

09

Recibido: 26 de octubre del 2023


Aceptado: 15 de noviembre del 2023

Publicado: 01 de diciembre del 2023

DOI: <https://doi.org/10.57175/evsos.v2i2.136>

Coeficiente de difusión aparente por resonancia magnética en la caracterización de lesiones hepáticas malignas en adultos

Apparent diffusion coefficient by magnetic resonance in the characterization of malignant liver lesions in adults

Juan José Anthony Cortez Sarmiento ¹, José Antonio Carbonel Arribasplata ², Isna Liz Larico Pampamallco ³

¹ Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú.
Correo institucional: juan.cortez5@unmsm.edu.pe

² Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú.
Correo institucional: jcarbonela@unmsm.edu.pe

³ Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú.
Correo institucional: isna.larico@unmsm.edu.pe

Resumen

El estudio se enfoca en el uso de la difusión en resonancia magnética (RM) para caracterizar neoplasias hepáticas malignas. La difusión es una técnica que evalúa la restricción de líquidos en tejidos, proporcionando información crucial mediante el coeficiente de difusión aparente (ADC). A pesar de la prevalencia global de neoplasias hepáticas malignas, la investigación sobre esta técnica en el ámbito nacional es limitada. La investigación adoptó un enfoque descriptivo, observacional y cuantitativo, analizando datos retrospectivos en 73 personas con lesiones de hígado, donde 24 eran malignas de tipo sólido, 17 benignas y sólidas, mientras que 22 eran de tipo benigno y quístico. Los resultados revelaron que las lesiones malignas hepáticas tenían un valor medio de ADC igual a $0.9839 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, con valores específicos de $0.955 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ para el carcinoma hepatocelular y $1.012 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ para metástasis hepáticas. En contraste, las lesiones benignas de tipo sólido registraron un ADC promedio de $1.657 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$.

Palabras claves: coeficiente de difusión aparente, lesión hepática maligna, carcinoma hepatocelular, metástasis hepática, resonancia magnética.

Abstract

The study focuses on the use of diffusion-weighted magnetic resonance imaging (MRI) to characterize malignant hepatic neoplasms. Diffusion is a technique that assesses fluid restriction in tissues, providing crucial information through the apparent diffusion coefficient (ADC). Despite the global prevalence of malignant hepatic neoplasms, research on this technique at the national level is limited. The research adopted a descriptive, observational, and quantitative approach, analyzing retrospective data from 73 individuals with liver lesions, of which 24 were solid malignancies, 17 were benign and solid, and 22 were benign and cystic. The results revealed that malignant hepatic lesions had a mean ADC value of $0.9839 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, with specific values of $0.955 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ for hepatocellular carcinoma and $1.012 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ for hepatic metastases. In contrast, benign solid lesions recorded an average ADC of $1.657 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$.

Keywords: apparent diffusion coefficient, malignant liver lesion, hepatocellular carcinoma, hepatic metastasis, magnetic resonance imaging.

1. Introducción

En la actualidad, las neoplasias de hígado es una de las enfermedades más comunes a nivel mundial. El método diagnóstico más preciso para esta enfermedad es la biopsia a nivel hepático, en tanto que los estudios de imágenes se emplean principalmente para caracterizar las neoplasias hepáticas. Por esta razón, surge la idea de evaluar el coeficiente de difusión aparente (ADC) como una herramienta a fin de caracterizar las neoplasias hepáticas de tipo maligno en personas mayores de 18 años de un instituto especializado en la detección y tratamiento de neoplasias. Este estudio se fundamenta en la comparación de los resultados del ADC en neoplasias hepáticas malignas obtenidos y compararlo con el obtenido en otras investigaciones realizadas a nivel internacional. El objetivo es determinar si existen similitudes en estos resultados, lo que aportaría una base teórica sólida para su utilidad en el diagnóstico, asimismo propone nuevas estrategias metodológicas para maximizar la utilidad del ADC.

El objetivo fue determinar la cuantificación del ADC utilizando resonancia magnética para caracterizar lesiones hepáticas malignas en pacientes adultos. Los objetivos específicos incluyen identificar variables sociodemográficas comunes en pacientes con neoplasias hepáticas, así como determinar los valores del ADC para caracterizar lesiones malignas y benignas en el hígado, comparar estos valores obtenidos, e identificar sus valores en lesiones hepáticas metastásicas según el tipo de neoplasia de origen.

