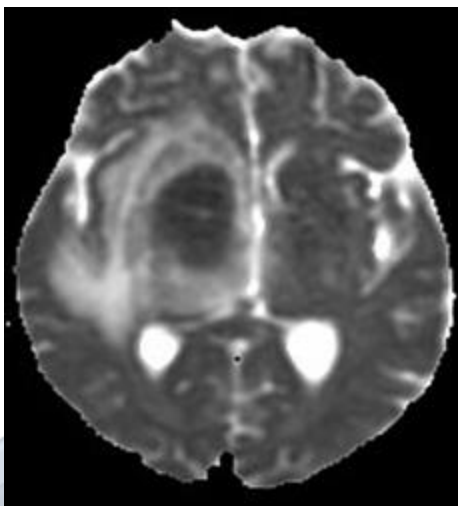


Universidad Nacional de Rosario
Facultad de ciencias Médicas
Posgrado de especialización en diagnóstico por imágenes

Tesis final

**“Medición del ADC y su
relación con el grado de
malignidad de las lesiones
tumORAles cerebrales,
nuestra experiencia”**



Autor: Dr. Barrera Pablo Fernando

Tutor: Dr. Reyes Rolando

2023

**Hospital Provincial del
Centenario**

INTRODUCCION

La imagen ponderada en difusión (Diffusion-weighted imaging, DWI) es una secuencia en resonancia magnética que produce imágenes de tejidos biológicos basados en la detección de un cambio en el movimiento aleatorio de las moléculas de agua (movimiento Browniano). Dicha difusión del agua depende de las membranas celulares, que son una parte integral de la arquitectura celular.

La difusión de las moléculas de agua se puede evaluar cuantitativamente utilizando el valor del coeficiente de difusión aparente (ADC) a partir de dichas imágenes ponderadas por difusión. Es una medida de difusión con una especificidad variable para diferenciar grado de malignidad y tipo histológico en los diferentes estudios publicados.

La celularidad del tumor aumenta junto con el grado del mismo, y con este aumento de la densidad celular, se espera que aumente el efecto de impedimento de las membranas, disminuyendo así el valor del ADC.

OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo es determinar la relación entre el valor cuantitativo del ADC de las lesiones tumorales cerebrales en resonancia magnética, con respecto a su tipo histológico, y grado de malignidad tumoral en nuestro efector (Hospital provincial del Centenario).

HIPOTESIS

Teniendo como base los diferentes trabajos publicados en esta temática, la hipótesis planteada es que las lesiones tumorales que presenten mayor grado de malignidad deben presentar menor valor de ADC que las lesiones que tengan menor grado de malignidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio longitudinal, retrospectivo, abarcando 46 pacientes, entre diciembre 2019 hasta marzo 2023, en el Hospital Provincial del Centenario de Rosario, Santa Fe, Argentina.

El rango etario fue de 18 a 64 años, el 50% ellos fueron hombres y 50% mujeres.

El criterio de inclusión se basa en pacientes con tumores cerebrales benignos, malignos, intra y extraaxiales, prequirúrgicos (algunos ya operados previamente con presencia de recidiva).

Se recogieron los datos de edad, sexo, localización y el diagnóstico histopatológico.

No se tuvo en cuenta la inmunohistoquímica – técnicas moleculares, debido a que no se cuenta con ella en nuestro efector.

Se clasificaron los diagnósticos histológicos de los tumores cerebrales según grado tumoral siguiendo criterios de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Se consideraron tumores de bajo grado los de grado I y II de la OMS, y de alto grado los de grados III y IV sin tener en cuenta criterios moleculares.

El diagnóstico por imagen de los tumores de los pacientes incluidos se realizó en un resonador General Electric, 1.5 T. Se obtuvieron secuencias axiales T1, BRAVO SPGR volumétrico, T2, FLAIR, Difusión b1000, Swan/Gre, y SPGR BRAVO con gadolinio, con reconstrucción triplanar.

Se realizó el postproceso del ADC en Workstation con valores de b de 0 y 1000.

