



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE CIENCIAS BIOMÉDICAS Y TECNOLÓGICAS
TSU IMAGENOLÓGÍA
TRABAJO MONOGRÁFICO**



**ULTRASONIDO DE ALTA INTENSIDAD FOCALIZADA (HIFU) EN EL
TRATAMIENTO DEL CÁNCER DE PRÓSTATA**

TUTOR: Bianca Noboa

**AUTORES:
Galindo Yuleisy
Gonzalez Genesis
Hernandez Rosangel
Villegas Melyanth**

VALENCIA, OCTUBRE 2016



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE CIENCIAS BIOMÉDICAS Y TECNOLÓGICAS
TRABAJO MONOGRÁFICO



CONSTANCIA DE APROBACIÓN

Quienes suscribimos profesora Lisbeth Loaiza, Directora de escuela, profesora Sandra Planchart, coordinadora del comité de investigación y producción intelectual de la escuela, hacemos constar que una vez obtenidas las evaluaciones del tutor, jurado evaluador del trabajo en presentación escrita y jurado de la presentación oral del trabajo final de grado titulado: **ULTRASONIDO DE ALTA INTENSIDAD FOCALIZADA (HIFU) EN EL TRATAMIENTO DEL CÁNCER DE PRÓSTATA**, cuyos autores son los bachilleres: Galindo Yuleisy, González Génesis, Hernández Rosangel, Villegas Melyanth presentado como requisito para obtener el título de Técnico Superior Universitario en Imagenología, el mismo se considera **APROBADO**.

En Valencia a los veinte días del mes de Octubre del año dos mil dieciséis.

Prof. Lisbeth Loaiza
Directora

Sello

Prof. Sandra Planchart
Coordinadora



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE CIENCIAS BIOMÉDICAS Y TECNOLÓGICAS
TSU IMAGENOLÓGÍA
TRABAJO MONOGRÁFICO



**ULTRASONIDO DE ALTA INTENSIDAD FOCALIZADA (HIFU) EN EL
TRATAMIENTO DEL CÁNCER DE PRÓSTATA**

AUTORES:
GALINDO YULEISY
GONZALEZ GENESIS
HERNANDEZ ROSANGEL
VILLEGAS MELYANTH
TUTOR:
BIANCA NOBOA
AÑO: 2016

RESUMEN

El cáncer de próstata ha sido uno de los más frecuentes, donde los pacientes son sometidos a diversos tipos de tratamientos invasivos dejando como consecuencia efectos secundarios tales como problemas en la piel, pérdida de cabello, anemia, náuseas, entre otros síntomas. Es por ello que la presente investigación se basa en explicar la tecnología HIFU como avance en el estudio por imagen en pacientes con cáncer de próstata. Esta tecnología trata la patología sin dejar efectos adversos y sin radiación siendo esta una técnica no invasiva. Este método consiste en un dispositivo médico pilotado mediante un ordenador que radica en un ultrasonido de alta intensidad con una sonda transrectal generando calor en un punto específico, logrando así la destrucción del tejido maligno. Esta práctica no solo beneficia al cáncer prostático ya que también ha sido estudiada para los pacientes con cáncer de uretra, mama y dirigido al área de la estética. Se indica asimismo que esta investigación se ejecuta bajo un diseño tipo documental descriptivo con modalidad monográfica. Finalizando con la mayor información para un mejor conocimiento de la problemática, brindando recomendaciones para preservar la calidad de vida del paciente.

Palabras claves: Ultrasonido focalizado de alta intensidad. Cáncer de próstata. Técnica no invasiva. Tratamiento del cáncer de próstata.



**CARABOBO'S UNIVERSITY
AUTHORIZE OF SCIENCES OF THE HEALTH
SCHOOL OF BIOMEDICAL SCIENCES AND TECHNOLOGICAL
TSU IMAGING
MONOGRAPHIC WORK**