2. Desarrollo

2.1. Teoría

Las neoplasias malignas en el hígado surgen debido a la alteración de la reproducción celular que compone este tejido. Estas pueden presentarse en diversas formas, como metástasis hepáticas, carcinoma hepatocelular, colangiocarcinoma, además de otros tumores, donde, el carcinoma hepatocelular

representa entre el 80% y el 90% de la estadística (Tran y otros, 2018). Es importante señalar que el cáncer de hígado es la segunda causa principal de muerte con un diagnóstico de más de 800,000 casos anuales (Tolley, 2023).

El 85% de los casos se desarrolla en pacientes con cirrosis hepática, que puede tener diversas causas, pero principalmente se asocia a la infección por los virus de la hepatitis B y C (López, 2015). Según Vargas (2019), en 2015, la Organización Mundial de la Salud determinó que la hepatitis B fue responsable de 887,000 muertes, principalmente debido a complicaciones que se tradujeron en cirrosis y carcinoma hepatocelular. En esa línea, Bertani (2013), sostiene que la incidencia del cáncer hepático muestra notables diferencias geográficas a nivel mundial. Alrededor del 80% se encuentran en África y Asia, que son regiones caracterizadas por tener una alta tasa de ocurrencia. En contraste, las áreas con menos incidencia comprenden América, el norte de Europa y Oceanía. En las regiones de alta incidencia, el cáncer hepático suele diagnosticarse en torno a los 60 años de edad. Además, la incidencia de este tipo de cáncer varía según el sexo (Gallego, 2022). Dentro de los métodos de diagnóstico por imágenes, Luna, A. & Vilanova (2014) afirman que la resonancia magnética es una técnica de imagenología que aprovecha los campos magnéticos con el objetivo de obtener información acerca de una diversidad de enfermedades, incluyendo las neoplasias hepáticas. En particular, esta investigación se centra en la secuencia de difusión, que analiza el movimiento molecular del agua, que puede estar restringida debido a la presencia de patologías neoplásicas.

La importancia de este estudio de investigación radica en la obtención de los valores del ADC como herramienta para caracterizar las neoplasias hepáticas malignas. Esto se debe a que el ADC proporciona información sobre el grado de restricción de las moléculas de agua a nivel tisular, medida a través de la resonancia magnética, cuya información permite evaluar la densidad celular de un tejido y, por lo tanto, proporciona indicadores cruciales sobre la malignidad y el avance de una

neoplasia (Pérez et al, 2016). En consecuencia, este estudio busca determinar el promedio de los valores de ADC presentes en las neoplasias hepáticas malignas.

Gultekin et al (2020) investigaron las diferencias en los valores del ADC en metástasis hepáticas y sus resultados mostraron que los valores promedio de ADC obtenidos estaban por debajo de los del grupo de cáncer gastroenteropancreático en comparación con el grupo de adenocarcinomas. Pankaj et al (2018), en Australia evaluaron la eficacia del ADC en una lesión hepática y su relación con los valores del ADC en el tejido hepático circundante para distinguir entre lesiones hepáticas benignas y malignas. Los resultados revelaron que las lesiones malignas tenían un ADC promedio más bajo que las lesiones benignas.

Yang et al (2017) llevaron a cabo un estudio en Beijing, China, para evaluar las relaciones de ADC para caracterizar las lesiones hepáticas de tipo sólido. Los resultados indicaron que las lesiones de hígado benignas de tipo focalizado y consistencia sólida tenían un valor medio de ADC más alto en contraste con las lesiones malignas, lo que sugiere que los valores de ADC pueden ser útiles para distinguir entre estas dos categorías de lesiones hepáticas. Por otra parte, Drevelegas et al (2016) llevaron a cabo una investigación en Grecia logrando determinar que el valor de ADC promedio fue mayor en la malignidad hepática primaria que aquellos con malignidad hepática secundaria. En ese sentido, Jahic et al (2016) encontró que los valores ADC fueron más altos en las lesiones benignas, como el hemangioma, en comparación con las lesiones malignas, como el carcinoma hepatocelular.

