORES INTRÍNSECOS	FACTORES EXTRÍNSECOS
Condición física: Inmovilidad	Humedad
Alteraciones respiratorias/circulatorias	Perfumes, agentes de limpieza...
Diabetes	Estancia
Insuficiencia vasomotora TA baja Insuficiencia cardíaca Vasoconstricción Periférica Alteraciones endoteliales Anemia	Superficie de apoyo
Septicemia	Técnicas manuales sobre la piel
Medicación	Sondaje: vesical, nasogástrico.
Edad	Fijaciones, férulas
Malnutrición/deshidratación	
Factores psicológicos	

Tabla 3. Factores de riesgo de UPP. (23)

Fisiopatológicos	Tratamientos	Situacionales
<ul style="list-style-type: none"> • Alteraciones de la piel: edema, sequedad, heridas, cicatrices y UPP previa • Trastornos de la oxigenación: enfermedades de las células sanguíneas, cardíacas, respiratorias y vasculares (arteriales y venosas) • Problemas nutricionales: desnutrición, obesidad, deshidratación • Compromiso inmunológico: neoplasia, infecciones, sepsis • Trastornos neurológicos: déficits sensoriales y motores • Alteraciones del estado de la consciencia: confusión y coma • Incontinencia: urinaria y/o fecal • Fiebre 	<ul style="list-style-type: none"> • Inmunosupresores: radioterapia, corticoides, citostáticos y antibioterapia prolongada Sedantes: benzodiazepinas • Vasopresores: adrenalina, noradrenalina, dopamina, dobutamina • Dispositivos: yesos, tracciones, drenajes, gafas nasales, respiradores y sondajes (vesical, nasogástrico), etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Intolerancia a la actividad • Inmovilidad • Contención mecánica • Arrugas en la ropa interior y en la ropa de cama • Cuerpos extraños en la cama • Secar de forma inadecuada la piel tras la higiene • Sudoración profusa • Exudado de herida • Déficit de conocimientos del paciente y/o del cuidador • Falta de criterios unificados del equipo asistencial • Enfermedad terminal • Edad avanzada y prematuros

Tabla 4. Factores de riesgo de UPP (25)

La etiología de las UPP debe considerarse un evento de múltiples factores causantes, reafirmando su aparición sobre todo en dos puntos claves:

- Las fuerzas de presión, fricción y cizallamiento (factores mecánicos).
- La disminución de la tolerancia de los tejidos a estas fuerzas propiciada por los diferentes factores de riesgos.

“Efectos del ultrasonido en pacientes con úlceras por presión”

III.b.6 Localización

Las zonas más propensas a de desarrollar UPP varían dependiendo la posición del paciente.

Decúbito supino: occipital, escápulas, codos, sacro, coxis, talones, dedos de los pies.



Imagen 1. Decúbito supino (25)

Decúbito lateral: pabellón auricular, acromion, costillas, trocánter, crestas ilíacas, cóndilos, tibias, maléolos tibiales, lateral de los dedos de los pies.

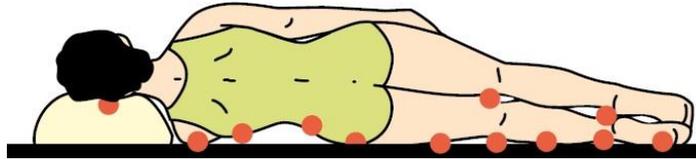


Imagen 2. Decúbito lateral.

Decúbito prono: frente, pómulos, pabellón auricular, pechos, crestas ilíacas, pubis, genitales (en los hombres), rodillas y dedos de los pies.

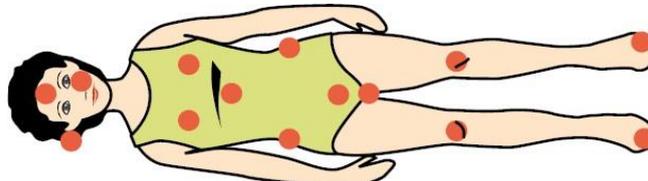


Imagen 3. Decúbito prono

Sedestación: occipital, escápulas, codos, sacro y tuberosidades isquiáticas. Subglúteos, huecos poplíteos y talones.



Imagen 4. Sedestación

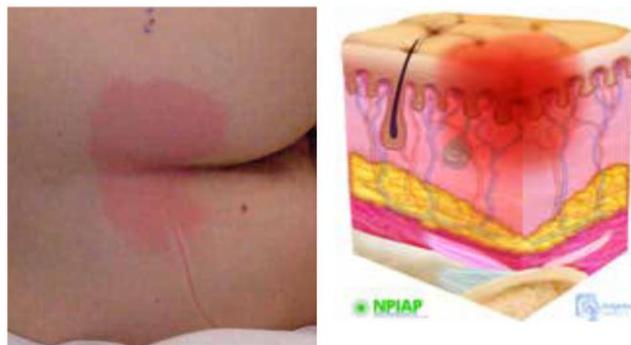
“Efectos del ultrasonido en pacientes con úlceras por presión”

La mayoría de los estudios destacan que, dentro de las ubicaciones de las UPP, las más frecuentes son: la región sacra (40%), los talones (20%), las tuberosidades isquiáticas (15%) y las caderas (10%). Otros sitios menos comunes son las apófisis espinosas, maléolos, codos y, en pacientes en decúbito lateral, las crestas ilíacas y las orejas. (24) (25) (21)

III.b.7 Clasificación

Las UPP se consideran heridas crónicas debido a su desarrollo gradual característico de su fisiopatología, además, pueden complicarse con infecciones, necrosis tisular y otras complicaciones sistémicas, lo que confirma su naturaleza crónica. En cuanto a su clasificación, existen diversas formas. El GNEAUPP recomienda que las UPP sean clasificadas en cuatro estadios; en su aparición temprana, las capas cutáneas superficiales son las que primero se afectan, luego se expanden y profundizan. Su severidad es clasificada de acuerdo a la profundidad de su extensión. Toda la literatura examinada y los artículos estudiados coinciden en ello. (25) (27) (28) (23)

Estadio I: alteración observable en la piel, debido a la hipoperfusión causada por la presión continua, que se manifiesta por un eritema cutáneo que no empalidece al presionar; en pieles oscuras, se puede observar tonos rojos, azules o morados. En comparación con un área (adyacente u opuesta) del cuerpo no sometida a presión, puede incluir cambios en uno o más de los siguientes aspectos: temperatura de la piel (caliente o fría), consistencia del tejido (edema, induración), y/o sensaciones (dolor, escozor).



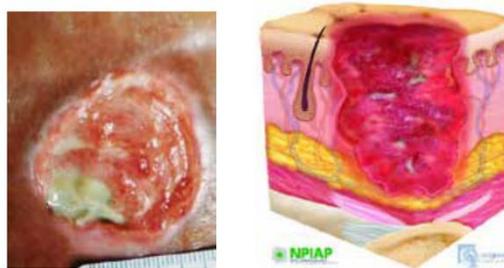
Estadio II: Pérdida parcial del grosor de la piel que afecta a la epidermis, dermis o ambas. La inspección revela vesículas o áreas abiertas que surgen a partir de la

“Efectos del ultrasonido en pacientes con úlceras por presión”

pérdida del estrato córneo. Úlcera superficial que tiene aspecto de abrasión, ampolla o cráter superficial. Hay presencia de dolor y se asemeja a quemadura de segundo grado. La piel pierde su función de barrera.



Estadio III: Pérdida total del grosor de la piel que implica lesión o necrosis del tejido subcutáneo, que puede extenderse hacia abajo; observándose la grasa y el músculo al fondo de la herida.



Estadio IV: Pérdida total del grosor de la piel con destrucción extensa, necrosis del tejido o lesión en músculo, hueso o estructuras de sostén (tendón, cápsula articular, etc.). En el caso de observarse el hueso en el fondo de la herida, habrá riesgo de osteomielitis e infecciones que complicarán a futuro.



III.b.8 Medidas estándar para el tratamiento de cicatrización de las UPP

En cuanto al manejo estándar para el tratamiento de las UPP, los criterios planteados coinciden en todas las literaturas consultadas; el objetivo es preparar el lecho de la herida y crear un ambiente húmedo para que la herida cicatrice. Se describen cuatro componentes en la preparación del lecho de la herida en donde cada uno de ellos corresponde a las diferentes anomalías fisiopatológicas que subyacen en las heridas crónicas. En este sentido, se ha desarrollado un esquema de trabajo, no necesariamente lineal y pudiendo ser utilizado como guía en cualquier fase del tratamiento, acuñado bajo el acrónimo inglés TIME, cuyo objetivo es optimizar el lecho de la herida por medio de la reducción del edema, del exudado y de la carga bacteriana, lo cual facilita el proceso endógeno normal de la cicatrización. (25)

T	<u>T</u> issue	<u>T</u> ejido
I	I nfection	I nfección
M	M oisture	Hu Medad
E	E dge	Bord Es

Imagen 8. (22)

La bibliografía consultada, incluye como tratamiento de la cicatrización de las UPP la limpieza de la herida, el desbridamiento con diferentes técnicas, el manejo de contaminación bacteriana; controlando la infección e inflamación y la cura a través de ambientes húmedos incluyendo el manejo del exudado, correcta elección de apósitos y riguroso cuidado de la piel perilesional.

Limpieza de la herida: es de suma importancia esta medida, ya que la presencia de restos de tejido supone una obstrucción mecánica para el tejido de granulación y es una barrera para el ingreso de los tratamientos tópicos, además de ser un caldo de cultivo para la proliferación de microorganismos. Los cuidados básicos incluyen higiene diaria mediante solución fisiológica, utilizando una presión efectiva que procure la limpieza (se recomienda el uso de una jeringa para proyectar líquido con presión), no se recomienda generar fricción o utilizar elementos que generen microtraumatismos sobre la lesión. Tampoco se deberá secar el área de la úlcera, pero si la zona perilesional, esto evitaría dañar el nuevo tejido de cicatrización en formación.

Desbridamiento: es un conjunto de mecanismos fisiológicos o externos que tienen como objetivo retirar tejidos necróticos, exudados, colecciones serosas o purulentas, es decir, todos los tejidos no viables presentes en el lecho de la úlcera. Existen diferentes métodos de

“Efectos del ultrasonido en pacientes con úlceras por presión”

desbridamiento que se puede optar de acuerdo con las diferentes situaciones del paciente y características de la lesión. Se recomienda combinar varios métodos para hacer más eficaz y rápido el proceso. Los tipos de desbridamiento son el quirúrgico, el cortante, el enzimático, el autolítico, el osmótico, el larval y el mecánico. Por lo general, se utiliza el desbridamiento autolítico por ser el menos traumático pese a su prolongado tiempo en cuanto a dar resultados.

Manejo de la carga bacteriana: se puede considerar que todas las UPP se encuentran contaminadas (presencia sin proliferación) o colonizadas (gérmenes que proliferan en el lecho) por bacterias, lo cual no necesariamente es indicativo de infección (los gérmenes invaden los tejidos). No obstante, es muy frecuente encontrar en estas lesiones una elevada carga bacteriana, sin presentar los signos típicos de la infección (dolor, eritema, calor, etc.). Sin embargo, provocan un retraso de la cicatrización, junto con otros signos secundarios como aumento del exudado, del dolor, cambio en la coloración del lecho de la herida, entre otros. Por lo tanto, las lesiones en esta fase de “colonización crítica” deben tratarse como si estuvieran infectadas. El uso de antibióticos sistémicos o locales y antisépticos locales es una medida optada en pacientes con UPP en procesos de infección. (25)

Cura a través de ambientes húmedos: el objetivo de los apósitos húmedos es proteger la herida, facilitar la migración celular para acelerar el proceso de cicatrización, controlar la cantidad de exudado manteniendo la adecuada humedad de la úlcera y su temperatura, controlar olor y presión; ser cómodo para el paciente y de fácil manejo para el personal de cuidados. Para su correcta elección será importante tener en cuenta: tipo de tejido, exudado, localización, piel perilesional y el tiempo que cuente el cuidador.

En cuanto al tejido perilesional, si el borde epidérmico no consigue migrar a través del lecho de la herida, la cicatrización no progresará. Es necesario mantener en buenas condiciones la piel que rodea la úlcera para evitar las posibles barreras que impidan el crecimiento del nuevo tejido en el lecho de la úlcera. Las maceraciones, escoriaciones, exudados secos son ejemplos de hechos que interfieren en el proceso de cicatrización y pertenecen a esta zona. (29) (25) (23) (12) (22) Además de lo explicado y en consenso de toda la bibliografía consultada, dentro de las medidas estándar encontramos tratamientos para prevenir la aparición de otras UPP, para ello se utilizan superficies, almohadones, o dispositivos que redistribuyan la presión según sea necesario. La movilidad del paciente cada 2 horas resulta ser imprescindible como así también un equilibrado plan nutricional.