**HIGH INTENSITY FOCUSED ULTRASOUND (HIFU) IN PROSTATE
CANCER TREATMENT**

**AUTHORS:
GALINDO YULEISY
GONZALEZ GENESIS
HERNANDEZ ROSANGEL
VILLEGAS MELYANTH
TUTOR:
BIANCA NOBOA
YEAR: 2016**

ABSTRACT

Through of the years, prostate cancer has been one of the most frequent, where patients are subjected to various types of invasive treatments leaving following side effects such as skin problems, hair loss, anemia, nausea, and other symptoms. That is why this research is based on explaining the HIFU technology as a breakthrough in the imaging study in patients with prostate cancer. This technology trials the pathology, without leaving adverse effects and without radiation, this one being a not invasive technology. This method consists of a medical device driven by a computer that resides in a high-intensity ultrasound with a transrectal probe to generate heat at a specific point, thus leading to the destruction of malignant tissue. This practice not only benefits the prostate cancer as has also been studied for patients with urethral cancer, breast and directed to the area of aesthetics. It also indicates that this research was executed under a descriptive documentary type design monografy. Ending with the most information for a better understanding of the problem, providing recommendations to preserve the quality of life of patients

Keywords: High Intensity Focused Ultrasound. Prostate cancer. Non-invasive technique. Management of prostate cancer.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	6
LOS BENEFICIOS DE LA APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA HIFU EN EL TRATAMIENTO DE CÁNCER DE PRÓSTATA	11
EL PROCEDIMIENTO DE LA TECNOLOGÍA HIFU EN PACIENTES DIAGNOSTICADOS CON CÁNCER DE PRÓSTATA.....	12
LA APLICABILIDAD DE LA TECNOLOGÍA HIFU EN LAS DISTINTAS ÁREAS DE LA SALUD.....	14
CONCLUSIONES	18
RECOMENDACIONES.....	18
REFERENCIAS.....	19
ANEXOS	22

INTRODUCCIÓN

La próstata es una glándula que se encuentra solo en los hombres y está ubicada por debajo de la vejiga, por delante del recto y rodea la uretra por la parte superior. Contiene células que producen líquido prostático durante la eyaculación, que protegen y nutren el espermatozoide y junto a este forman el semen. El tamaño varía según la edad, crece durante la adolescencia gracias a la hormona masculina testosterona.

Sin embargo, como todo órgano en ocasiones presenta ciertas anomalías o enfermedades que son evidentes como el cáncer de próstata, generalmente en los hombres mayores de 50 años, el cual se caracteriza por problemas para la micción, tales como para iniciar o detener el flujo de orina o goteo, dolor al eyacular. Algunos factores de riesgo de padecer esta enfermedad son la edad avanzada, antecedentes familiares directos como padres o hermanos con cambios genéticos, obesidad, infecciones de próstata, enfermedad de transmisión sexual. Se diagnostica mediante la prueba de antígeno prostático específico (PSA) en sangre, ecografía transrectal y biopsia de próstata, una vez hecho esto se procede al tratamiento, como cirugía, radioterapia y quimioterapia, este tratamiento depende de la edad, del grado del tumor, del síntoma y el estado general de salud.

En general, el tratamiento de los tumores prostático incluye extirpación quirúrgica de la misma, seguida de un tratamiento complementario invasivo. Para mejorar el pronóstico en pacientes con este tumor se han desarrollado nuevas formas de tratamiento menos invasivas por ablación local, como el Ultrasonido Focalizado de Alta Intensidad (HIFU), que destruye las células cancerígenas de la glándula mediante el calor sin afectar los tejidos circundantes, el calor del ultrasonido se concentran en un solo punto y crea una considerable elevación de la temperatura. Esta

tecnología es la herramienta de tratamiento ideal cuando se ha decidido tratar sólo la parte enferma de la próstata con miras a preservar al máximo la calidad de vida.

Es por lo antes expuesto que la presente investigación se traza un objetivo general que consiste en explicar la tecnología HIFU como avance en la técnica de ultrasonido de alta frecuencia en pacientes con cáncer de próstata. De este se desglosan los siguientes objetivos específicos: definir los beneficios de la aplicación de la tecnología HIFU en el tratamiento de cáncer de próstata, describir su procedimiento en pacientes diagnosticados con esta patología y por último mencionar la aplicabilidad de la misma en las distintas áreas de la salud.

Por otro lado, este estudio induce a valorar los nuevos tratamientos mínimamente invasivos, además de favorecer la buena praxis de los especialistas en el área de urología e imagenología. Así, una alternativa de tratamiento para el cáncer de próstata, ya que es una excelente elección para los pacientes que no quieren someterse a cirugía, radioterapia o quimioterapias, o simplemente para aquellos que no desean pasar por todos los traumas físicos que estos procedimientos implican, esto con el fin de beneficiar la calidad de vida de los pacientes que padecen de cáncer.