En cuanto a los tumores hepáticos benignos, Rodríguez-Peláez, Menéndez & Varela (2010) señalan que estos son bastante comunes y pueden variar en su número y naturaleza, ya sea sólidos o quísticos. Estos tumores pueden originarse a partir de diversas células hepáticas y es crucial identificar el tipo de lesión a fin de determinar el tratamiento posterior y destaca que estos en su mayoría, suelen no presentar síntomas y son detectados de manera incidental mediante estudios de imágenes médicas. En cuanto a los tumores primarios malignos del hígado son

relativamente frecuentes y su incidencia está influenciada por la edad, sexo, la presencia de cirrosis y la ubicación geográfica. Estos tumores representan el 1% aproximadamente de todos los tumores malignos y el 0.25% de todos los hallazgos en autopsias (Gutiérrez, Olarte & Castro, 1996).

Entre las neoplasias de hígado tenemos al carcinoma hepatocelular, representando más del 80% de los casos, y están relacionados con la cirrosis hepática, donde el tejido hepático sano es reemplazado (Gallego, 2022). Aunque no se ha comprendido el mecanismo exacto de desarrollo del carcinoma hepatocelular, se sostiene la hipótesis que está vinculado con una reacción inflamatoria desencadenada por los hepatocitos como una respuesta de defensa ante infecciones crónicas causadas por hepatitis B y C (Jiménez, 2015).

Otro de los tumores malignos hepáticos es el colangiocarcinoma, aunque es poco común, tiende a manifestarse más frecuentemente después de los 60 años de edad, afectando ligeramente más a los hombres que a las mujeres, además de poder localizarse en cualquier parte de la vía biliar (Burgos, 2008). También se encuentran las metástasis hepáticas, que son más comunes y representan una proporción significativa de las muertes por cáncer. Aproximadamente entre el 25% y el 50% de los pacientes que fallecen debido a cáncer tienen afectación en el hígado. Las metástasis hepáticas son mucho más frecuentes que el carcinoma hepatocelular (CHC) y a menudo se descubren durante el seguimiento de un tumor primario y en raras ocasiones, pueden manifestarse de manera inicial (Fenioux et al, 2022).

Los exámenes serológicos, se emplean principalmente en el diagnóstico de neoplasias hepáticas. Esta proteína es producida por el hígado, y aumenta en etapas avanzadas de la enfermedad, pero en las etapas tempranas, los niveles suelen ser normales. Por lo tanto, su utilidad principal en la confirmación de neoplasias malignas en etapas avanzadas, no obstante, es importante destacar que la biopsia hepática sigue siendo el método diagnóstico capaz de proporcionar una certeza absoluta sobre el tipo de neoplasia maligna presente (Oncosur, 2009). Por lo general, se realiza después de los exámenes serológicos y radiológicos. Lira y

García (2016) afirman que la ultrasonografía es preferida para la detección del carcinoma hepatocelular, especialmente cuando los niveles de alfafetoproteína en el paciente son elevados. Sin embargo, en pacientes con cirrosis, puede resultar más desafiante realizar un diagnóstico diferencial debido a la presencia de cambios en el tejido hepático asociados con la cirrosis.

En cuanto a la tomografía computarizada, esta se utiliza para caracterizar las neoplasias hepáticas, y generalmente se realiza en estudios trifásicos. En la fase arterial, las neoplasias malignas suelen aparecer como áreas de mayor densidad en comparación con el tejido hepático sano. En la fase venosa, tiene una densidad similar a la del tejido circundante, y en la fase tardía, se presenta como una zona de menor densidad. A medida que el grado de malignidad de la neoplasia aumenta, su densidad en la fase arterial tiende a ser aún mayor debido a un mayor suministro sanguíneo (Oncosur, 2009).