“Efectos del ultrasonido en pacientes con úlceras por presión”

III.c CICATRIZACIÓN

III.c.1 Fases del proceso de cicatrización

El proceso de cicatrización se inicia tras el daño ocasionado sobre la piel, se puede describir como una serie de cuatro fases entrelazadas las cuales dependen de la activación y acción celular. Estas fases estimulan el crecimiento, reparación y remodelación del tejido, facilitando así la restauración de las características físicas, mecánicas y eléctricas que promueven las condiciones normales del tejido.

Fase de coagulación o hemostasia: Esta etapa se inicia inmediatamente después de la lesión y dura hasta 15 minutos. Su objetivo principal es evitar la pérdida de fluido sanguíneo al detener la hemorragia y formar un coágulo, protegiendo así el sistema vascular y la función de los órganos vitales. Aquí ocurre una retracción de los bordes de la herida y contracción tisular, y vasoconstricción refleja. Las plaquetas comienzan a agregarse en la luz de los vasos lesionados y en las superficies expuestas de la herida formando un coágulo que tiene funciones específicas en la activación celular y actúa como mediador y andamio para las células que promueven la fase de inflamación y regeneración del tejido.

Fase de inflamación: La fase inflamatoria, que sigue a la hemostasia, dura hasta seis días. Su función es proteger al tejido neutralizando agentes patógenos. Se desencadena la liberación de enzimas, causando vasodilatación y aumento de la permeabilidad capilar. Los granulocitos son atraídos a la herida seguidos por los linfocitos. Los macrófagos aumentan en número, siendo cruciales en la respuesta inflamatoria y en la formación de fibroblastos y colágeno. Esta fase se caracteriza por calor, rubor, tumefacción y dolor.

Fase de proliferación: que dura aproximadamente de 15 a 20 días, tiene como objetivo establecer una barrera protectora para potenciar los procesos regenerativos y prevenir la entrada de agentes perjudiciales. Durante esta etapa, se activan la angiogénesis y la migración de fibroblastos, facilitando la creación de una matriz extracelular provisional que proporciona soporte para la migración celular y la síntesis de una matriz extracelular madura. Los fibroblastos entran en mitosis rápidamente, comenzando la síntesis de nuevas fibras de colágeno alrededor del segundo día y alcanzando su punto máximo entre el quinto

“Efectos del ultrasonido en pacientes con úlceras por presión”

y séptimo día. La hidrólisis y la actividad de la colagenasa descomponen el colágeno antiguo y dañado, permitiendo su reemplazo por colágeno nuevo.

Fase de maduración: Esta fase comienza simultáneamente con la síntesis de la matriz extracelular durante la fase de proliferación y puede extenderse entre uno y dos años, dependiendo de la extensión y las características específicas de la lesión. Durante esta etapa, se observa la formación, organización y fortalecimiento del tejido cicatricial, logrado principalmente mediante la contracción de la herida por parte de los miofibroblastos y la organización de los haces de colágeno. Es importante destacar que cuando este proceso, que normalmente es coordinado, se ve interrumpido por factores internos o externos, puede resultar en una alteración en la cicatrización. Esto da lugar a un proceso de cicatrización no exitoso, que es característico de las heridas crónicas como las úlceras por presión.(10) (8) (6)

III.c.2 Fases del proceso de cicatrización de las UPP

Fase Exudativa o de Limpieza: se produce la coagulación, inflamación y limpieza de la herida. La finalidad de esta fase es la de limpiar la herida y luchar contra la infección, eliminando las células y tejidos desvitalizados.

Fase de Granulación: se produce la reconstrucción vascular que va a facilitar el aporte de oxígeno y nutrientes al nuevo tejido, que irá rellenando el lecho de la herida para reemplazar el tejido original destruido. El tejido de granulación presenta aspecto brillante, carnosos y rojo.

Fase de epitelización: una vez que el lecho de la lesión se ha rellenado con tejido neoforado, éste se va revistiendo de nuevo tejido epitelial, desde los bordes de la herida hasta recubrirla totalmente. El tejido epitelial presenta un aspecto rosa perlado.

Fase de maduración: esta fase puede durar hasta un año o más, y nuestro objetivo en ella es proteger la zona cicatricial, ya que es muy sensible a las agresiones físicas y químicas.

Las UPP cicatrizan hacia una menor profundidad, pero no se produce una sustitución del tejido dañado destruido. Una úlcera de un estadio determinado después de su cicatrización será clasificada como úlcera de dicho estadio cicatrizada; no como úlcera de estadio cero. El lecho ulceral es rellenado por tejido de granulación, compuesto por células endoteliales, fibroblastos, colágeno y matriz extracelular. (30)

“Efectos del ultrasonido en pacientes con úlceras por presión”

(29)

Para valorar el proceso de cicatrización de las UPP, contamos con mediciones del diámetro de la herida (WSA) tomando la medida a través de láminas de película transparente copiando los contornos de la herida, midiendo con un planímetro el área de la superficie en cm^2 . El mismo valor puede ser comparado en su evolución por semana con la tasa de curación de herida (en términos de cambio semanal promedio en el área de la herida): medida en $\text{cm}^2/\text{semana}$. Además, otra forma de valorar el progreso de curación: medida con el parámetro de Gilman a través del cambio de área y perímetro. La escala de HONAKER es de utilidad para valorar la gravedad de las lesiones. (31) (16)

III.c.3 Factores que alteran en la cicatrización de la herida

Existen muchas causas de interferencia con una cicatrización adecuada de la herida. Entre ellas encontramos:

- Características de la herida: heridas profundas que ocasionan una lesión relevante en estructuras por debajo de la piel tienden a crear depresiones o irregularidades cutáneas. Cuando el proceso de cicatrización altera la disposición normal ordenada de la arquitectura epitelial, nunca puede recuperarse su estado original.

- Infección de la herida: complicación más frecuente y seria de la reparación de cortes y heridas. Toda ruptura de la epidermis crea una vía para la invasión bacteriana. Las regiones del organismo con una concentración alta en bacterias son el cuero cabelludo, perineo, axilas, pies y pliegues ungueales.

- Factores técnicos: la tierra, arcilla pueden alterar la cicatrización si la limpieza y desbridamiento de la herida no logran eliminar la arena que está visiblemente incrustada en la epidermis y dermis superficial. Una tensión excesiva generada por una técnica de sutura inadecuada puede producir una isquemia innecesaria en la herida. La isquemia favorece a la necrosis celular.

- Factores anatómicos: la región corporal y las líneas de tensión cutáneas tiene un efecto relevante en la cicatrización de la herida, sobre todo en la morfología definitiva de la cicatriz.

- Circunstancias y trastornos asociados: puede verse retrasada la cicatrización de la herida los pacientes de edad avanzada, alcoholismo crónico, uremia aguda, diabetes. Además puede verse afectada en pacientes con shock, anemia

“Efectos del ultrasonido en pacientes con úlceras por presión”

grave, vasculopatía periférica, malnutrición, cáncer avanzado, insuficiencia hepática y enfermedad cardiovascular.

- Los medicamentos también pueden alterar la cicatrización como: corticoides, antiinflamatorios no esteroides, penicilamina, anticoagulantes y antineoplásicos. (10) (8)

III.d ROL DEL KINESIÓLOGO

III.d.1 Definición

Definición de kinesiología: La Real Academia Española (RAE), la define como: “conjunto de los procedimientos terapéuticos encaminados a restablecer la normalidad de los movimientos del cuerpo humano”, del griego *kivnoic kínēsis* ‘movimiento’ y *-logía*. (32)

Su definición etimológica hace referencia a la ciencia que se encarga del estudio del movimiento, precisamente del estudio científico del movimiento humano.

Definición de fisioterapia: La Organización Mundial de la Salud (OMS), la define como: “el arte y la ciencia del tratamiento por medio del ejercicio terapéutico, calor, frío, luz, agua, masaje y electricidad. A demás, la Fisioterapia incluye la ejecución de pruebas eléctricas y manuales para determinar el valor de la afectación y fuerza muscular, pruebas para determinar las capacidades funcionales, la amplitud del movimiento articular y medidas de la capacidad vital, así como ayudas diagnósticas para el control de la evolución”. (33)

III.d.2 Trabajo multidisciplinario

Se reconoce a las UPP como un problema que debe ser abordado de manera multidisciplinaria, debido a que el principal factor subyace en su prevención e involucraría a todo aquel que conforme el equipo de atención médica, procurando conservar el estado indemne de la piel del paciente, conociendo los riesgos a los que el mismo se enfrenta tras una prolongada internación sumado a otros factores influyentes. El equipo de trabajo consta de médicos clínicos, cirujanos, enfermeros, nutricionistas y kinesiólogos. Se estima una actuación efectiva de todos los profesionales involucrados en el cuidado de los pacientes haciendo hincapié en su prevención, reduciendo el riesgo de complicaciones asociadas al desarrollo y los costos relacionados a su tratamiento, realizando una correcta identificación

“Efectos del ultrasonido en pacientes con úlceras por presión”

de los pacientes con mayor riesgo de presentar estas lesiones a través de las diferentes escalas ya mencionadas en este trabajo.

Luego de asignar un puntaje a cada indicador evaluado, se clasifica a los pacientes en tres grados de riesgo de padecer una UPP: alto, medio y bajo. Así como en su prevención, para su tratamiento una vez instaurada la lesión, se incluyen diferentes intervenciones, como son: la atención nutricional, la disminución de la presión y las superficies de alivio, además de la atención de la piel y de la herida. (34)

La inmovilidad e inactividad son dos factores que aportan gran riesgo de desarrollo de UPP, los kinesiólogos se especializan en el estudio de la biomecánica, cinesiterapia y movilización que pueden contribuir a minimizar el riesgo de desarrollar UPP. La fisioterapia aumenta el control articular y muscular de los pacientes reduciéndose el riesgo de daño tisular. Además cuentan con diferentes dispositivos de estiramiento y cambios posturales que contribuyen en el descenso de los espasmos musculares reduciendo las fuerzas de fricción y cizallamiento. (35)

III.d.3 Actuación del kinesiólogo en las UPP

El kinesiólogo como componente del equipo interdisciplinario, es fundamental a la hora de establecer cuidados en el paciente con riesgo a padecer UPP o bien ya instauradas las mismas. Como ya se mencionó, la intervención primordial consiste en actuar sobre el principal factor fisiopatológico la presión. Por ello, movilizar al paciente es clave en la prevención. Para Minimizar los efectos de dicho factor, se consideran cuatro elementos fundamentales: (12) (35)

- Movilización pasiva – activa
- Masoterapia
- Cambios posturales
- Traslados de cama a sillas y viceversa
- Superficies especiales de la presión (SEMP)
- Protección local de la presión
- Electroterapia

Si bien la mayoría de la bibliografía consultada para elaborar este trabajo ha demostrado que el kinesiólogo cumple un papel fundamental en el cuidado del paciente tras

“Efectos del ultrasonido en pacientes con úlceras por presión”

realizar movilizaciones y cambios posturales, el área de la fisioterapia también otorga herramientas que ayudan en el proceso y disminución del tiempo de cicatrización de las lesiones por presión. Podemos incluir dentro de este abordaje, técnicas como electroterapia, ultrasonido, radiaciones UV, magentoterapia, laserterapia. (34) (35)

III.e *ULTRASONIDO*

III.e.1 Definición

Los ultrasonidos (US) son ondas sonoras con frecuencias superiores al rango normal de percepción del sonido humano que se encuentra dentro de 16Hz hasta aproximadamente 15-20.000 Hz. Más allá de este límite superior, las vibraciones mecánicas se conocen como **ultrasonido**. Las frecuencias más utilizadas para su funcionamiento terapéutico van entre 1,0 y 3,0 MHz (1 MHz = 1 millón de ciclos por segundo). (36) (37)

III.e.2 Fundamentos teóricos

Las ondas ultrasónicas se desplazan a través del agua y se generan por un transductor que convierte la energía eléctrica en energía mecánica mediante el efecto piezoeléctrico. Este efecto implica la generación de un voltaje a partir de la deformación de un material piezoeléctrico, como ser un cristal como el cuarzo o una cerámica integrada, provocada por una tensión eléctrica aplicada a dicho material. El cabezal del transductor, que posee una superficie de radiación área efectiva (ERA) del cual dependerá la intensidad efectiva del tratamiento, se mueve hacia adelante y hacia atrás, lo que genera zonas de compresión y rarefacción (disminución de la densidad de un cuerpo gaseoso) que se alejan del dispositivo, dando inicio a una onda ultrasónica que se transmite a través de los tejidos y es absorbida por estos. Para su aplicación se tendrá en cuenta los siguientes parámetros: frecuencia, potencia y ciclo de trabajo, según la afección que se trate. (6) (36) (37)