Además, los beneficios que ofrecen el avance tecnológico HIFU para los pacientes y para la sociedad son factores que motivan a realizar investigaciones como esta, que sirvan de aporte y apoyo para mejorar la calidad de vida de las personas, también de dar cumplimiento con los derechos constitucionales de cada individuo, que implica contar con atención médica de calidad.

De igual manera, desde el punto de vista teórico, se proporcionan definiciones, análisis y características relevantes sobre este tema, siendo un tipo de investigación descriptiva. Asimismo, dicha investigación es punto de partida para trabajos futuros referentes a la misma temática.

Con respecto al cáncer se puede resaltar que es una de las principales causas de mortalidad en todo el mundo. Siendo el de próstata el más frecuente, salvo por el de piel, y el segundo con mayor índice de muerte, después del pulmón. En 2012 según la Organización Mundial de la Salud (OMS) hubo 14 millones de nuevos casos, de los cuales 8,2 millones de muertes están relacionadas con esta patología ^(1,2) y según el Centro para el Control y Prevención de Enfermedades, en el 2012 se diagnosticaron 14.1 millones de casos nuevos de cáncer a nivel mundial, en donde el mismo abarcó el 8% de todos los diagnosticados, contando así con 1.1 millones de hombres con carcinoma prostático ³.

Los datos estadísticos publicados en Venezuela en el Anuario Epidemiológico del 2012, manifiesta que el cáncer de próstata fue el más frecuente en la población masculina, con una incidencia de 5.758 casos, de los cuales 2.419 fueron mortales, tomando como base los datos de mortalidad y morbilidad del Registro Central de Cáncer, del Programa de Oncología del Ministerio del Poder Popular para la Salud (MPPS) ⁴.

En este sentido en el año 1993, surge la tecnología de Ultrasonido Focalizado de Alta Intensidad en su siglas en inglés HIFU (High Intensity Focused Ultrasound) para el tratamiento de esta enfermedad sin radiación y sin someter al paciente a una incisión quirúrgica ⁽⁵⁾, siendo éste un dispositivo médico pilotado mediante un ordenador el cual consiste en un ultrasonido de ondas de alta intensidad con una sonda transrectal, generando calor en un punto específico, llamado punto focal, elevando la temperatura de este punto a 195° F rápidamente, logrando así la destrucción del tejido maligno mientras el que se encuentra fuera del punto focal permanece ileso ⁶

Al ser una tecnología innovadora en nuestro país conlleva al poco conocimiento del uso y las ventajas del HIFU, lo que trae como consecuencia que el personal de la salud no lo sugiere a los pacientes con la patología ya mencionada, por no saber la

eficacia de esta técnica, lo que lleva a los mismos a realizarse otros tratamientos invasivos como lo son la radioterapia y quimioterapia, es por ello que surge la necesidad de realizar este trabajo investigativo para servir como multiplicadores de información referente al uso de esta contribución tecnológica novedosa y poco conocida, que es de gran utilidad para los individuos diagnosticados con cáncer prostático; sin embargo, otro punto importante es que este estudio requiere de un valor económico considerable, y además el equipo solo se encuentra en Caracas en la Unidad de Cirugía Robótica y de Invasión Mínima y si el paciente se encuentra en otro estado del país deberá hacer gastos extras.

Por otro lado, si se lograra la práctica del uso del HIFU los pacientes no sería sometidos a los diferentes tratamientos invasivos mencionados anteriormente, que trae como efectos secundarios cansancio, problemas en la piel como dermatitis por radiación, caída del cabello, bajo recuento de glóbulos rojos (anemia), náuseas, vómito, pérdida de apetito, estreñimiento, diarrea, problemas en la boca, lengua y garganta como úlceras (llagas) y dolor al tragar, problemas en músculos y nervios como entumecimiento, hormigueo y dolor, problemas renales, cambio en el peso, cambio de humor, cambios en el deseo y las funciones sexuales y problemas de fertilidad ^(7,8). Todo lo contrario a este procedimiento que es ambulatorio, rápido de aproximadamente de 1 a 3 horas, es totalmente indoloro ya que se realiza bajo anestesia local, seguro, preciso, no deja cicatrices, no afecta en la posterioridad la erección ni problemas de incontinencia ⁶.