La resonancia magnética es una técnica de imagen utilizada para examinar los tejidos empleando campos magnéticos. La composición principal del cuerpo humano es agua, que contiene átomos de hidrógeno con protones y electrones. Los protones, partículas con carga, giran sobre su propio eje, generando corriente eléctrica y, a su vez, un campo magnético. Cuando se exponen a un campo magnético externo, algunos protones se alinean en la misma dirección, mientras que otros lo hacen en dirección opuesta teniendo más energía. (Schild et al, 2017). En la resonancia magnética, se usan pulsos de radiofrecuencia para perturbar los protones alineados con el campo magnético. Esto crea un magnetismo transversal, que disminuye con el tiempo debido a la relajación, volviendo los protones a su estado original. Los tiempos de relajación se llaman T1 y T2 para la magnetización longitudinal y transversal respectivamente, y estos dependen de las propiedades de los tejidos y la homogeneidad del campo magnético (Oleaga y La Fuente, 2007).

La difusión es el movimiento que realizan las moléculas de agua a nivel tisular conformando un tejido, y es conocido como movimiento browniano, estas se mueven caóticamente, chocando con otras moléculas a su alrededor, y su velocidad

depende de la temperatura del entorno (Dietrich et al, 2010). En un recipiente fuera del cuerpo, las moléculas de agua tienen movimiento libre, conocido como difusión libre. Sin embargo, en los tejidos del cuerpo, las moléculas de agua experimentan restricciones en su movimiento debido a la presencia de células y otros componentes del tejido (Koh y Collins, 2007). El agua en el cuerpo humano se encuentra distribuida en tres compartimentos principales: el intravascular (dentro de los vasos sanguíneos), el intracelular (dentro de las células) y el extracelular (fuera de las células). En el contexto de las patologías tumorales, el compartimento extracelular suele ser de particular interés (Vallejo y otros, 2013).

Stejskal y Tanner desarrollaron un método que se emplea en la actualidad, modificaron una secuencia de imágenes basada en el tiempo de eco T2, añadiendo dos gradientes de difusión, las cuales son campos magnéticos simétricos y bipolares, uno antes y otro después de aplicar un pulso de reenfoque de 180 grados. Este enfoque permitió cuantificar la difusión del agua en el tejido, lo que es fundamental en diversas aplicaciones médicas y de investigación (Koh y Collins, 2007). La secuencia de T2 se utiliza porque posee un tiempo de eco adecuado para incorporar dos gradientes bipolares. Es en ese momento que se aplica la primera gradiente y las moléculas de agua al encontrarse estáticas, dan información sobre esta fase, que luego se modifica por la segunda gradiente sin cambios notables en la señal, sin embargo, las moléculas de agua no estáticas, también proporcionan información, pero la segunda gradiente no afecta significativamente su señal debido a su movimiento, lo que resulta en una pérdida de señal (Luna y Vilanova, 2014).

Oleaga y La Fuente (2007) afirman que el valor de "b" proporciona información cualitativa y está inversamente relacionado con la contribución de la potencia T2 en la imagen. A medida que aumenta el valor de "b", la señal de las moléculas de agua en movimiento disminuye en la imagen. Por lo que, la señal a partir de aquellas con movimiento restringido en una neoplasia también disminuirá, pero en menor medida que aquellas con movimiento, a medida que aumenta el valor de "b". Por ejemplo, en la vesícula biliar, la señal disminuirá más significativamente con valores más

altos de "b" en comparación con una metástasis, donde la disminución de la señal será menos pronunciada (Vallejo y otros, 2013).

Otra herramienta imagenológica es el ADC, que a decir de Luna y Vilanova (2014), es una medida que no depende del campo magnético al cual se somete el tejido a estudiar y se representa en unidades de $10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$. Los tejidos de mayor densidad celular tienden a tener valores bajos de ADC, en tanto que los tejidos con menos restricción de agua presentan valores más altos de ADC, mientras que Koh y Collins (2007) señalan que el ADC se puede representar en una gráfica donde se traza una línea utilizando el logaritmo de la intensidad de la señal obtenida en el eje Y, mientras que los valores de b empleados, que van desde 0 hasta aproximadamente $1000 \text{ s}/\text{mm}^2$, en el eje X, para cada tejido. La pendiente de esta línea es lo que se conoce como el ADC, siendo factible la utilización de dos o más valores de b afin de calcular el ADC y reducir posibles errores en la medición. Para obtener un ADC más puntual en su medición, se debe de delimitar una región de interés (ROI) por encima de 50 mm^2 en lesiones que miden más de 10 mm en su diámetro a fin de disminuir la probabilidad de medir más allá de la lesión hepática (Pankaj et al, 2018).