Dentro de los aspectos físicos, el US al ser una onda de presión, genera cambios en los tejidos mediante efectos mecánicos y térmicos. Los efectos mecánicos, son una consecuencia de las altas amplitudes de presión negativa y positiva que ocurren en este contexto. El calentamiento de los tejidos ocurre tras la absorción de energía que otorga el sonido debido a los efectos de fricción lo cual dependerá del grado de vascularidad de los tejidos a tratar y la frecuencia del US. (38)

“Efectos del ultrasonido en pacientes con úlceras por presión”

Su uso en los tejidos modifica la permeabilidad de la membrana plasmática, en flujo de iones y moléculas junto con la señalización celular; así se permite el inicio a la cascada de eventos fisiológicos necesarios para la reparación de lesiones. Las integrinas son proteínas capaces de traducir señales mecánicas del US en bioquímicas para lograr la síntesis de proteínas y modificar el sitio activo de las enzimas logrando modificar la función celular y el metabolismo. Dentro de los resultados terapéuticos del US también se encuentra la liberación de factores proinflamatorios, factores de crecimiento y citoquinas, aumento del flujo sanguíneo y activación de proteínas cinasas, importantes para la reparación de tejidos. (44)

III.e.3 Incidencia en los diferentes tipos de tejidos

A la hora de la transmisión de las ondas hacia los tejidos, las mismas se encontrarán con la impedancia de cada uno de ellos, la cual es una resistencia determinada por la densidad y elasticidad propia de cada tejido. Cuanto mayor sea la diferencia de impedancia (es el caso de la interfaz acero/aire), mayor será la divergencia producida, y por lo tanto, menor la energía transferida. Para minimizar esta diferencia, se utiliza un medio de acople que puede ser agua, geles, aceites, cremas. Aquel material que se utilice con tal fin, deberá ser fluido y viscoso, presentando una mínima absorción, atenuación o perturbación de las ondas. El más utilizado en la actualidad es el gel neutro. El agua es un medio eficaz y puede utilizarse como alternativa, pero claramente no cumple los criterios anteriormente mencionados en términos de su viscosidad. (37)

La penetración del ultrasonido no es la misma en cada tipo de tejido ni según se encuentren más superficiales o profundos, es evidente que algunos tejidos son capaces de absorber la energía en mayor proporción que otros. Por lo general, los tejidos con alto contenido de proteínas absorben la energía del ultrasonido en mayor medida, así, los tejidos con alto contenido de agua y poca cantidad de proteínas absorben poca energía (como son la sangre y el tejido graso), mientras que los tejidos con un alto contenido de proteínas y baja cantidad de agua absorberán la energía del ultrasonido más eficientemente. En cuanto a su profundidad, los más superficiales absorberán mayor energía en comparación a los profundos. La energía del ultrasonido terapéutico (dependiendo del tejido) alcanza aproximadamente las siguientes profundidades:

- Tejido muscular: 1 MHz = 9 mm; 3 MHz = 3 mm

“Efectos del ultrasonido en pacientes con úlceras por presión”

- Tejido graso: 1 MHz = 50 mm; 3 MHz = 16,5 mm
- Tendón: 1 MHz = 6,2 mm; 3 MHz = 2 mm

Como es difícil, si no imposible, conocer el grosor de cada una de estas capas en cada uno de los pacientes, se emplean profundidades promedias para cada frecuencia: 1 MHz = 4 cm; 3 MHz = 2 cm.

Los tejidos que absorben más energía son aquellos con alto contenido de colágeno (ligamentos, tendones, fascia, cápsula articular, tejido cicatrizal. (6) (37)

Al momento de la aplicación del US también ocurrirán otros eventos que alteren o generen el fenómeno de atenuación al paso de las ondas e impliquen la pérdida de energía del US debido a otros hechos tales como la absorción y reflexión y refracción, detalladas a continuación:

Absorción: parte de la energía que se transforma en calor. Es directamente proporcional a la frecuencia utilizada y es uno de los objetivos del tratamiento porque produce efectos biológicos.

Reflexión: al pasar de un medio a otro de diferente resistencia sónica una parte de los US se refleja. A mayor impedancia acústica entre ambos medios mayor cantidad de energía reflejada, de modo que, por ejemplo, en el paso de tejidos blandos a tejido óseo la reflexión es del 30%, y en la interfase aire-piel la reflexión es del 100%, lo que hace imprescindible utilizar una sustancia de contacto cuya impedancia sea lo más parecida posible a la piel (gel acuoso).

Refracción: se produce cuando el haz no es perpendicular a los tejidos. (6) (39)

III.e.4 Efectos del US

Dentro de los efectos de su aplicación se encuentran los térmicos y los mecánicos o no térmicos:

Efectos térmicos: pueden utilizarse para aumentar selectivamente la temperatura de determinados tejidos. Entre los tejidos más efectivamente calentados están el periostio, los tejidos colágenos (ligamentos, tendones y fascia) y los músculos fibrosados. Este efecto

“Efectos del ultrasonido en pacientes con úlceras por presión”

dependerá de cómo se utilicen los parámetros; una intensidad relativamente alta y en modo continuo. El objetivo es llegar a una temperatura de 40-45 °C, así se producirá una hiperemia, cuyo efecto será terapéutico. Las temperaturas en este rango ayudan a iniciar la resolución de estados inflamatorios crónicos.

Efectos mecánicos: se atribuyen principalmente a una combinación de los efectos de la cavitación y de la transmisión acústica. La cavitación, se refiere a la formación de burbujas llenas de gas dentro de los tejidos y fluidos corporales. Hay 2 tipos de cavitaciones: estables e inestables. La *cavitación estable* es la formación y crecimiento de las burbujas por acumulación de gas disuelto en el medio, parece ocurrir a dosis terapéuticas del ultrasonido. La *cavitación inestable* es la formación de burbujas en el momento de menor presión del ciclo del ultrasonido, por lo tanto, estas burbujas colapsan muy rápidamente liberando una gran cantidad de energía que es perjudicial para los tejidos.

La *transmisión acústica* se describe como un remolino –a pequeña escala– de fluidos cerca de una estructura vibrante tal como la superficie de una burbuja de gas de cavitación estable y membranas celulares. este fenómeno altera las velocidades de difusión y la permeabilidad de la membrana celular. La permeabilidad de los iones de sodio se modifica generando cambios en el potencial de la membrana celular. El transporte de iones de calcio se altera, lo cual conduce a una modificación en los mecanismos de control enzimático de diversos procesos metabólicos, especialmente a la síntesis de proteínas y secreciones celulares.

El resultado combinado provoca efectos biológicos; la membrana celular se "excita" aumentando así los niveles de actividad de la célula. La energía del ultrasonido terapéutico actúa como un desencadenante de este proceso, pero es el aumento de la actividad celular la que es en efecto responsable de los beneficios terapéuticos de la modalidad no térmica del ultrasonido.

Así es como el US es utilizado para la cicatrización del tejido, acelerando la tasa de curación en tejidos lesionados y mejorando la calidad de la reparación como así también la calidad de vida. (37) (13) (6)

En cuanto a la cicatrización; el US otorga diversos efectos en las diferentes etapas:

Fase de inflamación: estimula los mastocitos, plaquetas, macrófagos y glóbulos blancos con funciones fagocitarias, induce la desgranulación de los mastocitos provocando

“Efectos del ultrasonido en pacientes con úlceras por presión”

la liberación de ácido araquidónico, que en sí mismo es un precursor para la síntesis de prostaglandinas y leucotriena que actúan como mediadores inflamatorios. la influencia del US es proinflamatoria en lugar de antiinflamatorio. Sin embargo, el beneficio de este modo de acción no es “aumentar” la respuesta inflamatoria como tal (aunque si se aplica con una intensidad demasiado alta en esta etapa, es un posible resultado), sino más bien actuar como un "optimizador inflamatorio" ya que la respuesta inflamatoria es esencial para la reparación eficaz del tejido y cuanto más eficientemente pueda completarse este proceso, más eficazmente el tejido puede progresar a la siguiente fase (proliferación). Para los tejidos en los que hay una reacción inflamatoria, pero en la que no hay reparación, el ultrasonido promueve la resolución normal de los eventos inflamatorios y, por lo tanto, resuelve el “problema”. Naturalmente, esto se logrará más eficazmente en los tejidos densos de colágeno.

Fase de proliferación: el US también estimula los fibroblastos, las células endoteliales y los miofibroblastos. Estas células están normalmente activas durante la producción de cicatrices, por lo tanto, el ultrasonido no cambia la fase proliferativa normal, pero maximiza su eficacia produciendo el tejido cicatricial requerido de una manera óptima. Diversos estudios demostraron que dosis bajas de ultrasonido pulsado aumentan la síntesis de proteínas y colágeno.

Fase de remodelación: Durante la fase de remodelación la cicatriz es moldeada de tal forma que adopta las características funcionales del tejido que se está reparando. Esto se logra mediante una serie de procesos relacionados con la orientación de las fibras de colágeno de la cicatriz en desarrollo y con la transformación del colágeno predominante tipo III a un colágeno de tipo I más dominante. La aplicación de ultrasonido terapéutico puede influir en la remodelación del tejido cicatricial mejorando la orientación apropiada de las fibras de colágeno recién formadas y también promueve la transformación del colágeno tipo III a tipo I aumentando así la resistencia a la tracción y la movilidad de la cicatriz. (37) (13) (40) (44)

III.e.5 Métodos de aplicación

Aplicación directa: (el cabezal sobre la zona a tratar): es el método más empleado. Requiere un gel para la transmisión de los US. Debe evitarse un exceso de presión del

“Efectos del ultrasonido en pacientes con úlceras por presión”

cabezal sobre la piel ya que al disminuir el grosor del gel de acoplamiento podrían quedar espacios insuficientemente cubiertos y la aplicación no sería uniforme.

Aplicación subacuática: es un buen recurso para superficies irregulares como los dedos. El agua debe estar a la temperatura corporal y para evitar la acumulación de burbujas en el cabezal o sobre la zona a tratar debe desgasificarse mediante el hervido. El recipiente que contenga el agua tiene que ser de un material con poca reflexión al haz ultrasónico, como plástico o loza. El cabezal debe situarse a menos de 3 cm de la piel y mantenerlo en movimiento constante. Si el fisioterapeuta se ve obligado a sumergir la mano es recomendable utilizar guantes de goma para evitar la captación de US.

Tratamiento mixto: muy útil para tratar zonas cóncavas o que no pueden sumergirse. Se llena de agua una almohadilla (globo, preservativo) y se aplica gel de US en la parte en la que va a apoyar el cabezal y en la zona corporal a tratar. Con esta modalidad también es necesario aumentar la dosis. (6) (39)

Existe una opción, llamada MIST (Microscopía, Irrigación, Succión y Tracción), en la que se utilizan ondas de baja frecuencia, superiores a las reconocibles por oído humano, a través de vapor salino atomizado. Esta forma de aplicación regula la actividad celular mediante la cavitación y transmisión acústica (que genera micro burbujas dentro de los fluidos de las células alterando así, la membrana celular; facilitando también el movimiento del líquido nocivo (que contiene radicales libres y otros desechos anabólicos de las deformación y apoptosis de las células) hacia el intersticio; proceso conocido como microstreaming acústico. Este proceso mejora la producción de factores de crecimiento y colágeno, promueve la angiogénesis, la capacidad de respuesta de los macrófagos y la vasodilatación aumentando los niveles de óxido nítrico intracelular. Luego de ser expuestas al US, las células afectadas liberan iones de calcio que se acumulan durante la greccion isquémica, retsaurando la homeostasis. (41)

III.e.7 Parámetros y dosificación

Debe entenderse como dosis una combinación de diferentes parámetros como son:

Frecuencia: este parámetro permite el control de la profundidad a la cual se desea trabajar; a que mayor frecuencia, será más superficial la profundidad de penetración, por lo tanto, más rápida será la atenuación de la energía ultrasónica. Ocurre lo contrario al aplicar US de baja frecuencia; hay menor tasa de absorción por ende la energía alcanza zonas

“Efectos del ultrasonido en pacientes con úlceras por presión”

más profundas. Tratar tejidos de hasta 4 cm de profundidad se utiliza 1 MHz, para tejidos entre 1 y 2 cm se utilizan 3 MHz. En tejidos con alto contenido en colágeno y mayor reflexión la penetración siempre será menor.