Sobre el área sólida más representativa de cada lesión, teniendo en cuenta hiperintensidad en secuencia FLAIR, mayor realce post administración de contraste e.v.

e hiperintensidad en secuencia de difusión (b 0-1000) se construyó generalmente tres ROI (region of interest), siendo en algunas pocas lesiones solo dos de ellos debido al escaso componente sólido, a partir del cual se determinó el valor de ADC máximo, mínimo y medio. Dichos valores medios de ROI de cada lesión se promediaron. Luego se construyó un nuevo ROI en sustancia blanca sana lejos de la lesión, y se midieron valor máximo, mínimo y medio de ADC. El ratio ADC se calculó dividiendo el valor medio de ADC promediado del tumor, dividido el valor medio de ROI de la sustancia blanca sana. Áreas de necrosis, edema, quísticas, cálcicas o hemorrágicas fueron evitadas.

En adenomas hipofisarios y craneofaringiomas, las mediciones de ROI en sustancia blanca normal se realizaron en centros semiovais.

En caso de los tumores de fosa posterior, el ROI control se colocó en sustancia blanca cerebelosa normal lejos de la lesión.

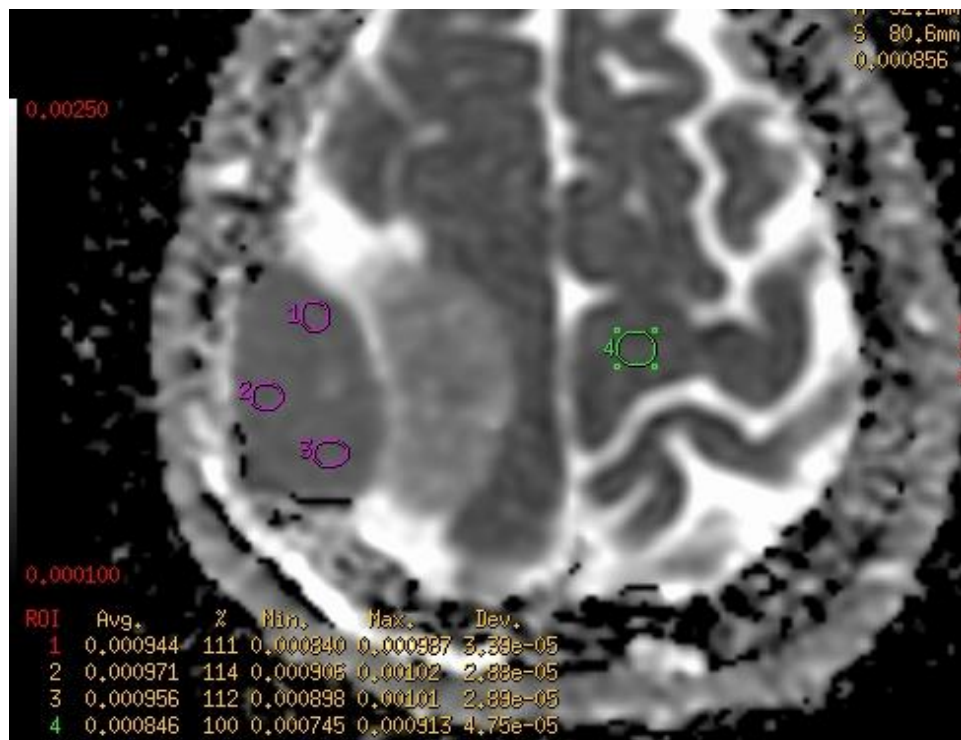
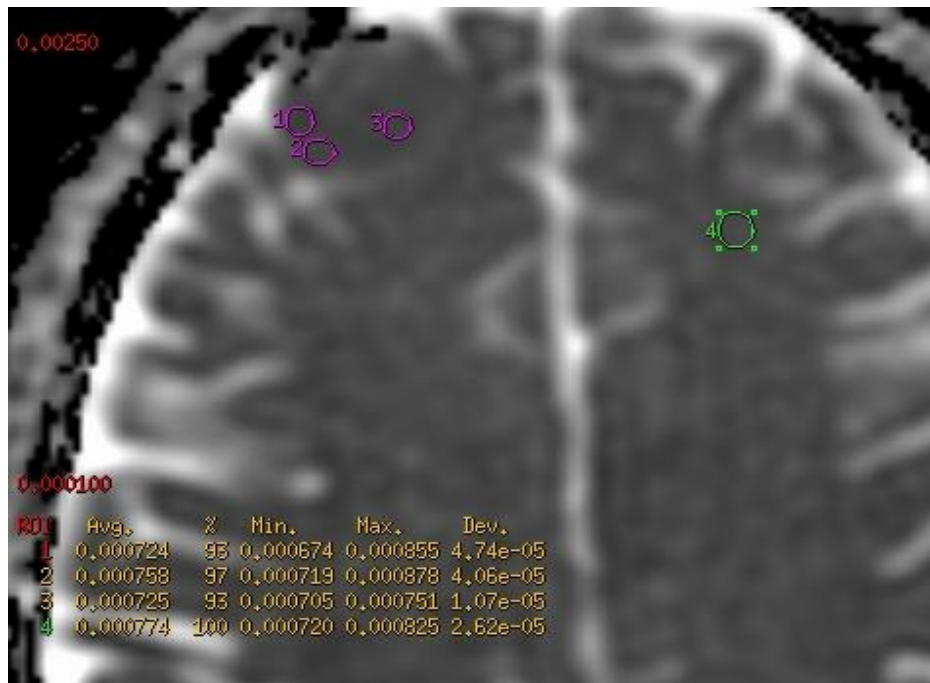
Los gráficos y cálculos estadísticos se realizaron en programa Past 4.