Vallejo y otros (2013), sostienen que, en la imagen obtenida de resonancia magnética, el ADC se puede calcular en cada píxel, mediante dos mapas paramétricos: en escala de grises y a color. En escala de grises, las áreas con mayor restricción de difusión se verán más oscuras, mientras que, en el mapa de color, estas áreas se representarán en tonos azules. Por otro lado, las áreas con difusión libre se verán más claras en la imagen en escala de grises y en tonos rojos en el mapa de color. Para calcular el valor ADC, es necesario elegir manualmente una región de interés sobre el tejido que se está analizando.

2.2. Metodología

El enfoque del estudio es cuantitativo, ya que se recopila y analiza información de manera estructurada y estadística para llegar a conclusiones generales. Además,

se trata de un estudio transversal, ya que la obtención de datos se realiza en una sola ocasión para cada estudio por RM. También se clasifica como un estudio descriptivo comparativo, ya que su objetivo es describir y comparar la cuantificación del ADC en neoplasias hepáticas malignas y benignas utilizando imágenes de resonancia magnética (Ñaupás y otros, 2018). El estudio se clasifica como no experimental observacional, ya que implica la recopilación de datos a través de imágenes radiológicas sin intervenir en los pacientes. Además, es retrospectivo, ya que se utiliza información de pacientes que fueron atendidos previamente en el servicio de RM (Sampieri, Hernández y Baptista, 2022)

La población del estudio consistió en 73 pacientes adultos que se sometieron a estudios abdominales en el servicio de RM de un Instituto Neoplásico durante todo el año 2021 y que tenían un diagnóstico de neoplasia hepática, ya sea benigna o maligna, y se aplicó un método de muestreo no probabilístico, siguiendo los criterios de exclusión que eran relevantes para los objetivos de la investigación. Se utilizaron dos técnicas: observación y análisis de documentos. Se recopiló información de imágenes de resonancia magnética y registros médicos. El instrumento principal es una ficha que registra datos generales de los pacientes, tipo de neoplasia hepática, características de las lesiones en imágenes de resonancia y valores de ADC en áreas específicas.

2.3. Resultados

En el estudio se observó que el 71.2% de la población corresponde al sexo femenino, mientras que un 28.8% restante lo conforman pacientes del sexo masculino. Otro criterio fue el de la edad, donde el promedio es 58.9 años, la mínima fue de 28 años y la máxima de 79 años. Las lesiones hepáticas de tipos metastásico conforman el 35.6%, seguidas de los quistes hepáticos en un 30.1%, tal como lo muestra la tabla N° 1. Siendo así que, a fin de determinar el origen de las lesiones hepáticas metastásicas, se obtuvo que el 34.6% de estas son de origen mamario,

en tanto que un 30.8% son de procedencia colónica, tal como se aprecia en la tabla N° 2.

Dentro de las lesiones hepáticas según malignidad, el 53.4% resultaron ser benignas, mientras un 46.6% fueron halladas malignas. Con respecto al contenido de las lesiones hepáticas, el 69.9% de estas, son de contenido sólido y un 30.1% con contenido líquido. También, se observa que capta en un 69% mientras que un 30.1% no lo hace durante la administración de medio de contraste. Por lo que se refiere al segmento hepático para medir el ADC, se observó que el 31.9% de las lesiones hepáticas corresponden al segmento VI, seguido del segmento VIII en un 17.8% y otros segmentos detallados en la tabla N° 3.

Tabla 1. Frecuencia de las lesiones hepáticas

Lesión hepática	Nº	%
Metástasis hepática	26	35.6
Quiste hepático	22	30.1
Hemangioma hepático	13	17.8
Carcinoma hepático	8	11.0
Hiperplasia nodular focal	3	4.1
Adenoma hepático	1	1.4
Total	73	100.0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Frecuencia de metástasis según la neoplasia de origen.