Ciclo de trabajo: si se busca el efecto térmico hay que usar un ciclo de trabajo continuo (100%), pero si se buscan los efectos no térmicos se utiliza el US pulsátil con varias opciones disponibles, 1:1, 1:2, 1:3 de forma que una relación 1:4 se interpreta como una pulsación al 20%. Para obtener los efectos beneficiosos del US no térmico y trabajar en lesiones agudas se utiliza habitualmente en modo pulsátil con un ciclo del 20%.

Intensidad: la intensidad con la que se va a trabajar se mide en W/cm² y debe encontrarse dentro de un rango seguro para el paciente y procurar generar efectos fisiológicos en los tejidos lesionados, tal así los niveles de intensidad bajos como ser 0,5 W/cm² (SATA: “Intensidad Promedio Temporal Espacial”) mostraron ser eficaces en cuanto a la velocidad de curación de tejidos. En la práctica clínica habitual se emplean rangos de intensidad bajos: 0,3 W/cm² para estimular la regeneración de tejidos sobre todo en etapas agudas, 0,3-0,8 W/cm² en casos subagudos o crónicos como fibrosis y calcificaciones.

Duración del tratamiento: depende del área de lesión. Normalmente el área debería dividirse en zonas que se aproximen al tamaño del cabezal del US y cada una de ellas deberá ser tratada al menos 1 minuto. Como tiempo máximo de aplicación se recomienda 15 minutos. Se recomienda tratar zonas de un área de 1 cm al menos 1 minuto.

Para calcular específicamente el tiempo de tratamiento semanalmente existe una fórmula, de acuerdo al área contigua de cada UPP. La misma se lleva a cabo despejando el tiempo de tratamiento con ultrasonido para el área colindante de la úlcera por presión; (J/cm²): densidad de energía; I (W/cm²): intensidad; ERA (cm²): área de radiación efectiva; T: tiempo; Área: área de la úlcera por presión. ^a: Constante que surgió al momento de convertir el área de la UPP en un cuadrado y sumarle el diámetro del cabezal ultrasónico (3 cm) a los 4 lados de este, y calcular la raíz cuadrada de dicha área colindante. A continuación, se expresa la fórmula. (6) (42) (43) (44)

“Efectos del ultrasonido en pacientes con úlceras por presión”

$$\begin{aligned} \text{A} \\ \rho \left(\frac{\text{J}}{\text{cm}^2} \right) &= \frac{I \left(\frac{\text{W}}{\text{cm}^2} \right) \times \text{ERA} (\text{cm}^2) \times T (\text{seg})}{\text{Duty cycle} \times [\text{Área} (\text{cm}^2)]} \\ \\ \text{B} \\ T(\text{min}) &= \frac{\left\{ \left[\left(\frac{\sqrt{\text{Área} (\text{mm}^2)}}{10} \right) + 6^{\text{cm}} \right]^2 - \text{Área} (\text{cm}^2) \right\} \times \rho \left(\frac{\text{J}}{\text{cm}^2} \right)}{60} \end{aligned}$$

Fórmula para determinar el tiempo correcto de aplicación del US sobre las UPP. (42)

III.e.8 Precauciones y contraindicaciones

Al igual que todos los agentes de electroterapia, las contraindicaciones y precauciones también se comparten para el US. Queda contraindicado el uso de agentes electrofísicos en la zona del útero en periodo de gestación, no se conocen efectos adversos al aplicarlo sobre otras zonas distales al feto en la actualidad. En tejidos neoplásicos, implantes metálicos, implantes activos (marcapasos) o en tejidos especializados tales como los ojos o genitales y en tejidos sangrantes tampoco se permite el uso de este agente. Tener precaución al aplicarlo sobre tejidos desvitalizados o con circulación local insuficiente. (6)

IV. JUSTIFICACIÓN

El proceso de sufrimiento es experimentado por los pacientes que padecen de úlceras por presión y su entorno familiar. El cuidado de un paciente bajo las condiciones de las UPP puede provocar desgaste y cansancio, y es común que el desempeño del rol de cuidador se vea alterado por el agotamiento. Hechos como el dolor, la incomodidad, el miedo, la ansiedad, la pérdida de autonomía y la limitación en las relaciones sociales debido a la incapacidad de movilizarse, se convierten en aspectos prominentes del cuadro para aquellos que sufren de estas lesiones. El proceso de recuperación se ve retardado y se enfrentan al riesgo de contraer infecciones y sepsis. Es importante tener en cuenta el gran impacto de las UPP sobre los pacientes y la calidad de vida que experimentan desde la concepción de la úlcera hasta su recuperación.

Para afrontar las consecuencias de la lesión tisular que ocurren con las UPP y proporcionar una terapéutica diferente, se analizará el uso del Ultrasonido como tratamiento kinésico aplicado en dichas lesiones. El US es un agente de fisioterapia que genera, principalmente, dos efectos fundamentales: mecánico y térmico, efectos relacionados con la circulación y la reparación de los tejidos.

El objetivo principal de este trabajo es determinar cuáles son los efectos del US que se generan al ser aplicados durante el tratamiento de una UPP, teniendo en cuenta los diversos estadios que transcurren en este tipo de lesiones, los parámetros y las diferentes modalidades de aplicación del agente fisioterapéutico. El propósito es conocer cuáles aportan mayores beneficios a los pacientes que sufren de estas lesiones.

En base a los resultados que se obtengan del análisis, será de suma importancia proponer el rol del kinesiólogo y de la utilización correcta del US en el tratamiento de las UPP. Además, se buscará darle un enfoque a la función que pueda desempeñar el terapeuta ante la prevención de las mismas, con el fin de efectivizar y brindar un tratamiento acorde a las demandas que requieren los procesos de cicatrización y la calidad de vida que implica durante ese proceso.

V. MÉTODOS

Se realizó una revisión bibliográfica de artículos científicos publicados desde el año 2012 al año 2024, para identificar cuáles son los efectos, en cuanto a la cicatrización, que aporta la aplicación de Ultrasonido en pacientes con UPP. La búsqueda se llevó a cabo a través de bibliotecas virtuales y en las siguientes bases de datos: *PubMed, Elsevier, Biblioteca Virtual en Salud y Biblioteca Electrónica de Ciencia y Tecnología del MinCyT*.

Se utilizaron las siguientes palabras claves para la búsqueda:

Términos DeCS: “Úlcera Cutánea”, “Úlcera por presión”, “Terapia por Ultrasonido”, “Terapia por Estimulación Eléctrica”, “Escara”, “Úlcera de Decúbito”, “Cicatrización”, “Lesión por Presión”, “Ecografía de Alta Frecuencia”, “Ecografía de Baja Frecuencia” “Ultrasonido de Baja Frecuencia Sin Contacto”, “Heridas Crónicas”.

Términos MeSH: “Skin Ulcer”, “Pressure Ulcer”, “Ultrasonic Therapy”, “Electric Stimulation Therapy”, “Bedsore”, “Decubitus Ulcer”, “Cicatrization”, “Pressure Injury”, “High Frequency Ultrasound”, “Low Frequency Ultrasound”, “Non-contact Low Frequency Ultrasound”, “Chronic Wounds”.

Se realizaron las siguientes combinaciones en español:

“Ultrasonido” AND “Úlceras por Presión AND “Tratamiento”. Se encontraron 18 artículos, de los cuales 4 eran repetidos y 1 fue seleccionado.

“Úlcera por Presión” AND “Ultrasonido sin Contacto”. Se encontraron 23 artículos de los cuales fue 1 seleccionado.

Se realizaron las siguientes combinaciones en inglés:

“Ultrasonic Therapy” AND “Pressure Ulcer”. Se obtuvieron 3 artículos de los cuales fueron seleccionados 2.

“Pressure Ulcer” (MeSH) AND “Ultrasonic Therapy”. Se encontraron 3 artículos, de los cuales 1 era repetido y 1 fue seleccionado.

(“therapeutic ultrasound” OR “ultrasonic therapy”) AND (“Pressure ulcer” OR “bedsore” OR “decubitus ulcer” OR “pressure sore”). Se encontraron 3 artículos, de los cuales 2 eran repetidos. El restante no fue seleccionado.

“Efectos del ultrasonido en pacientes con úlceras por presión”

"Pressure Ulcer" AND ("Electric Stimulation Therapy" OR "Ultrasonic Therapy"). Se obtuvieron 12 artículos, de los cuales 2 eran repetidos. No se seleccionó ninguno del resto.

"(Therapeutic Ultrasound OR Ultrasound Therapy) AND Physiotherapy AND Treatment AND Healing AND Pressure Injuries". Se encontraron 4 artículos de los cuales 2 eran repetidos. Ninguno del resto fue seleccionado.

“Noncontact low-frecuency ultrasound” AND (“chronic wounds” OR “pressure ulcer”). Se obtuvieron 5 artículos, de los cuales 1 ya estaba repetido. No se seleccionó ningún otro.

“noncontact low-frecuency ultrasound therapy” AND “chronic wounds”. Se encontraron 5 artículos, de los cuales 1 estaba repetido. El resto no fue seleccionado.

Criterios de inclusión y exclusión

Para la selección de artículos, se utilizaron los siguientes criterios de inclusión:

- Estudios que abordaran el tratamiento de UPP, lesión del tejido profundo y cicatrización de heridas.
- Artículos que contengan US o US y otros agentes de fisioterapia como tratamiento.

Los siguientes criterios fueron de exclusión:

- Artículos que hablen de Úlceras venosas o de orígenes vasculares o pie de diabético.
- Artículos que estudien el tratamiento de otros agentes de fisioterapia que no incluyan US.
- Revisiones sistemáticas
- Metaanálisis.

Filtros:

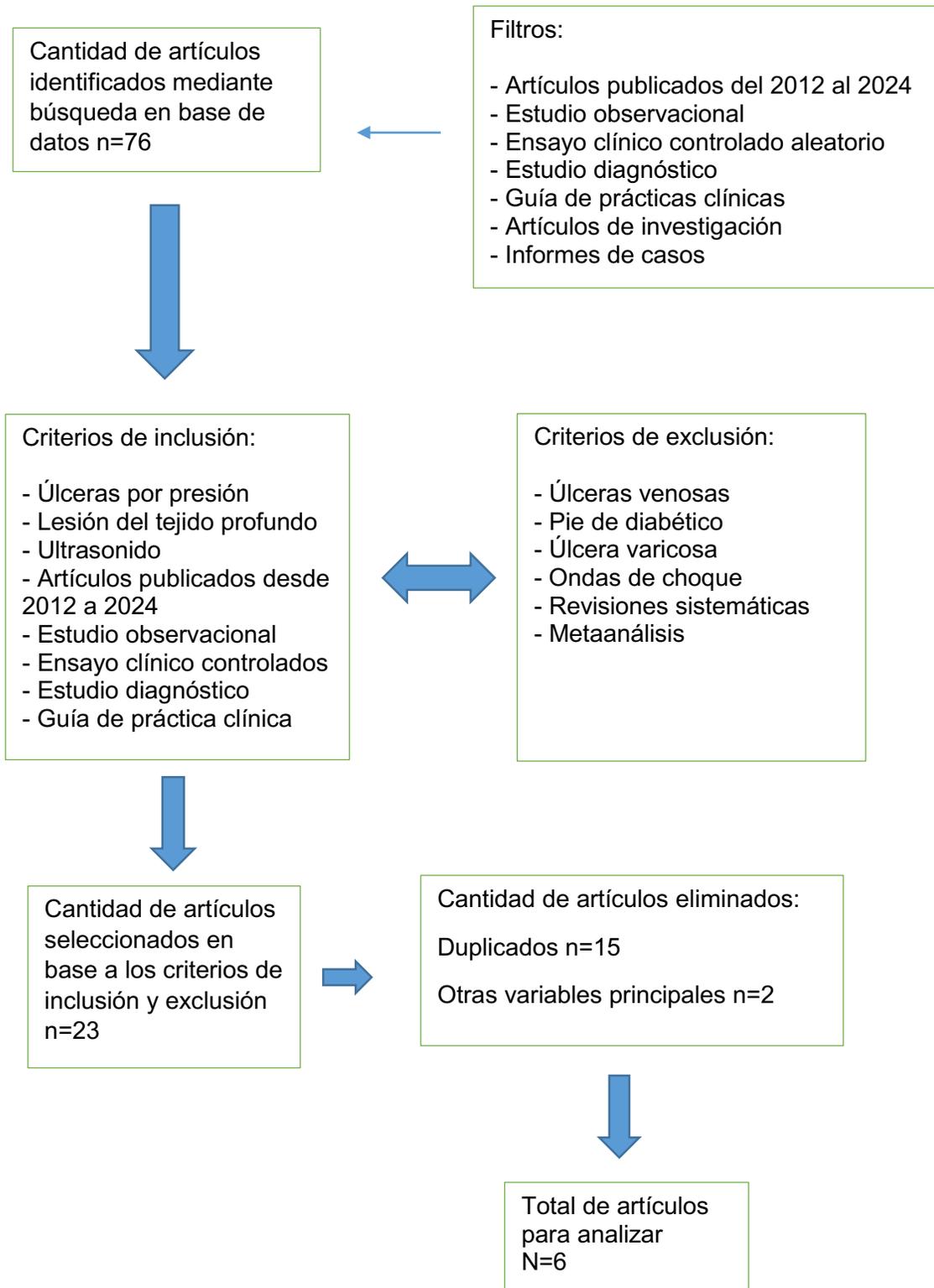
- Artículos publicados desde el 2012 al 2024.
- Estudio observacional
- Ensayo clínico controlado aleatorio

“Efectos del ultrasonido en pacientes con úlceras por presión”

- Estudio diagnóstico
- Guía de práctica clínica
- Artículos de investigación
- Informes de casos

“Efectos del ultrasonido en pacientes con úlceras por presión”

Diagrama de flujo de la estrategia de búsqueda:



VI. RESULTADOS

El examen de los resultados se llevó a cabo mediante el análisis de 6 artículos, los cuales fueron seleccionados a través de una búsqueda en las bases de datos científicas, cumpliendo con los criterios de inclusión previamente establecidos. Para facilitar y organizar este análisis, se elaboró un resumen y una tabla para cada artículo. Los estudios fueron ordenados cronológicamente, presentando primero aquellos realizados en fechas anteriores y luego los más recientes. En cada tabla se incluyen detalles como el título, autor, año de publicación, tipo de estudio, objetivo, muestra, intervención, resultados y conclusiones de cada investigación.