RESULTADOS

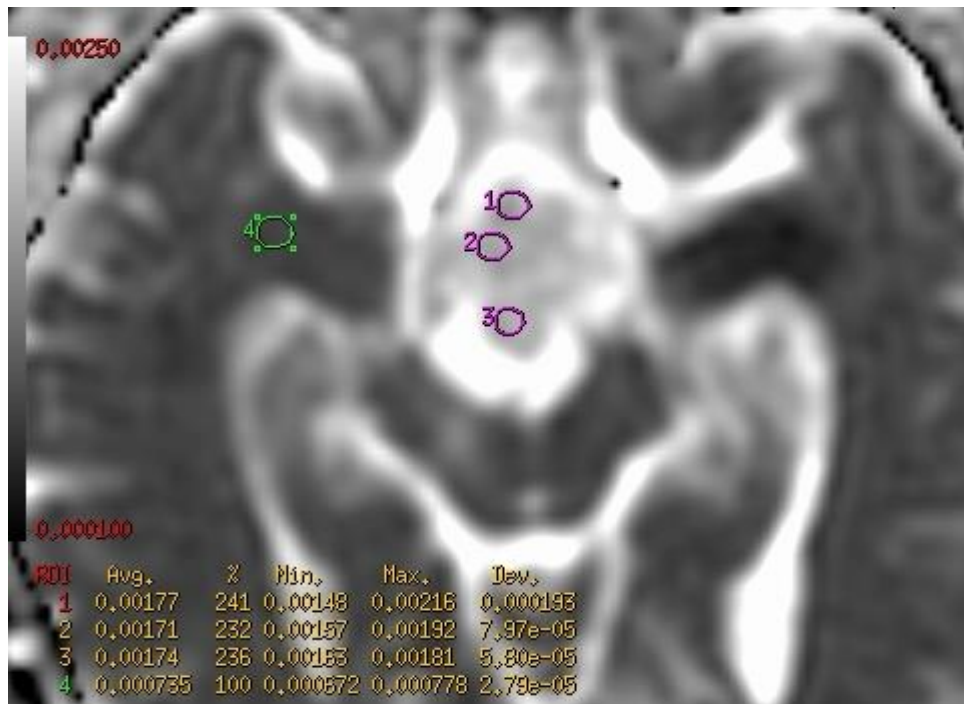
En el periodo de estudio se incluyeron 46 pacientes con un rango de edad comprendido entre los 18 a 64 años. El 50% fueron varones y el 50% mujeres. Los diagnósticos histológicos de los pacientes incluidos, en base a los informes de anatomía patológica de nuestro establecimiento, fueron 11 de estirpe glial (1 astrocitoma infiltrativo difuso grado 2-3, 1 astrocitoma pilocítico, 2 oligodendrogliomas, 1 tumor glial de bajo grado, 1 tumor glial de alto grado, 4 glioblastomas, 1 glioma difuso de alto grado), 7 metástasis (renal, pulmonar, colónica, amigdalina, esofágica, testicular), 1 linfoma de alto grado, 1 tumor de estirpe linfoide, 1 tumor fibroso solitario, 1 meduloblastoma, 3 hemangioblastomas, 1 germinoma, 1 carcinoma poco diferenciado de cerebelo, 3 schwannomas, 10 meningiomas, 2 macroadenomas hipofisarios, 4 craneofaringiomas.