Así mismo, Octavio Cruz Pineda quien es un reconocido urólogo de Santo Domingo y se ha especializado en esta técnica, se refiere al HIFU como el mejor tratamiento en la actualidad, aplicado a pacientes diagnosticados con cáncer de próstata; además, las organizaciones como el Instituto Británico para la salud, la Asociación Francesa de Urología (AFU) y la asociación de Urología Italiana (AURO) recomiendan como primera opción para el tratamiento de esta patología la Tecnología Robótica HIFU

debido a que es la más segura, precisa y menos invasiva ⁹. En relación a lo planteado anteriormente se procedió a investigaciones a nivel internacional con la finalidad de darle un mejor soporte a la investigación realizada.

Con relación al estudio se han hecho investigaciones donde en el año 2012 en Corea del Norte se realizó un estudio de investigación, cuyo objetivo fue evaluar los resultados clínicos iniciales de resonancia magnética volumétrica (RM) guiada por HIFU mediante el uso de una estrategia de una sola capa para tratar grandes fibromas uterinos (mayores de 10 cm). Se realizó en 27 mujeres con edades comprendidas entre los 44 años, cada una de ellas con fibromas uterinos grandes mayores a 11,3 cm del volumen, lo cual arrojó como resultado en todos los tratamientos que mostraron con éxito en una sola sesión que redujo al 50% el volumen del fibroma y no se obtuvo resultados negativos. En conclusión la RM volumétrica con HIFU es una estrategia segura y eficaz para tratar grandes fibromas uterinos ¹².

Por otra parte, en el año 2014 se realizó un estudio investigativo en China para el tratamiento de fibromas uterinos, el cual consistió en la utilización de Ultrasonidos Focalizados de Alta Intensidad (HIFU) guiada por inyección intratumoral. El propósito de este estudio fue explorar la viabilidad de HIFU el cual se centró en combinación con la inyección de etanol por ecografía guiada en el tratamiento de los fibromas uterinos y comparar sus efectos terapéuticos, donde se tomaron como muestras a cuarenta pacientes con fibromas uterinos que fueron divididos aleatoriamente en 2 grupos del mismo tamaño: Grupo H, que sólo se sometió a tratamiento de ultrasonido HIFU; y el grupo H + A, que se sometieron a la terapia guiada por ecografía de la inyección intratumoral de etanol y luego al tratamiento HIFU al día siguiente ¹¹. El estudio arrojó que no hubo efectos secundarios. Además, se puede decir que es una manera factible, segura y más eficaz para el tratamiento de pacientes con fibromas uterinos ¹¹.

Finalmente, en el año 2016 se llevó a cabo en China un estudio cuyo objetivo fue desarrollar la utilización de agentes de contrastes en microburbujas y también la aplicación de fármacos con la capacidad de transferir genes en el área oncológica, empleando la utilidad clínica de Ultrasonido Focalizado (FUS) como una técnica no invasiva para una variedad de tipos de tratamiento del cáncer ¹⁰. Como conclusión, debido a que dicha investigación arrojó resultados favorables en los estudios clínicos se puede decir que es seguro y eficaz para el tratamiento del cáncer, teniendo también como ventaja la aplicación de fármacos, así mismo se resalta la semejanza entre dichos estudios a través de la utilización y eficacia del ultrasonido focalizado ya que estos no son invasivos.

LOS BENEFICIOS DE LA APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA HIFU EN EL TRATAMIENTO DE CÁNCER DE PRÓSTATA

Los beneficios de este procedimiento radica principalmente en que el paciente no es expuesto a radiación que pueda debilitar o dañar las células y tejido que rodean la próstata, tanto el que se encuentra en el camino de entrada como en el de salida del HIFU, lo que permite que sea aplicado varias veces sin que se incremente el riesgo. Es un procedimiento de gran calidad, que ha demostrado excelentes resultados para el cáncer de próstata localizado y brinda una calidad de vida a largo plazo a los pacientes que recurren a él. ^{13, 14.}

Así mismo, el uso de HIFU lleva en sí mismo muchas ventajas sobre los procedimientos tradicionales para tratar esta patología. Tal vez el más importante es que no es un procedimiento quirúrgico, por lo que la pérdida de sangre es mínima. Además, que este procedimiento no requiere una estancia prolongada en el hospital o período de recuperación; de hecho, se considera una técnica ambulatoria ^{6.}

En consiguiente, se trata con eficacia al cáncer de próstata con el mínimo de los riesgos ya que no utiliza radiación y no produce efectos secundarios como los que conllevan los tratamientos invasivos, siendo este un procedimiento excelente por sus altos beneficios. Garantizando así la virilidad del hombre ya que no toca las bandaletas neurovasculares que son las encargadas de producir la erección, ni problemas con la vejiga como la incontinencia urinaria.