“Efectos del ultrasonido en pacientes con úlceras por presión”

Título	Effects of therapeutic ultrasound in the treatment of pressure ulcers in elderly adults with severe dependency.		
Autor	E. Mancilla-Solorza, et. Al (41)		
Año	2012		
Tipo de estudio	Estudio descriptivo interferencial.		
Muestra	Intervención	Variabes	Resultados
Se seleccionó 12 adultos mayores de más de 70 años con 17 UPP en total, que presentaran una o más UPP con una evolución de igual o mayor a 3 meses y que además estuviesen en estado de dependencia severa (postrados).	Se dividieron las 17 UPP en 4 grupos de forma aleatoria simple. Todos los grupos fueron evaluados cada 7 días, recibieron cuidados estándar de enfermería y además un tratamiento complementario durante 8 semanas. Los grupos que recibieron US, previamente se calculó el tiempo de aplicación con la formula adaptada de Rodríguez JM. Cabe destacar que la aplicación fue alrededor de la úlcera, en sentido horario con gel como intermediario. G1: Grupo Control; limpieza de la UPP con suero fisiológico y apósitos que cubrieran la herida. G2: Cuidados de enfermería + aplicación de luz ultravioleta C (LUV-C), con el fin de controlar posibles Biofilms a través de sus efectos bactericidas. Dosis inicial: 15seg aumentando progresivamente el 25% cada sesión hasta una dosis máxima de 134 seg., a 15 cm de distancia respecto a la herida, 2 veces por semana.	<u>Primaria:</u> - Valoración de la herida: medida a través de un diagrama de valoración, observando y objetivando la evolución de diferentes parámetros, puntuando del 1 al 4, con una gravedad proporcional a la puntuación. - Área de la UPP: medida del perímetro sobre una plantilla de acetato luego se obtuvo el área por medio de un conteo de cuadrados sobre papel milimetrado, luego se realizó la conversión en cm ² . - Tasa de recuperación semanal (cm ² /semana). - Evolución de las UPP: registro fotográfico al inicio y al final del tratamiento. <u>Secundarias:</u>	El total de las UPP tenían un área promedio de 2,14 ± 2,26cm ² al inicio del tratamiento, luego mostraron una disminución de 0,55 ± 1,12 cm ² al finalizarlo. Las áreas de las UPP disminuyeron significativamente en todos los grupos; G1; disminuyó en un promedio de 1,58cm ² , G2; 2,62cm ² , G3 Y G4; 1,15cm ² . Las diferencias fueron significativas tanto para G3 (p=0,021) como para el resto (p=0,034). En cuanto a la tasa de recuperación semanal, G3 y G4 obtuvieron una recuperación mayor (18,39% y 6,58% respectivamente) que las del G1 pero no fue significativo (p>0,05). En los puntajes de valoración de heridas, las categorías que mejoraron fueron la extensión de la herida; G4 redujo 1,5 puntos, la calidad del exudado; G4 presento la menor puntuación (1 punto), la presencia de tejido granulatorio; G2 redujo 3 puntos (representando un 75 a 100% de este tejido) siendo este parámetro estadísticamente

“Efectos del ultrasonido en pacientes con úlceras por presión”

	<p>G3: Cuidados de enfermería + LUV-C + US de 10 J/cm² con 3 MHz, penetrando de 1 a 2 cm en el tejido, modo pulsado al 20%: efectos mecánicos, 1 W/cm² con un ERA de 5cm², tiempo dependiente del tamaño de la herida. Se aplicó 3 veces por semana.</p> <p>G4: Cuidados de enfermería + LUV-C + US de 20 J/cm con 3 MHz, modo pulsado al 20%: efectos mecánicos, 1 W/cm² con un ERA de 5cm², tiempo dependiente del tamaño de la herida. Se aplicó 3 veces por semana.</p>	<p>- Clasificación de las UPP en estadios según la NPUAP.</p>	<p>significativo (p=0,034). Al comparar la variable porcentaje de recuperación final en las distintas dosis de US respecto al G1; G4 mostro un 76% de posibilidad de éxito, G3 un 62,4% y G1 un 24%. El registro fotográfico demostró el cierre de 1 UPP en los G1 y G2 y de 2 UPP en G3 y G4.</p>
--	--	---	--

“Efectos del ultrasonido en pacientes con úlceras por presión”

Título	A Prospective, Randomized, Controlled, Clinical Study to Evaluate the Efficacy of High-frequency Ultrasound in the Treatment of Stage II and Stage III Pressure Ulcers in Geriatric Patients.		
Autor	Anna Polak et.AI (16)		
Año	2014		
Tipo de estudio	Estudio prospectivo, aleatorizado y controlado de dos años.		
Muestra	Intervención	Variables	Resultados
42 pacientes geriátricos de 71 a 95 años.	Los pacientes asignados a este estudio presentaban heridas que no respondieron a tratamientos previos durante al menos cuatro semanas. Los mismos fueron asignados de forma aleatoria en dos grupos; Grupo control, SWC (n=22 con 23 UP, 18 en etapa II y 5 en etapa III) y Grupo tratamiento, HFUS + SWC (n=20 con 21 UP, 14 en etapa II y 7 en etapa III). El tiempo de estudio fue de 6 semanas o hasta el cierre de la herida. GC; SWC: todos los pacientes recibieron tratamientos de prevención de desarrollo de UPP, superficies, dispositivos y almohadas de redistribución de presión, reposicionamiento cada 2 horas de los	<u>Primarias:</u> - WSA: medida en cm ² (utilizaron láminas de película transparente copiando los contornos de la herida, midiendo con un planímetro el área de la superficie) y cambio porcentual de tamaño con respecto al inicial. - Tasa de curación de herida (en términos de cambio semanal promedio en el área de la herida): medida en cm ² /semana. - Progreso de curación: medida con el parámetro de Gilman. <u>Secundarias:</u> - Se evaluó el riesgo a desarrollar UPP con las escalas de Norton y Braden.	Luego de 6 semanas de tratamiento, hubo una reducción significativa del WSA de las UPP en ambos grupos; en el GC (SWC) presentó una reducción de 11,08 ± 7,52cm ² a 8,28 ± 8,79cm ² (p=0,000069), mientras que en el grupo de HFUS+SWC se observó una diferencia de 15,38 ± 12,92cm ² a 6,16 ± 8,26cm ² luego del tratamiento (p=0,0062) lo cual indica que en el GT el WSA de las UPP redujo significativamente más que en el GC (68,80% ±37,23% vs. 57,84% ± 37,24% p=0,047). El parámetro de Gilman calculado para las UPP en estadíos II y III fue significativamente mayor para el GT que el GC; 0,88% ± 0,62% y 0,43% ± 0,50% respectivamente (p=0,018). La disminución semanal en la superficie de la herida de las UPP de estadíos II y III fue más rápida en el GT (2,63 ± 2,49 cm ² /semana) que en el GC (1,52 ± 2,02 cm ² /semana, pero la diferencia no fue significativamente (p=0,07).

“Efectos del ultrasonido en pacientes con úlceras por presión”

	<p>pacientes que no podían moverse. Se realizaron análisis de sangre para detectar marcadores del estado nutricional y trastornos metabólicos. Además, recibieron tratamientos tópicos controlando la humedad, la carga bacteriana y si fuera necesario desbridamiento de la herida. Las heridas fueron cubiertas con apósitos, incluyendo gasas no adherentes, apósitos humedecidos con CINA 0,9%, hidrogel y extracto de caléndula anthodium. Todos los pacientes fueron medicados con heparina de bajo peso molecular.</p> <p>GT; SWC + HFUS: se aplicó ultrasonido en las áreas de peri-herida y en la herida a través de un gel estéril. El ERA del transductor fue de 4cm², se aplicó US de 1 MHz, en modo pulsado con un SATP de 0,5 W/cm², un ciclo de trabajo del 20% y un SATA de 0,1 W/cm², de 1 a 3 minutos sobre la zona de la herida una vez al día,</p>	<p>- Gravedad de la UPP, utilizando la clasificación de NPUAP, EPUAP y PPPIA.</p> <p>- Se midió el estado nutricional a través del Puntaje de Riesgo Nutricional</p>	<p>La tasa de curación semanal media (cm²/semana) fue mayor en el GT que el GC tanto para UPP en estadios II (3,09 ± 2,93 cm²/semana y 1,08 ± 1,43 cm²/semana respectivamente) como en el III (3,44 ± 3,27 cm²/semana y 1,70 ± 0,82 cm²/semana respectivamente), pero la diferencia no fue significativa con respecto al GC (p=0,045 y p=0,65 respectivamente).</p> <p>En cuanto a la diferencia entre los tratamientos aplicados, medidas en porcentajes, en las UPP en etapa II y III que redujeron y cerraron la herida, no fueron estadísticamente significativas (p=0,999). La reducción de al menos el 50% de la WSA fue mayor en el GT (11 de 14, 78,57%) que en el GC (7 de 18, 38,89%) (p=0,035). El porcentaje de UPP en etapa II que cerraron fue mayor en el GT (7 de 14, 50%) que en GC (3 de 18, 16,67%), la diferencia no fue significativa (p=0,062). En cuanto a las UPP en etapa III, en el GT la WSA disminuyó un 50% en 4 de 7 (42,86%) frente a 3 de 5 (60% en el GC. Solo 1 UPP en estadio III cerro en el GT y ninguna en el GC.</p> <p>El valor de la escala de Norton fue menor a 14 puntos para todos los pacientes y de la escala de Braden menor a 16 puntos, lo cual indicaba un alto riesgo de desarrollo de UPP.</p>
--	---	--	--

“Efectos del ultrasonido en pacientes con úlceras por presión”

	5 días de la semana. Teniendo una duración de 1 minuto la aplicación la primera semana, 2 minutos la segunda semana y 3 minutos la tercera semana manteniendo esta duración hasta finalizar el tratamiento.		
--	---	--	--

“Efectos del ultrasonido en pacientes con úlceras por presión”