A continuación se muestran ejemplos de mediciones realizadas.

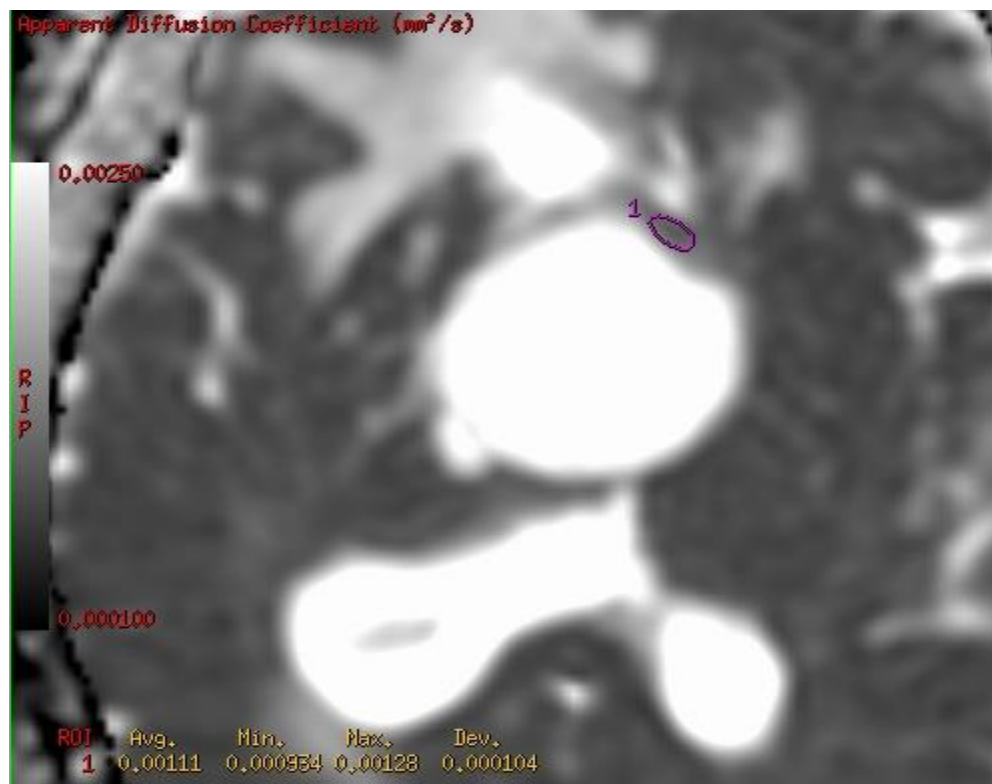
Meningiomas



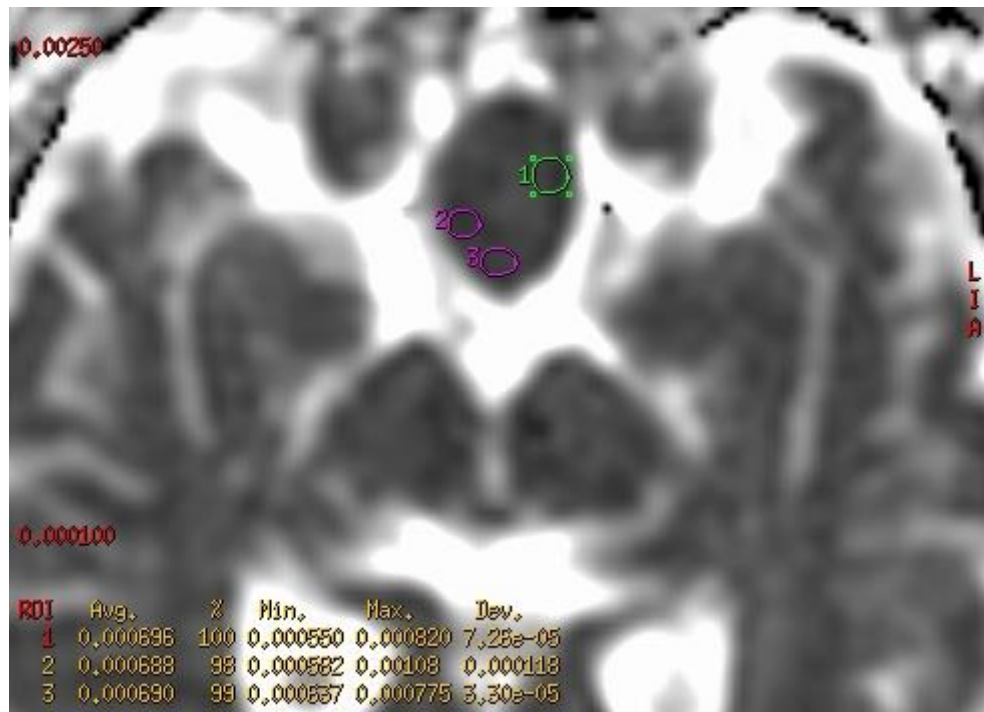