EL PROCEDIMIENTO DE LA TECNOLOGÍA HIFU EN PACIENTES DIAGNOSTICADOS CON CÁNCER DE PRÓSTATA

El tratamiento se realiza con anestesia raquídea con el paciente en decúbito lateral derecho y dura entre 1 y 3 horas dependiendo del tamaño de la próstata. Se debe evitar que el mismo se mueva durante todo el tratamiento. Se introduce un transductor a través del recto que es controlado de forma robótica, este transductor administrará las ondas de alta frecuencia que son controladas al mismo tiempo por el médico tratante a través de imágenes por computadora. Un programa informático permite obtener un mapa preciso en 3 dimensiones de la próstata y la reconstrucción de las imágenes determinará con mucha facilidad el tamaño exacto, la posición de cada una de las lesiones que ameritan el tratamiento, la energía liberada por el HIFU, la localización de la sonda endorectal y su movimiento. La sonda endorectal está cubierta por un balón de látex lleno con el líquido refrigerante que mantiene la temperatura del recto entre 12 y 14 grados ¹⁵.

Posteriormente se calcula el número de disparos necesarios, tras calcular el volumen prostático y la posición de las lesiones, se inician los disparos que duran 5 segundos con un intervalo de 4,5 segundos entre cada uno de ellos. En los pacientes que han fracasado al tratamiento con radioterapia, los disparos duran 4 segundos y el intervalo entre los mismos es de 7 segundos. ⁽¹⁵⁾ Se aplica un haz de ultrasonido con una frecuencia para adquisición de imagen de 7.5MHz y con una frecuencia de disparo de

3MHz ¹⁶, elevando la temperatura en el punto focal a 195° F para lograr la destrucción del cáncer prostático produciendo la necrotización del tejido ⁶. El posicionamiento automático de la sonda con respecto a la pared rectal asegura que el tejido prostático sea destruido hasta la cápsula independientemente de la anatomía y de los pequeños movimientos que haga el paciente. ¹⁷.

Cabe destacar que durante el tratamiento se aplica por vía endovenosa una dosis de antibiótico como profilaxis de infecciones. A nivel del ápex de la próstata se evita lesionar la uretra y el esfínter, la misma precaución se tiene lateralmente para evitar la lesión de las bandeletas neurovasculares, cuya lesión provoca disfunción eréctil. Una vez completado el tratamiento, se mantendrá una sonda urinaria y posteriormente se deberá realizar un seguimiento en la consulta mediante evaluación de los síntomas. El primer PSA después del tratamiento se realiza a los 3 meses y se sigue realizando cada 3 meses para monitorizar el resultado del tratamiento y verificar que el tumor no reaparezca ^{14, 17}. Los pacientes candidatos para este tratamiento no deben tener la próstata mayor a 40gr o con una distancia a la pared anterior del recto superior a 4cm, cálculos o calcificaciones prostáticas, cirugía rectal previa o hemorroides ni alérgicos al látex ¹⁸.

Por otra parte, existen dos aparatos para realizar HIFU, el Ablatherm® fabricado en Francia y el Sonoblate®, fabricado en USA. El Ablatherm tiene como ventajas sobre Sonoblate el que permite adaptar la longitud de la lesión, control en tiempo real de la pared rectal, múltiples circuitos de seguridad para evitar focalización accidental de la pared rectal, un detector de movimiento que interrumpe el tratamiento si el paciente se mueve. Las aplicaciones de Sonoblate son más limitadas ya que permite tratar solamente casos de cáncer de próstata iniciales. Por el contrario Ablatherm permite tratar casos que han fracasado al tratamiento con radioterapia. Sonoblate se realiza solamente con anestesia general y el paciente en posición dorsal mientras que Ablatherm se puede realizar con anestesia raquídea y el paciente en posición lateral ¹⁷.