Título	Reduction of pressure ulcer size with high-voltage pulsed current and highfrequency ultrasound: a randomised trial.		
Autor	A. Polak et. Al (45)		
Año	2016		
Tipo de estudio	Controlado, aleatorizado, simple ciego y de grupos paralelos.		
Muestra	Intervención	Variables	Resultados
77 pacientes entre 60 a 95 años (80% > 70 años) con 88 UPP totales en estadios II, III y IV, con características similares en cuanto a las variables que influyen en la cicatrización de la herida (ej.: edad, duración de la herida, gravedad,	Los pacientes fueron asignados aleatoriamente y en tres grupos: Grupo control; SWC (n=28 con 31 UPP), Grupo US + SWC (n=25 con 28 UPP) y Grupo ES + SWC (n=24 con 29 UPP). El tiempo de estudio fue de 6 semanas o hasta el cierre de la herida. <u>Grupo:</u> SWC (cuidado estándar de heridas): Los participantes de este grupo recibieron un programa de cuidados de heridas basados en tratamientos tópicos, desbridamiento de tejidos, control de inflamación e infección (si presentaban elevado valor de leucocitos se les administraba antibióticos), mantenimiento de la humedad y seguimiento de los bordes de las heridas. La limpieza de la herida se llevó a cabo con antisépticos o apósitos de hidrogel e hidrocoloides para desencadenar la autólisis. Se tomaron medidas de prevención para impedir nuevas UPP, tales como cambios de superficies, almohadas o dispositivos que redistribuyan la presión.	<u>Primarias:</u> - Reducción del área de superficie de la herida (WSA), medidas en cm ² , medidas al inicio y al final del tratamiento. - Porcentaje de reducción del área (PAR); para ello se llevaron a cabo dos mediciones; al final de la semana cuatro y la última al final de la semana seis. Aquellas UPP que habían cerrado antes del final de la semana seis, se registró la fecha de cierre. Para medir la WSA se utilizaron láminas de película transparente copiando los contornos de la herida, midiendo con un planímetro el área de la superficie. <u>Secundarias:</u>	Los cambios que se registraron fueron estadísticamente significativos p≤0,05: el WSA disminuyó significativamente en los grupos de tratamiento al ser comparados con el grupo control. El grupo de US tuvo una reducción en seis semanas de 10,86 ± 11,59 cm a 3,69 ± 6,23cm (p<0,0001). El grupo de ES tuvo una reducción en seis semanas de 7,48 ± 6,20cm a 2,65 ± 4,33 cm (p<0,0001). El grupo control tuvo una reducción en seis semanas de 9,31 ± 7,27 cm a 5,33 ± 6,41cm (p<0,0001). En cuanto al porcentaje de reducción del área; en el grupo de US el PAR4 redujo en un 70,93 ± 28,23% (p=0,020) y el PAR6 mostró una reducción del 77,48 ± 11,59% (p=0,024). El grupo de ES tuvo una reducción en PAR4 de 68,3 ± 37,37% (p=0,020) y el PAR6 redujo un 76,19 ± 32,83% (p=0,024). En el grupo control el PAR4 presentó una reducción del 39,6 ± 56,28% (p=0,33) y un PAR6 de 48,97 ± 53,42% (p=0,030). Cabe destacar que entre los grupos de SWC

“Efectos del ultrasonido en pacientes con úlceras por presión”

<p>tamaño inicial de la herida y alto riesgo de desarrollar UPP).</p>	<p><u>Grupo US + SWC:</u> Junto al programa de SWC se aplicó US de 1 MHz, en modo pulsado con un SATP (intensidad máxima temporal promedio espacial) de 0,5 W/cm², un ciclo de trabajo del 20% y un SATA (intensidad promedio temporal espacial) de 0,1 W/cm², de 1 a 3 minutos sobre la zona de la herida y periherida una vez al día, 5 días de la semana (se decidió ampliar gradualmente el tiempo de 1 a 3 minutos según si se observaban o no reacciones fisiológicas negativas como inflamación).</p> <p><u>Grupo ES + SWC:</u> Se administró HVMPD con dos electrodos, uno de tratamiento (5 x 10cm) sobre una gasa aséptica saturada con solución salina fisiológica cubriendo la herida, el otro (10 x 10cm) cerraba el circuito eléctrico y se colocó sobre una gasa saturada con solución salina fisiológica a 20 cm de la UPP. Se aplicó un pulso monofásico de pico doble, que constaba de dos pulsos exponenciales de 77µs en rápida sucesión (la duración del pulso pico doble fue de 154µs). La frecuencia del pulso fue de 100pps, la intensidad de 0,25A, por lo que los pacientes solo vivenciaron efectos sensoriales. Los pacientes participaron en 5 sesiones de 50 min por semana una vez al día.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Condición física, condición mental, actividad, movilidad e incontinencia, medidas con la escala de Norton. - Posibilidad de fricción y cizallamiento, humedad de la herida, percepción sensorial, actividad física y movilidad, medidas con la escala de Braden. - Gravedad de la UPP, utilizando la clasificación de NPUAP, EPUAP y PPPIA. - Se midió el estado nutricional a través del Puntaje de Riesgo Nutricional. 	<p>+ ES y SWC + US no hubo diferencias significativas entre sí en cuanto a PAR4 (p=0,97) y PAR6 (0,99).</p>
---	---	---	---

“Efectos del ultrasonido en pacientes con úlceras por presión”

Título	The Effect of Adjunctive Non-Contact Low Frequency Ultrasound on Deep Tissue Pressure Injury.		
Autor	Jeremy Honaker et. Al (31)		
Año	2016		
Tipo de estudio	Estudio histórico prospectivo longitudinal de casos y controles.		
Muestra	Intervención	Variables	Resultados
60 sujetos con lesión por presión del tejido profundo (DTPI).	Los pacientes fueron divididos en 2 grupos: Grupo Control y Grupo de Tratamiento, en ambos casos se basaron en los tiempos desde la identificación de DTPI hasta el inicio del tratamiento (dentro de los 5 días posteriores al inicio) (T1) y el período de duración de tratamiento (T2). En ambos grupos se identificaron las DTPI en tiempos muy similares, lo cual indica también un inicio de tratamiento similar. El grupo de Tratamiento incluyó la terapia MIST de baja intensidad y alta frecuencia (al ser una onda más larga alcanza mayor profundidad en el tejido) en donde se transmiten las ondas continuamente a través de un transductor con una niebla como intermediario, administrada a través de una solución salina. Grupo Control: recibió atención estándar cuyo objetivo era proporcionar medidas para reducir la posible influencia de cizallamiento en el área de la herida. Para ello se llevó a cabo un	<u>Primaria:</u> - Reducción de la gravedad de la lesión. Medida con la Escala de Honaker. - Área de superficie total de la herida: Medida estándar; utilizando una regla en cm, desechable, midiendo el ancho y el largo de la herida. <u>Secundarias:</u> - Etapa final de lesión por presión: De acuerdo con la clasificación de la NAPUAP.	Los resultados obtenidos al momento 2 (que incluyen la etapa de intervención de tratamientos) demuestran que el TSA en ambos grupos fue similar al inicio de tratamiento (GC 18,8cm ² y 17,7cm ² GT; diferencia media de 1,1cm ²), y luego de ser intervenidas, el TSA disminuyó significativamente en el grupo de tratamiento (8,8cm ²) vs. el grupo control (0,3cm ²) (p=0,014). En cuanto a la gravedad de la lesión, el grupo de tratamiento disminuyó al final del mismo (9,8 a 7,6), no así en el grupo control, en donde se obtuvo mayor puntaje (10,3 a 11,9). (p=0,0001). Con respecto a la etapa final de la lesión por presión en el grupo de tratamiento, se observó mayoría de lesiones en etapa 2 (50%) seguidas de DTPI (23%), mientras que en el grupo control; predominaba la lesión por presión no estadificable (etapa 3 o 4) (57%) seguida por DTPI (27%). Además, un 17% de las heridas se resolvieron en el grupo de tratamiento y

“Efectos del ultrasonido en pacientes con úlceras por presión”

	<p>programa de reposicionamiento, dispositivos de asistencia para reposicionamiento (cuña o espuma), pomadas de bálsamo de tripsina dos veces al día si el paciente tenía incontinencia y no podía mantener un apósito tópico, apósitos de espuma con bordes de silicona, camas con baja pérdida de aire, botas con descarga de talón, consulta con nutricionista.</p> <p>Grupo Tratamiento: Se aplicó ultrasonido de baja frecuencia sin contacto (NLFU) a través del sistema de terapia MIST; el cual trabaja a baja intensidad: 0,2 a 0,6 W/cm² y una frecuencia de 40 kHz. Se aplicó todos los días durante 5 días y luego cada 2 días hasta la completa cicatrización o dada el alta hospitalaria. El tiempo de sesión del US se basó en la superficie total de la herida (TSA) medida en cm²: 10cm²; 3 min., 10-20cm²; 4min.. En el caso de heridas de gravedad (como las de coloración violeta) se aplicó más tiempo: 10cm²; 5 min.</p>		<p>un 0% en el grupo control. Solo el 3% de las heridas del grupo de tratamiento progresó a una lesión por presión no estadificable en comparación con el 57% en el caso del grupo control.</p>
--	---	--	---

“Efectos del ultrasonido en pacientes con úlceras por presión”

Título	High-Voltage Electrical Stimulation Versus Ultrasound in the Treatment of Pressure Ulcers.		
Autor	P. Karsli, et.al (46)		
Año	2016		
Tipo de estudio	Ensayo controlado prospectivo.		
Muestra	Intervención	VARIABLES	Resultados
27 pacientes de edad media entre 32,63 y 15,96 años, hospitalizados para rehabilitación neurológica, con UPP en estadios II, III y IV.	<p>Los pacientes fueron divididos, en forma aleatoria, en 2 grupos, ambos recibieron además cuidados estándar de heridas (SWC): Grupo HVES (estimulación eléctrica de alto voltaje) (n=15) con 25 UPP totales y Grupo US (ultrasonido) (n=12) con 22 UPP totales. Se trataron 14 UPP en estadio II, 26 en estadio III y 7 en estadio IV.</p> <p>En ambos grupos se realizó una limpieza de la herida con solución salina y se revisó el tejido circundante. Los resultados del estudio se evaluaron antes (T0) y después del tratamiento (T1).</p> <p>También hubo diferencias significativas en cuanto al WSA ($p=0,036$) y en las diferentes etapas en las que se encontraban las UPP ($p=0,018$) previo al tratamiento.</p> <p>Grupo HVES + SWC: Se suministró una corriente pulsada monofásica de doble pico con 100 pps, con una frecuencia de 10/50/100μs de ancho de pulso, tiempo de aceleración de 2 seg., modo continuo y con una intensidad entre 50 y 150 V</p>	<p><u>Primaria:</u> - WSA: medida en cm².</p> <p><u>Secundarias:</u> - Estadíos de las UPP: De acuerdo con la clasificación de la NAPUAP.</p>	<p>En cuanto al WSA medida antes y luego de recibir ambos tratamientos, hubo diferencias significativas en todas las etapas. Al inicio de la intervención, la WSA de las UPP tratadas con HVES y US obtuvieron una medida media de 25 y 15cm² respectivamente, al final de tratamiento la medida media fue de 17 y 8cm² respectivamente para cada grupo. Las UPP tratadas con HVES mostraron una mejoría significativa en etapa II ($17,40 \pm 15,91\text{cm}^2$ a $11,40 \pm 18,83\text{cm}^2$) ($p=0,012$), etapa III ($28,53 \pm 22,04\text{cm}^2$ a $20,66 \pm 28,87\text{cm}^2$) ($p=0,001$) y etapa IV ($30,78 \pm 16,03\text{cm}^2$ a $18,64 \pm 12,58\text{cm}^2$) ($p=0,20$). Las del grupo de US, las mejorías también fueron significativas en</p>

“Efectos del ultrasonido en pacientes con úlceras por presión”

	<p>(un punto por debajo del nivel de contracción muscular). El tiempo de sesión fue de 60 min., 3 veces por semana, durante 4 a 12 semanas.</p> <p>Grupo US + SWC: se aplicó US sobre el lecho de la herida a una frecuencia de 3 MHz, 20% de ciclo de trabajo y 0,3 w/cm² de 1 a 2 min/cm², modo pulsado. Y alrededor de la herida, se aplicó una frecuencia de 1 MHz en modo continuo, de 1 a 1,5 w/cm². La sesión duró de 2 a 3 min/cm² y se aplicó 3 veces por semana durante 4 a 12 semanas.</p>		<p>etapa II (7,61 ± 6,18cm² a 1,50 ± 0,96cm²) (p=0,041) y en etapa III (20,19 ± 22,10cm² a 11,24 ± 19,30cm²)(p=0,001). Se detectó un promedio de disminución del WSA del 43% en HVES mientras que en el grupo US hubo una disminución del 63%.</p>
--	---	--	--

“Efectos del ultrasonido en pacientes con úlceras por presión”

Título	Use of Noncontact Low-Frequency Ultrasound in Deep Tissue Pressure Injury.		
Autor	P. Wagner-Cox, et.al (40)		
Año	2017		
Tipo de estudio	Análisis descriptivo retrospectivo		
Muestra	Intervención	Variables	Resultados
44 pacientes de edad variable $71,3 \pm 16,3$, con DTPI (lesión del tejido profundo). En forma aislada, se estudió las UPP de talón (n=8) debido al pequeño tamaño de la muestra.	De los 44 pacientes con DTPI, se identificaron 22 que tenían lesiones adquiridas en el hospital (HADTPI) y 22 que las presentaban al ingreso (POA DTPI). Para todos los casos, se aplicó cuidados estándar + ultrasonido de baja frecuencia sin contacto (NLFU). El NLFU se aplicó todos los días, durante 5 días y luego 3 veces por semana hasta la resolución de la herida. En el caso de las UPP de talón, el tratamiento continuó hasta que se absorbió todo el líquido y se observó una escara firme. Luego se seleccionó un cuidado adecuado para la herida según protocolo del hospital.	<u>Primaria:</u> - Tamaño de la herida: medida en cm ² . <u>Secundarias:</u> - Predicción de resolución de las DTPI: tras una regresión logística multivariada. - Duración de la estadía en el hospital: mediana en días.	Los HADTPI tuvieron una estadía más larga con respecto a los POA DTPI 20 días y 6 días respectivamente, lo cual fue estadísticamente significativo (p=0,001). En cuanto al tamaño de las DTPI tratadas con NLFU, comparados al inicio (24,6cm ²) y al momento de interrupción del tratamiento (14,4cm ²) hubo una diferencia significativa (p=0,02), siendo el sexo femenino quien mostró ser el único predictor significativo del estado de la herida resuelta (p=0,046). El 23% de los pacientes experimentaron la resolución de la DTPI. Los pacientes con potencial de resolución, el 63% fueron clasificadas como resueltas. En las DTPI de talón, hubo una disminución estadísticamente significativa luego del tratamiento (15,9cm ² frente a 13,4cm ²) (p=0,045). Ninguna se registró como resuelta al momento de suspender el tratamiento.