Neoplasia de origen	Nº	%
Mama	9	34.6
Colon	8	30.8
Ovario	4	15.4
Ampolla de Vater	1	3.8
Pulmón	1	3.8

Tiroides	1	3.8
Íleon	1	3.8
Melanoma	1	3.8
Total	26	100.0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Segmento hepático donde se realizó la cuantificación del ADC

Segmento hepático	Nº	%
I	1	1.4
II	8	11
III	7	9.6
IV	11	15.1
V	7	9.6
VI	16	21.9
VII	10	13.7
VIII	13	17.8
Total	73	100

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Valor del ADC de lesiones hepáticas según neoplasia de origen

Neoplasia de origen	Nº	Valor ADC
Mama	9	1.2299
Ovario	4	1.031
Colon	8	0.9133
Ampolla de Vater	1	1.060
Pulmón	1	0.764
Tiroides	1	0.843
Íleon	1	0.930
Melanoma	1	1.009

En ese sentido, las lesiones metastásicas de origen mamario presentan un ADC mayor ($1.2299 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$) respecto a otros tejidos de origen, lo siguen las de origen ovárico con un ADC de $1.031 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ y colon, con un ADC de $0.9133 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, como se observa en la tabla N° 4. Por otra parte, se observa que sobre el valor del ADC determinado en las lesiones hepáticas, se encontró que las malignas tienen menor valor que las lesiones benignas sólidas, siendo así que, las malignas presentaron un valor ADC promedio de $0.9839 (0.700 \text{ a } 1.453) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ y las lesiones benignas un valor ADC de $1.657 (1.247 \text{ a } 3.783) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, los quistes hepáticos un valor ADC de $3.098 (2.307 \text{ a } 3.884) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ (tabla N° 5).

Tabla 5: Valor del ADC de lesiones hepáticas.

	Lesión hepática	Valor ADC	Nº	Valor ADC
Malignas	Carcinoma hepático	0.9556	34	0.9839
	Metástasis hepática	1.0122		
Benignas	Hemangioma hepático	2.0188	17	1.6574
	Adenoma hepático	1.385		
	Hiperplasia nodular focal	1.5683		
	Quiste hepático	3.0988		

Los resultados de este estudio muestran que el valor promedio del ADC en las lesiones hepáticas malignas es de $0.9839 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$. Esta cifra es ligeramente más baja en comparación con los valores promedio informados en otros estudios. Por ejemplo, Yang et al., en su investigación, encontraron que las lesiones hepáticas malignas tenían un valor promedio de ADC de $1.29 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$. Además, Pankaj et al. determinaron que el valor promedio para el carcinoma hepatocelular y metástasis fue de $1.097 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, por otra parte, Jahic et al., al medir el ADC en carcinoma hepatocelular, metástasis y colangiocarcinoma, identificaron un ADC medio de $1.15 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$.

En cuanto al carcinoma hepatocelular, este estudio encontró un valor medio de ADC de $0.9556 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, que es más bajo en comparación con otros estudios. Por ejemplo, Drevelegas et al informaron un valor promedio de ADC de $1.159 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ para esta lesión, mientras que Yang et al encontraron una media de $1.22 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$. Para las metástasis hepáticas, este estudio obtuvo un valor promedio de ADC de $1.0122 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, que está dentro del rango de valores informados en otros estudios. Drevelegas et al encontraron un valor promedio de ADC de $1.11 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ para las metástasis, mientras que Yang et al identificaron un valor promedio de ADC de $1.38 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$. Gultekin et al, informaron una media de ADC de $0.733 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ para las metástasis hepáticas.

Estas diferencias en los valores de ADC pueden atribuirse a varias razones, incluidas las diferencias en la población estudiada, las técnicas de adquisición de imágenes y los equipos de resonancia magnética utilizados. Además, la variabilidad en la histología y el grado de las lesiones hepáticas puede contribuir a estas diferencias en los valores de ADC. Es importante destacar que el ADC es una medida cuantitativa que puede variar según el contexto clínico y la metodología utilizada, por lo que se requiere una interpretación cuidadosa de los resultados en el contexto clínico específico.

Estos hallazgos son coherentes con la comprensión de que las lesiones hepáticas benignas generalmente tienen una menor proliferación celular y una menor densidad celular en comparación con las lesiones malignas. Como resultado, hay un mayor espacio extracelular en las lesiones benignas, lo que facilita la difusión molecular del agua y da como resultado valores de ADC más altos. Estos valores de ADC más altos en las lesiones hepáticas benignas sólidas pueden ser útiles en la diferenciación de malignidad y benignidad en estudios de resonancia magnética abdominal, lo que puede tener implicaciones clínicas significativas para el diagnóstico y el manejo de los pacientes.