Así pues, es cierto que la medicina ha logrado una impactante y vertiginosa evolución apoyada en la tecnología con resultados sorprendentes y de gran impacto a la sociedad, esto ha permitido salvar, mejorar, prolongar y aumentar las esperanzas de vida de los pacientes con esta patología. De este modo, el tratamiento mediante HIFU no solo va dirigido a los pacientes que no han recibido ningún tratamiento para esta enfermedad, sino que también se puede utilizar como un tratamiento de rescate cuando todas las otras técnicas han demostrado ser ineficaces. Al optar por esta técnica se evita que se realice tratamientos adicionales de la próstata posterior a este proceso.

LA APLICABILIDAD DE LA TECNOLOGÍA HIFU EN LAS DISTINTAS ÁREAS DE LA SALUD

En primer lugar, la cirugía cerebral utilizando ultrasonido en conjunción con imágenes de resonancia magnética (RM), que permite a los neurocirujanos eliminar con precisión pequeños trozos de tejido cerebral disfuncional y llevar a cabo tratamientos en lesiones a nivel profundo del cerebro sin tener que cortar la piel o abrir el cráneo, con extrema precisión, exactitud y seguridad. Mediante un dispositivo especializado, se enfocan unos haces de ultrasonido de alta intensidad sobre una pequeña pieza de tejido calentándola y destruyéndola ¹⁹.

Así mismo, el dispositivo de InSightec (dispositivo HIFU para usarse en el cerebro) consiste en una serie de más de 1.000 transductores de ultrasonido, cada uno de los cuales se puede enfocar de forma individual. Los haces de ultrasonido se enfocan hacia un punto específico del cerebro (la localización exacta depende de la enfermedad que se esté tratando) que absorbe la energía y la convierte en calor. Esto aumenta la temperatura hasta unos 130° F y destruye las células en una región con un volumen de aproximadamente 10 mm³. Todo el sistema está integrado con un escáner

de resonancia magnética, que permite a los neurocirujanos asegurarse de que están tratando el área apropiada dentro del tejido cerebral ¹⁹.

De esta manera nos encontramos con dos tipos de ultrasonidos, el craneal que un examen de rutina para niños pequeños que han nacido prematuramente. El procedimiento se utiliza para diagnosticar en forma temprana condiciones del cerebro asociadas con el nacimiento prematuro, tales como el sangrado o el daño en el tejido cerebral. Si se detecta algo, se realizará un examen de seguimiento por ultrasonido.

Dicho estudio se realiza en la unidad de cuidados intensivos neonatales (UCIN), al lado de la cama del niño. Se acuesta al niño mirando hacia arriba. El técnico de ultrasonido o el radiólogo presiona suavemente el transductor contra la fontanela del niño (parte blanda de la cabeza del niño que no tiene huesos que pudieran bloquear el pasaje de las ondas sonoras).

Si se utiliza el estudio antes expuesto durante una cirugía del cerebro, una porción del cráneo será removida y el cerebro expuesto será examinado con un transductor para buscar masas en el cerebro.

Seguidamente también se encuentra el ultrasonido Doppler transcraneal

Durante el mismo, el paciente esta ubicado de espalda sobre una mesa de examen, o sentado derecho en una silla. Se aplica un gel claro, a base de agua, en la parte posterior del cuello, por encima y de costado del hueso de la mejilla, delante de la oreja o sobre el párpado, ya que éstos son sitios con vasos sanguíneos que irrigan el cerebro. Se presiona suavemente el transductor sobre una de las áreas para medir la dirección y velocidad del flujo sanguíneo es un examen que puede durar hasta 35 minutos.

Por otra parte, el tratamiento para el del cáncer de mama que combina la resonancia magnética (RM) con el ultrasonido de alta intensidad focalizado (HIFU) quema las células malignas sin necesidad de extirpar el pecho. Los tumores se calientan a temperaturas entre 60 y 90° C, y posteriormente las células muertas son eliminadas por el propio cuerpo. La paciente se posiciona en decúbito prono en una camilla,

introduce el pecho en un orificio y esta queda suspendida. Al no aplastarse el seno, como sucede en otros aparatos como en el mamógrafo, los médicos pueden ver mejor el tumor, su tamaño y desplazamiento, y aplicar el ultrasonido desde distintos ángulos. En las operaciones convencionales se suele extraer mucho más tejido del necesario para asegurarse de que un tumor, que suele tener entre 1 y 1,5 centímetros, ha sido extirpado por completo. Con la nueva intervención, la paciente solo necesite anestesia local, o bien sedación, y puede regresar a casa el mismo día²⁰.