VII. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

En relación a la variable *superficie de la herida (WSA)* medida en cm^2 , se observó que, al momento de ser evaluada, comparándola desde el inicio del tratamiento y al final del mismo, los 6 artículos seleccionados arrojaron información significativamente favorable; en el estudio de **A. Polak et. Al (2014)** (16) se evidenció una mejoría significativa luego de 6 semanas en cuanto a la reducción del WSA luego de recibir HFUS + SWC en comparación al grupo control que solo recibió SWC. En la investigación llevada a cabo por **A. Polak et. Al (2016)** (31) se demostró una mejoría significativa del WSA en ambos grupos de tratamiento; tanto el de HFUS + SWC como el de ES + SWC comparado al GC; SWC luego de 6 semanas. El equipo de **Karsli et. Al (2016)** (46) evaluó la efectividad al aplicar US + SWC vs. ES + SWC en donde se pudo obtener que ambos tratamientos mejoraron el WSA de las UPP, destacando que el grupo de ES + SWC tenía UPP en estadio IV mostrando eficacia en dicho estadio y el grupo de US + SWC no contaba con esta categoría de lesión por presión. En otro estudio realizado por **Mancilla-Solorza et. Al (2012)** (41) se realizaron 4 tipos de tratamiento que incluían SWC, L. UV, US de 10 J/cm^2 y de 20 J/cm^2 combinados, el tratamiento se llevó a cabo durante 8 semanas. En todos los grupos se presentaron mejorías, pero se destacó el grupo que recibió SWC + L. UV + US DE 10 J/cm^2 ; el cual mostró diferencias significativas en comparación a los otros 3 grupos. **J. Honaker et. Al (2016)** (31) demostró que las DTPI tratadas con NLFU + SWC mejoraron significativamente el WSA, comparado con el GC; SWC, el tiempo de tratamiento fue hasta la completa cicatrización o dada el alta hospitalaria. La investigación llevada a cabo por **Wagner et. Al (2017)** (40) evaluó el WSA de DTPI adquiridas en el hospital y aquellas que ya estaban presentes en pacientes que ingresaban a internación, ambas presentaciones fueron tratadas con NLFU + SWC y se obtuvo mejorías significativas luego de aplicar el tratamiento.

Al momento de analizar la variable correspondiente a la *tasa de recuperación semanal*, la cual fue medida en $\text{cm}^2/\text{semana}$, demostró que hubo mejorías significativas en la recuperación de las heridas por semana en los grupos de tratamiento en 3 de 6 de los artículos recuperados, en comparación al grupo control (SWC): **A. Polak et. Al (2014)** (16) aplicó HFUS + SWC en donde indicó mejor tasa de recuperación que el GC. En la investigación de **A. Polak et. Al (2016)** (31) se trató tanto con HFUS + SWC como con ES + SWC en donde además se evidenció una tasa de recuperación más rápida en la 4ta semana en comparado a las 2 semanas restantes de tratamiento, y en el trabajo de **Mancilla-Solorza et. Al (2012)** (41) en 2 de los 4 grupos de tratamiento (SWC + L.

“Efectos del ultrasonido en pacientes con úlceras por presión”

UV + US de 10 J/cm² y SWC + L. UV + US de 20 J/cm²) también se obtuvo un alto porcentaje de recuperación en comparación al GC y al grupo que recibió SWC + L. UV.

En el estudio de **Mancilla-Solorza et. Al (2012)** (41) se presentó como variable la *valoración de las heridas*. Para medirla se utilizó la escala de valoración de la herida, en el cual a través de un diagrama de valoración se obtenía un puntaje proporcional a su gravedad. Luego de recibir los tratamientos por 8 semanas, el grupo que recibió SWC + L. UV + US + 20 J/cm² mostró mejorías en cuanto a la extensión de la herida y en la calidad del exudado. El grupo tratado con SWC + L. UV mejoró demostrando tejido de granulación.

Los investigadores **A. Polak et. Al (2014)** (16) utilizaron el parámetro de Gillman para evaluar la eficacia en el *progreso de curación de la herida*, el cual mostró resultados favorables en el grupo que recibió HFUS + SWC comparado al grupo control, tanto en las UPP en estadio II y III.

La *reducción de la gravedad de la lesión* fue una variable que solo se presentó en el estudio de **J. Honeaker et. Al (2016)** (31) donde, una vez terminado el tratamiento, se evaluó las lesiones y se obtuvo que en las DTPI tratadas con NLFU + SWC resultaron en lesiones en etapa II (50%) y DTPI (23%) mientras que en el grupo SWC predominaban lesiones por presión en estadio III y IV lo que indicaba un avance en las heridas.

Otra variable considerada por los autores fue la *resolución de las heridas*, la cual es mencionada en el estudio de **A. Polak et. Al (2014)**, en donde se pudo observar que las lesiones que lograron cerrar tras recibir tratamiento de HFUS + SWC fueron las de estadios II, las de estadio III cerró solo 1 en comparación a las del grupo control que no se logró cicatrizar ninguna lesión. Además, **J. Honeaker et. Al (2016)** (31), encontraron que tras haber recibido NLFU + SWC un gran porcentaje de las DTPI pudo resolver en comparación al GC que no obtuvo resoluciones.

VIII. DISCUSIÓN

En este trabajo, se analizaron las diferentes formas de aplicación del US en pacientes con UPP en diferentes estadios. Se plantearon diversas maneras para su aplicación, ya sea en parámetros y en formas de aplicar. A su vez, siempre las terapias físicas fueron acompañadas de un cuidado estándar de heridas, lo que imposibilitó obtener resultados de la aplicación única del US en las UPP (representando el eje de este trabajo), pudiendo estar los efectos del mismo condicionados por otros factores. Además, siempre se comparó la eficacia de la terapia de US con otras de otros agentes de fisioterapia o simplemente con los cuidados estándar de las heridas; lo que realza los efectos positivos del US sobre las lesiones estudiadas ya que no mostró ser inferior ante los tratamientos aplicados en paralelo.

Los estudios analizados demostraron que, en todos los estadios de las UPP, la aplicación de US en todas las modalidades descritas y encontradas en este trabajo (las cuales presentaron características muy similares), fueron efectivas. En 4 de 6 artículos, la mayoría de las UPP se encontraban en estadio II, otras en estadio III y muy pocas en estadio IV. No se encontró como se esperaba, que las UPP sean estudiadas al detalle en cuanto a los efectos que provocaba en las UPP en cada estadio, los investigadores seleccionaban los grupos de forma aleatoria y estudiaban los resultados en forma general arrojando valores promedios haciendo foco en cada grupo de tratamiento y no en las características de las lesiones. Solo queda claro que las de estadio inicial, que fueron tratadas con NLFU + SWC (en 2 de los 6 artículos), han mostrado mejorías tras su aplicación, además utilizaron el mismo criterio a la hora de dosificar las sesiones y finalizar el tratamiento, lo que permite acercarse a uno de los objetivos planteados en esta tesina. Solo 1 artículo aclaró que las UPP en estadio IV había mejorado tras la aplicación de otro agente, pero el grupo de US no contaba con lesiones en ese estadio. En otro estudio si se incluían las UPP de ese estadio y mostró mejorías.

En cuanto al tiempo (en semanas) que podría llevar el tratamiento, puede ser que dependa de cómo se programe el US y cuántas veces por semana se aplique, algunos sugieren más o menos tiempo. Tampoco se especifica si las heridas de un estadio mejoraron antes que otras o si se obtuvieron mejores resultados entre las UPP distintas en un mismo grupo. Ya que hay diversas presentaciones en los casos, es difícil decir cuál sería el tiempo correcto del tratamiento de forma global. Es complejo identificar si el estadio de la UPP y el tiempo que llevaba de evolución previa condiciona el tiempo de tratamiento, ya que es muy generalizada la población en cada grupo de

“Efectos del ultrasonido en pacientes con úlceras por presión”

tratamiento habiendo diferentes estadios en cada uno y también algunos autores hablan sobre su evolución previa y otros no. El tiempo que duraban las sesiones y la frecuencia con la que se aplicaba el US, también muestra algunas variaciones entre los artículos, pero se observa que depende de sus modalidades, los parámetros y el área de la herida.

La mayoría de los pacientes mencionados en los estudios fueron mayores de 70 años, postrados, con comorbilidades propias de la edad. Solo en 1 estudio los pacientes presentaban patologías neurológicas y factores de riesgo que influyeron en el área de superficie de la herida como ser la deambulación, la etapa previa al tratamiento y el tabaquismo, además eran pacientes jóvenes lo cual contraresta los efectos deletéreos de las edades adultas en cuanto a la calidad de tejido y su reparación. La edad de los pacientes pudo ser una influencia no evaluada en esta tesina como también aquellas características que podrían condicionar el estado general del paciente tales como el estado nutricional, tabaquismo, diabetes, entre otros, las cuales podrían ser posibles variables a considerar en próximas investigaciones.

Limitaciones: Los pocos artículos encontrados dificultan la comparación entre las variables, aunque una de las más importantes fue contundente, sería recomendable ampliar la investigación sobre algunas cuestiones que relacionan los efectos del US en las UPP y sus estadios.

IX. CONCLUSIÓN

A partir del análisis de los artículos, se puede concluir que el US, como agente de fisioterapia, se ha demostrado como una herramienta útil para el tratamiento complementario de las UPP, junto con cuidados estándar y otras terapias físicas. Esto se refleja en la mejoría del área de la lesión y el tiempo de recuperación. Los diversos parámetros de aplicación, modalidades de aplicación, dosificación del tratamiento y estadio de las UPP, tanto en etapas iniciales como finales, han sido objeto de estudio, lo que permite analizar los efectos del US en la cicatrización a través de diferentes variables presentadas en los artículos. Sin embargo, ninguno de los estudios evaluó minuciosamente el proceso de cicatrización según el estadio de la UPP, lo que limita la comprensión detallada de la respuesta al tratamiento de cada lesión, centrándose más en comparar los diferentes tratamientos y observar el avance en el cierre de la herida.

Entre las opciones propuestas en la literatura, se destaca la aplicación de la terapia de microestimulación de baja intensidad y alta frecuencia (MIST) junto con cuidados estándar como una terapia prometedora para tratar las UPP no avanzadas. Además, el tratamiento con US combinado con cuidados estándar ha demostrado mejorar las UPP en estadios II, III y IV, especialmente en adultos mayores. Los tiempos de aplicación del US acompañan el tiempo de cicatrización natural de los tejidos, lo que parece lógico que muestren disminución del WSA luego de someterse a estos periodos.