3. Conclusiones

En este estudio, las lesiones hepáticas malignas presentaron un valor promedio ADC más bajo ($0.9839 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$) que las lesiones benignas ($1.6574 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$). En cuanto al ADC promedio, el carcinoma hepatocelular tuvo un valor de $0.9556 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, mientras que las metástasis hepáticas tuvieron un valor de $1.0122 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$. Estos resultados coincidieron con los valores de referencia de estudios internacionales previos.

Se confirmó la hipótesis de que el ADC en neoplasias malignas es más bajo que en las benignas. Sin embargo, no se pudo diferenciar eficazmente las lesiones hepáticas metastásicas utilizando el ADC, por lo que se necesitan más investigaciones para una diferenciación histológica precisa. Estos resultados tienen implicaciones importantes, ya que podrían mejorar la capacidad de la resonancia magnética para distinguir entre neoplasias hepáticas benignas y malignas sin necesidad de utilizar medios de contraste, lo que podría facilitar la detección temprana del cáncer hepático. Además, los estudios de seguimiento podrían evaluar el estado de las lesiones hepáticas antes y después del tratamiento en un período determinado.

Referencias

- Bertani, S., Pineau, P., Loli, S., Moura, J., Zimic, M., Deharo, E. & Ruiz, E. (2013). An Atypical Age-Specific Pattern of Hepatocellular Carcinoma in Peru: A Threat for Andean Populations. *PLOS ONE* 8(6): e67756. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0067756>.
- Dietrich, O., Biffar, A., Baur-Melnyk, A., & Reiser, M. F. (2010). Technical aspects of MR diffusion imaging of the body. *European journal of radiology*, 76(3), 314–322. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2010.02.018>
- Drevelegas, K., Nikiforaki, K., Constantinides, M., Papanikolaou, N., Papalavrentios, L., Stoikou, I., Zarogoulidis, P., Pitsiou, G., Pataka, A., Organtzis, J., Papadaki, E., Porpodis, K., Kougioumtzi, I., Kioumis, I., Kouskouras, C., Akriavidis, E., & Drevelegas, A. (2016). Apparent Diffusion Coefficient

- Quantification in Determining the Histological Diagnosis of Malignant Liver Lesions. *Journal of Cancer*, 7(6), 730–735. <https://doi.org/10.7150/jca.14197>
- Gallego, J. (2022). *Cáncer de hígado - SEOM: Sociedad Española de Oncología Médica*. <https://seom.org/info-sobre-el-cancer/higado?showall=1%7D>.
- Gultekin, M. A., Turk, H. M., Yurtsever, I., Cesme, D. H., Seker, M., Besiroglu, M., & Alkan, A. (2021). Apparent Diffusion Coefficient Values for Neuroendocrine Liver Metastases. *Academic radiology*, 28 Suppl 1, S81–S86. <https://doi.org/10.1016/j.acra.2020.10.024>
- Jahic, E., Sofic, A., & Selimovic, A. H. (2016). DWI/ADC in Differentiation of Benign from Malignant Focal Liver Lesion. *Acta informática medica: AIM : journal of the Society for Medical Informatics of Bosnia & Herzegovina : casopis Društva za medicinsku informatiku BiH*, 24(4), 244–247. <https://doi.org/10.5455/aim.2016.24.244-247>
- Jiménez Trigueros, J. (2015). Oncología Hepatocarcinoma. *REVISTA MEDICA DE COSTA RICA Y CENTROAMERICA LXXII* (614) 125–127. <https://www.medigraphic.com/pdfs/revmedcoscen/rmc-2015/rmc151x.pdf>.
- Koh, D. M., & Collins, D. J. (2007). Diffusion-weighted MRI in the body: applications and challenges in oncology. *AJR. American journal of roentgenology*, 188(6), 1622–1635. <https://doi.org/10.2214/AJR.06.1403>.
- Lira, M. & García-Compeán, D. (2016). *Gastroenterología y hepatología. Objetivos y su desarrollo*. 2da edición.
- López Panqueva, R. (2015). Neoplasias hepáticas malignas: Hepatocarcinoma: papel de la biopsia hepática, estudios de inmunohistoquímica y otros aspectos importantes. *Revista colombiana de Gastroenterología*, 30(2), 232-242. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-99572015000200014&lng=en&tlng=es.
- Luna, A. & Vilanova, JC. (2014). *Bases, conceptos técnicos y aplicaciones clínicas de la RM difusión: Sociedad Española de Radiología Médica*. Madrid: L & C Diseño.