Finalizando, esta tecnología también es usada para el rejuvenecimiento y la estética (Lifting Facial), para la eliminación de arrugas y de grasa localizada. Siendo la cara la parte más visible del cuerpo, se realiza este tratamiento estético facial para disminuir las arrugas, mejorar la calidad de la piel y disimular el paso del tiempo. La frecuencia utilizada es de más de 3 Mhz con una profundidad de aplicación que no supere los 30mm²¹.

Al respecto, el estudio se basa en la vibración biomolecular con ultrasonido HIFU, es una tecnología que emite una vibración mecánica que a través de choques moleculares genera calor. Tiene la capacidad de producir temperaturas internas de hasta 60° C, generando así la energía de activación que es la ideal para producir restructuración proteica sobre el colágeno, elastina y fibroblastos. Con el HIFU el efecto de restructuración de la proteína se produce en forma inmediata en la elastina y en el colágeno existente y también como un efecto secundario se estimulara a los fibroblastos para que sinteticen nuevas proteínas pudiendo visualizar mejoras en los días sucesivos al tratamiento. Este efecto se produce en cualquier zona del cuerpo. La aplicación del HIFU genera en forma inmediata vasodilatación de la zona con hiperemia, aumento del flujo sanguíneo, colágeno, elastina, reticulina y de la matriz extracelular (ácido hialurónico)²¹.

En referencia a lo antes expuesto, la tecnología HIFU tiene múltiples aplicaciones, además del tratamiento contra distintos tumores, también es utilizada para la cirugía cerebral y la estética. Se ha desarrollado estudios con HIFU en diferentes áreas de la medicina con la finalidad de satisfacer las necesidades de los pacientes y así poder brindarles una mejor calidad de vida. Este procedimiento se basa en quemar los tejidos tumorales mediante el calor, beneficiando a los pacientes ya que no provoca efectos secundarios en ellos. Todos estos avances tecnológicos se ha producido gracias al desarrollo de las técnicas de diagnóstico por la imagen, tal como la ecografía o la resonancia magnética, que ha permitido focalizar de forma muy precisa la energía de los ultrasonidos.

CONCLUSIONES

El ultrasonido focalizado de alta intensidad HIFU es un aporte científico tecnológico importante para la medicina y por ende para la humanidad, ya que puede ser utilizado en el tratamiento de cáncer prostático basándose en quemar los tejidos tumorales mediante el calor, beneficiando a los pacientes ya que no provoca efectos secundarios en ellos de una manera eficaz hasta radicar por completo dicha^o patología. Este tratamiento puede ser aplicado en varias ocasiones en un mismo paciente para eliminar de una manera total el cáncer prostático, mejorando así las necesidades de los pacientes y poder brindarles una mejor calidad de vida.

Si bien es cierto que en Venezuela solo se cuenta con un solo equipo debido a la alta inversión que esto amerita al momento de adquisición e instalación, no debe ser una limitante al momento de tratar esta enfermedad ya que por medio de esta investigación se da a conocer todo lo referente sobre dicha tecnología. Por otra parte más allá de haber logrado el objetivo también se quiere que los técnicos imagenólogos, los cuales son los encargados de los estudios por imagen, sean incluidos una vez capacitados en la implementación de dicho estudio.

RECOMENDACIONES

1. Recomendar la tecnología HIFU como primer alternativa para el tratamiento de cáncer.
2. Ejecutar jornadas de detección temprana de adenomas prostáticos de la mano del personal de imagenología.
3. Suministrar la suficiente información sobre dicha tecnología al personal de la salud.
4. Sugerir la implementación de la tecnología HIFU en centros de salud en los distintos estados del país.