Este estudio se llevó a cabo con el objetivo de explorar una herramienta adicional para el tratamiento de las UPP. Si bien se esperaba encontrar artículos que abordaran exclusivamente el uso del US sin terapias combinadas, se evidencia una respuesta de cicatrización favorable, con reducción del área de la lesión y otras variables positivas, tras la aplicación de ondas de US. Sin embargo, no está claro si este efecto se debe únicamente al US o si requiere terapias complementarias. Se necesitan más estudios para investigar el uso aislado del US y determinar si es necesario combinarlo con otras terapias. Además, se sugiere ampliar la investigación para analizar los efectos del US en la cicatrización, considerando cada estadio de las UPP en lugar de simplemente comparar diferentes terapias entre sí.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. López JFM. López JFM. Prevención y tratamiento de úlceras y escaras. 2a ed. España. Editorial Vértice; 2008. 2a. España: Editorial Vértice; 2008.
2. López-Casanova P. GNEAUPP. 2015 [citado 1 de octubre de 2019]. Guía de recomendaciones basadas en la evidencia en Prevención y Tratamiento de las ÚLCERAS POR PRESIÓN EN ADULTOS. Disponible en: <https://gneaupp.info/guia-de-recomendaciones-basadas-en-la-evidencia-en-prevencion-y-tratamiento-de-las-ulceras-por-presion-en-adultos/>
3. Primer Consenso de Úlceras por Presión (PriCUPP). Bases para la implementación de un Programa de prevención, diagnóstico y tratamiento de las Úlceras por Presión. Ciudad de Buenos Aires; 05 de Septiembre 2017. Buenos Aires: Academia Nacional de Medicina de Buenos Aires; 2016. Disponible en: <https://www.samct.org.ar/wp-content/uploads/PriCUPP.pdf>. En.
4. López-Casanova P. GNEAUPP. 2014 [citado 1 de octubre de 2019]. Clasificación-categorización de las lesiones relacionadas con la dependencia. Disponible en: <https://gneaupp.info/clasificacion-categorizacion-de-las-lesiones-relacionadas-con-la-dependencia-2/>
5. Bosch Á. Úlceras por presión. Prevención, tratamiento y consejos desde la farmacia. Offarm. 2004 [citado el 15 de febrero de 2024];23(3):130-134. Disponible en: <http://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-ulceras-por-presion-prevencion-tratamiento-13059416>.
6. Watson T. Electroterapia. Práctica basada en la evidencia. 12a ed. Barcelona: Elsevier; 2009.
7. Latarjet M. y Ruiz Liard. Anatomía humana. 4a. Vol. 1. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 2010.
8. Kumar V, Abbas AK, Fausto N, Aster JC. Robbins y Cotran. Patología estructural y funcional. Elsevier España; 2010. 6585 p.
9. Ross MH, Wojciech P. Histología: texto y atlas: correlación con biología celular y molecular. 7a edición. Barcelona, España: Wolters Kluwer; 2016. 1052 p.
10. Duce A M. Patología quirúrgica. 1a ed. Madrid: El Servier; 2005. [20 de enero de 2024]. 758 p.

“Efectos del ultrasonido en pacientes con úlceras por presión”

11. Patiño O, Aguilar H, Belatti AL. Úlceras por presión: cómo prevenirlas. 2018;38 (1):40-6.

12. Comité de seguridad del paciente. Manual de Prevención y Tratamiento de Lesiones Por Presión. Buenos Aires: Hospital Posadas; Año 2022.

13. Sirani HP, Itzel R. ÚLCERAS POR PRESIÓN TRATADAS CON ULTRASONIDO TERAPÉUTICO. Terapia física [Internet]. 2016 [citado 5 de febrero de 2024]; Disponible en: https://www-optica.inaoep.mx/~tecnologia_salud/2016/documentos/memorias/MyT2016_155_E.pdf

14. Kaplan R, Jauregui JR, Rubin RK. Los Grandes Síndromes Geriátricos. 1era ed. Buenos Aires: Edimed-Ediciones Médicas SRL; 2009.

15. Reber E, Gomes F, Vasiloglou MF, Schuetz P, Stanga Z. Nutritional Risk Screening and Assessment. J Clin Med [Internet]. 20 de julio de 2019 [citado 15 de marzo de 2024];8(7):1065. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6679209/>

16. Polak A, Franek A, Blaszczak E, Nawrat-Szoltysik A, Taradaj J, Wiercigroch L, et al. A prospective, randomized, controlled, clinical study to evaluate the efficacy of high-frequency ultrasound in the treatment of Stage II and Stage III pressure ulcers in geriatric patients. Ostomy Wound Manage [Internet]. 2014 [citado 16 de febrero de 2024];60 (8):16-28. Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/es/mdl-25105475>

17. García Fernández FP, Pancorbo Hidalgo PL, Soldevilla Ágreda JJ, Blasco García C. Escalas de valoración del riesgo de desarrollar úlceras por presión. Gerokomos [Internet]. septiembre de 2008 [citado 25 de febrero de 2024];19(3):136-44. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1134-928X2008000300005&lng=es&nrm=iso&tlng=es

18. Moraes JT, Cortez DN, Souza GC, Oliveira L, Torga R de O, Moraes JT, et al. Riesgo de aparición y prevalencia de lesión por presión en atención primaria. Gerokomos [Internet]. 2019 [citado 24 de febrero de 2024];30(2):93-7. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1134-928X2019000200093&lng=es&nrm=iso&tlng=es

19. Etchenique S, Saiz M, Etchenique S, Saiz M. Primer estudio nacional de prevalencia de úlceras por presión en Argentina, 2018. El primer paso para la maratón

“Efectos del ultrasonido en pacientes con úlceras por presión”

nacional de UPP. Gerokomos [Internet]. 2018 [citado 24 de febrero de 2024];31(1):41-50. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1134-928X2020000100009&lng=es&nrm=iso&tlng=es

20. Herraiz Adillo Á, Romero Parrilla JJ, Herraiz Adillo Á, Romero Parrilla JJ. Prevalencia de úlceras por presión en atención primaria: estudio de Cuenca. 2020 [citado 24 de febrero de 2024];32(2):111-6. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1134-928X2021000200111&lng=es&nrm=iso&tlng=es

21. Osvaldo J. Patiño O, Hernán A. Aguilar y Anahí L. Belatti. Actualización en la prevención de las úlceras por presión. 2020;30(2):10.

22. Primer Consenso de Úlceras Por Presión. Buenos Aires; 2016. Academia Nacional de Medicina de Buenos Aires; 2016.

23. Servicio de Andaluz de Salud. Guía de práctica clínica para la prevención y el tratamiento de las úlceras por presión. España; Servicio Andaluz de salud. Consejería de Salud. Junta de Andalucía. Disponible en: https://www.sspa.juntadeandalucia.es/servicioandaluzdesalud/sites/default/files/sincfiles/wsas-media-pdf_publicacion/2021/Guiacuidados.pdf.

24. C. Salazar, O. Fernández Duque B. Torres Moreno. Úlceras Por Presión. En Sociedad Española de Geriatria y Gerontología (SEGG). Tratado de geriatría para residentes 1a ed. Madrid: Sociedad española de Geriatria y Gerontología; 2007. p 217 a 226. En.

25. GNAUPP. Islas Baleares; Consejería de Salud; 2018 [acceso 13 de enero de 2024]. Prevencion y tratamiento de las ulceras por presion. Disponible en: <https://gneaupp.info/actualizacion-de-la-guia-de-prevencion-y-tratamiento-de-las-ulceras-por-presion-servicio-de-salud-de-las-islas-baleares/>.

26. Morales Ojeda M, Ileana Gómez M, Morales Ojeda I, Cerda Aedo B, Meriño MÁ, Morales Ojeda M, et al. Úlceras por presión: riesgo, factores predisponentes y pronóstico hospitalario en pacientes mayores de 65 años. Rev Virtual Soc Paraguaya Med Interna [Internet]. septiembre de 2021 [citado 24 de febrero de 2024];8(2):23-33. Disponible en: http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2312-38932021000200023&lng=en&nrm=iso&tlng=es

“Efectos del ultrasonido en pacientes con úlceras por presión”

27. GNAUPP. Logroño: Consejería de Salud de La Rioja; 2009. [acceso 12 de enero de 2024] Prevención, diagnóstico y tratamiento. Disponible en: <https://gneaupp.info/?s=guia+de+prevenci%C3%B3n+diagnostico+y+tratamiento>.

28. López JLB. Definición y clasificación de las úlceras por presión. 2003;23(4):194-8.

29. Farreras V, Rozman C. Medicina Interna: Vol. 2. 17a ed. Barcelona: Elsevier; 2012.

30. GNAUPP.Osakidetza: Administración de la Comunidad Autónoma del País Vasco Osakidetza. 2017. [Acceso 12 de enero de 2024]. Guía De Actuación Para La Prevención Y Cuidados De Las Úlceras Por Presión . Disponible en: <https://gneaupp.info/?s=guia+de+prevenci%C3%B3n+diagnostico+y+tratamiento>.

31. Honaker JS, Forston MR, Davis EA, Weisner MM, Morgan JA, Sacca E. The effect of adjunctive noncontact low frequency ultrasound on deep tissue pressure injury. Wound Repair Regen [Internet]. 2016 [citado 16 de febrero de 2024];1081-8. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.1111/wrr.12479>

32. R-, RAE. | Diccionario de la lengua española [Internet]. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. 2020 [citado el 14 de julio de 2021]. Disponible en: <https://dle.rae.es/kinesiolog%C3%ADa>

33. Colegio Oficial de Fisioterapeutas de Galicia [Internet]. COLEGIO OFICIAL DE FISIOTERAPEUTAS DE GALICIA. [citado el 02 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://www.cofiga.org/ciudadanos/fisioterapia/definicion>).

34. Cárdenas DYT, Pérez AEP, Rosa DC, González Á, de Oca, Domínguez LDG. Protocolo de actuación en la rehabilitación de la ulcera por presión. 2014;6(1):24-40.

35. Jiménez RML, López CM, Jiménez SL, Víquez IC. Intervención fisioterapéutica en las úlceras por presión del paciente oncológico. 2017;109(52-59).

36. Almirón M. Breve reseña sobre el ultrasonido terapéutico. Med Clínica Soc [Internet]. 31 de agosto de 2019 [citado 3 de marzo de 2024];3(2):62-7. Disponible en: <https://medicinaclinicaysocial.org/index.php/MCS/article/view/89>

37. Todo sobre el ultrasonido terapéutico, aplicaciones, indicaciones y contraindicaciones [Internet]. [citado 17 de febrero]. Disponible en: <https://www.fisioterapia-online.com/articulos/todo-sobre-el-ultrasonido-terapeutico->

“Efectos del ultrasonido en pacientes con úlceras por presión”

aplicaciones-indicaciones-y-contraindicaciones) [Internet]. [citado 3 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://www.fisioterapia-online.com/articulos/todo-sobre-el-ultrasonido-terapeutico-aplicaciones-indicaciones-y-contraindicaciones>

38. Haar G. Ultrasound: The versatile energy source. *Int J Hyperthermia* [Internet]. 17 de febrero de 2015 [citado 3 de marzo de 2024];31(2):75-6. Disponible en: <https://doi.org/10.3109/02656736.2015.1011716>

39. J. Plaja. *MANUAL DE ULTRASONOTERAPIA*. 1a ed. Barcelona, España: Masson, S.A.; 1988.

40. Wagner-Cox P, Duhamel HM, Jamison CR, Jackson RR, Fehr ST. Use of Noncontact Low-Frequency Ultrasound in Deep Tissue Pressure Injury: A Retrospective Analysis. *J Wound Ostomy Cont Nurs* [Internet]. 2017 [citado 16 de febrero de 2024];44(4):336-42. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.1097/WON.0000000000000342>

41. Mancilla-Solorza E, Bascuñán-Retamal S, Bravo-Garrido B, Ibarra-Ábalos N. Efectos del ultrasonido terapéutico en el tratamiento de las úlceras por presión en adultos mayores con dependencia severa. *Rehabilitación* [Internet]. 1 de abril de 2012 [citado 16 de febrero de 2024];46(2):103-11. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048712012000291>

42. Rodríguez Martín J.M. *Electroterapia en fisioterapia*. 3a ed. Madrid: Médica Panamericana; 2014.

43. Cameron M.H. *Agentes físicos en rehabilitación: práctica basada en la evidencia*. 5a ed. Barcelona: Elsevier; 2019.

44. da Silva ANG, de Oliveira JRS, Madureira AN de M, Lima WA, Lima VL de M. Biochemical and Physiological Events Involved in Responses to the Ultrasound Used in Physiotherapy: A Review. *Ultrasound Med Biol*. diciembre de 2022;48(12):2417-29.

45. Polak A, Taradaj J, Nawrat-Szoltysik A, Stania M, Dolibog P, Blaszcak E, et al. Reduction of pressure ulcer size with high-voltage pulsed current and high-frequency ultrasound: a randomised trial. *J Wound Care* [Internet]. 2 de diciembre de 2016 [citado 25 de enero de 2024];25(12):742-54. Disponible en: <http://www.magonlinelibrary.com/doi/10.12968/jowc.2016.25.12.742>

46. Bora Karsli P, Gurcay E, Karaahmet OZ, Cakci A. High-Voltage Electrical Stimulation Versus Ultrasound in the Treatment of Pressure Ulcers. *Adv Skin Wound*

“Efectos del ultrasonido en pacientes con úlceras por presión”

Care [Internet]. diciembre de 2017 [citado 18 de febrero de 2024];30(12):565-70.
Disponibile en: <https://journals.lww.com/00129334-201712000-00006>