- https://www.researchgate.net/publication/259972008_Bases_Conceptos_tecnicos_y_aplicaciones_clinicas_de_la_RM_difusion.
- Ñaupas, H. Valdivia, M., Palacios, J. & Romero, H. (2018). Metodología de la investigación. 5ed, Ediciones de la U.
- Oleaga, L. & Lafuente, J. (2007). Monografía SERAM: Aprendiendo los fundamentos de la resonancia magnética. Médica Panamericana.
- Oncosur (2009). Guía clínica de diagnóstico y tratamiento del Hepatocarcinoma. Salud Madrid. <https://www.oncosur.org/images/guias/pdf/Guia-clinica-de-diagnostico-y-tratamiento-del-Hepatocarcinoma.pdf>.
- Pankaj Jain, T., Kan, W. T., Edward, S., Fernon, H., & Kansan Naider, R. (2018). Evaluation of ADCratio on liver MRI diffusion to discriminate benign versus malignant solid liver lesions. European journal of radiology open, 5, 209–214. <https://doi.org/10.1016/j.ejro.2018.10.002>
- Pérez C. (2013). Qué es el hígado, para qué sirve y funciones principales. Natursan. <https://www.natursan.net/funciones-del-higado/>
- Pérez Fuentes, J., Gonzales Rojas, C., Villaverde, C., Ramírez Casadiego, A., Acosta Marín, V., Marín Martínez, C. & Acosta Freites, V. (2016). Analyse Diffusion Sequence in Magnetic Resonance and Apparent Diffusion Coefficient Values in Breast Cancer According to Molecular Subtypes and Histological Parameters of Aggressiveness Between December 2010-December 2016. Rev. Colomb. Radiol. 2018; 29(2): 4915-9 <http://contenido.acronline.org/Publicaciones/RCR/RCR29-2/04-RCR-29-2-Analisis-En.pdf>
- Rodríguez-Peláez, M. Menéndez, R. & Varela, M. (2010). Tumores benignos del hígado. Gastroenterología y Hepatología, 33(5), 391-397. <https://doi.org/10.1016/j.gastrohep.2009.11.009>.
- Sampieri, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2022). Metodología de la investigación. 6ed, McGrawhill.
- Schild H, et al (2017). Schering resonancia magnetica. <https://acortar.link/SkkrIP>

- Tolley, D. (2023). Tumores hepáticos benignos - Trastornos hepáticos y biliares. Manual MSD versión para profesionales. <https://acortar.link/sGsY3z>
- Tran, S. A., Le, A., Zhao, C., Hoang, J., Yasukawa, L. A., Weber, S., Henry, L., & Nguyen, M. H. (2018). Rate of hepatocellular carcinoma surveillance remains low for a large, real-life cohort of patients with hepatitis C cirrhosis. *BMJ open gastroenterology*, 5(1), e000192. <https://doi.org/10.1136/bmjgast-2017-000192>
- Vallejo, P., Martínez, V., Recio, M., Jiménez, M. & Carrascoso, J. (2013). Difusión en resonancia magnética en el estudio de lesiones hepáticas. *Cirugía Española*; 91(1): 9-16. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ciresp.2011.10.006>.
- Vargas Huapaya, M. (2019). Boletín Epidemiológico del Perú SE 25-2019. VOLUMEN 28 - SE 25. Ministerio de Salud. <https://www.dge.gob.pe/portal/docs/vigilancia/boletines/2019/25.pdf>
- Yang, D., Zhang, J., Han, D., Jin, E., & Yang, Z. (2017). The role of apparent diffusion coefficient values in characterization of solid focal liver lesions: a prospective and comparative clinical study. *Science China. Life sciences*, 60(1), 16–22. <https://doi.org/10.1007/s11427-016-0387-4>