REFERENCIAS

1. Organización mundial de la salud. (publicado 2015, actualizado 2016, citado 30 jun 2016) disponible <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs297/es/>
2. Cáncer.net (internet) editorial board 2016, (publicado 2005, actualizado 2014, citado 15 jun 2016) disponible <http://www.cancer.net/es/tipos-de-c%C3%A1ncer/c%C3%A1ncer-de-pr%C3%B3stata/estad%C3%ADsticas>
3. Centro para el control y la prevención de enfermedades (CDC). (actualizado ene 2015, citado 15 jun 2016) disponible <http://www.cdc.gov/spanish/cancer/international/statistics.htm>
4. Ministerio para el poder popular para la salud (MPPS), programa de oncología registro central de cáncer Venezuela 2015 (citado 25 jun 2016) disponible <http://www.oncologia.org.ve/site/userfiles/svo/Estad%C3%ADsticas%20de%20c%C3%A1ncer%20en%20el%202012.pdf>
5. Hifu-planet (internet) publicado 2009, actualizado jul 22 2010 (citado jun 2 2016) Disponible <http://www.hifu-planet.es/hifu-tratamiento/ablatherm>
6. Galenia hospital 2016 (internet) (citado 29 jun 2016) disponible <http://hospitalgalenia.com/que-es-hifu/>
7. American cancer society (internet). (actualizado nov 2016, citado 25 jun 2016). Disponible <http://www.cancer.org/espanol/servicios/tratamientosyefectossecundarios/radi>

[oterapia/radioterapia-una-guia-para-los-pacientes-y-sus-familias-common-side-effects](#)

8. Cáncer.org (internet) 2016. (citado jun 15 2016) disponible <http://www.cancer.org/acs/groups/cid/documents/webcontent/acspc-047761-pdf.pdf>
9. Hpmediaplus.com.2016 (citado 30 Jun 2016) disponible <http://precision.com.do/index.php/ciencia-salud/5162-terapia-robotica-hifu-para-combatir-cancer-de-prostata>
10. Luo J1, Ren X, Yu T. Clinical study for the use of microbubble contrast agents for the application of drugs in the oncology area. Pubmed 2016. (citado 14 julio 2016) Disponible en <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25758333>
11. Yang Z1, Zhang Y, Zhang R, Zhang H, Ma J, Chen J, et al. A case-control study of high-intensity focused ultrasound combined with sonographically guided intratumoral ethanol injection in the treatment of uterine fibroids. Pubmed 2014. (citado 14 julio 2016) Disponible en <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24658945>
12. Kim YS1, Kim JH, Rhim H, Lim HK, Keserci B, Bae DS, et al. Volumetric MR-guided high-intensity focused ultrasound ablation with a one-layer strategy to treat large uterine fibroids: initial clinical outcomes. Pubmed 2012 (citado 5 julio 2016). Disponible en <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22403170>
13. Icu.es (internet) ICUA 2015 (citado 5 Julio 2016) disponible <http://www.icua.es/urologia-avanzada/hifu/>

14. Hifuguadalajara.com (internet). Centro HIFU Guadalajara 2014(citado 29 jun 2016) disponible <http://www.hifuguadalajara.com/tratamiento-con-hifu.html>
15. Protatebarcelona.com (internet).actualizado 2011, citado 30 jun 2016) disponible http://www.prostatebarcelona.com/hifu_es.asp
16. Cenetec.salud.gob.mx (internet). 2da edición, ano 1 numero 3 nov 2009 (citado 2 jun 2016) disponible http://www.cenetec.gob.mx/interior/gaceta2_3_1/HIFU.html
17. Institutoep.com (internet). Instituto de enfermedades prostáticas (IEP),2008/2009 (citado 23 May 2016) Disponible http://www.institutoep.com/cancer_tratamientos10.html
18. Imex.es (internet) IMEX 2016 (citado 5 Julio 2016) disponible <http://www.imex.es/hifu-sonablate-500/>
19. Mit technology review.com (internet).Opino,2009 (actualizado 2016, citado 20 may 2016) Disponible http://www.technologyreview.es/printer_friendly_article.aspx?id=631&channel=§ion
20. Ayuda cáncer (internet). Publicado oct 29 2012, actualizado 2015 (citado 27 may 2016) Disponible <http://ayudacancer.com/ultrasonidos-hifu-para-el-tratamiento-del-cancer-de-mama-evita-extirpar-el-pecho/>
21. Nutridermovital.com (internet). Mar 30 2014 (citado 5 jun 2016) diponible <http://www.nutridermovital.com/rejuvenecimiento-lifting-facial-con-hifu-high-intensity-focused-ultrasound-ultrasonido-focalizado-de-alta-intensidad/>

ANEXOS

1. Transductor con balón refrigerante.



2. Procedimiento de la tecnología HIFU con equipo Ablatherm.