Craneofaringiomas



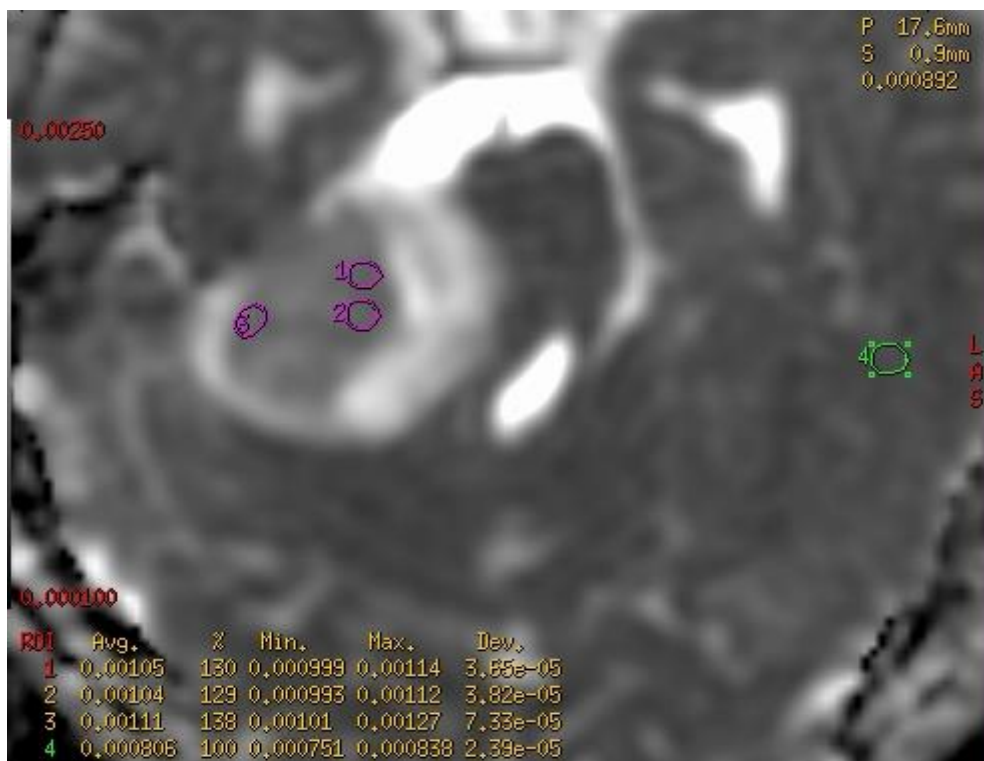
El ROI en tejido sano se utilizó en sustancia blanca de centro semioval.

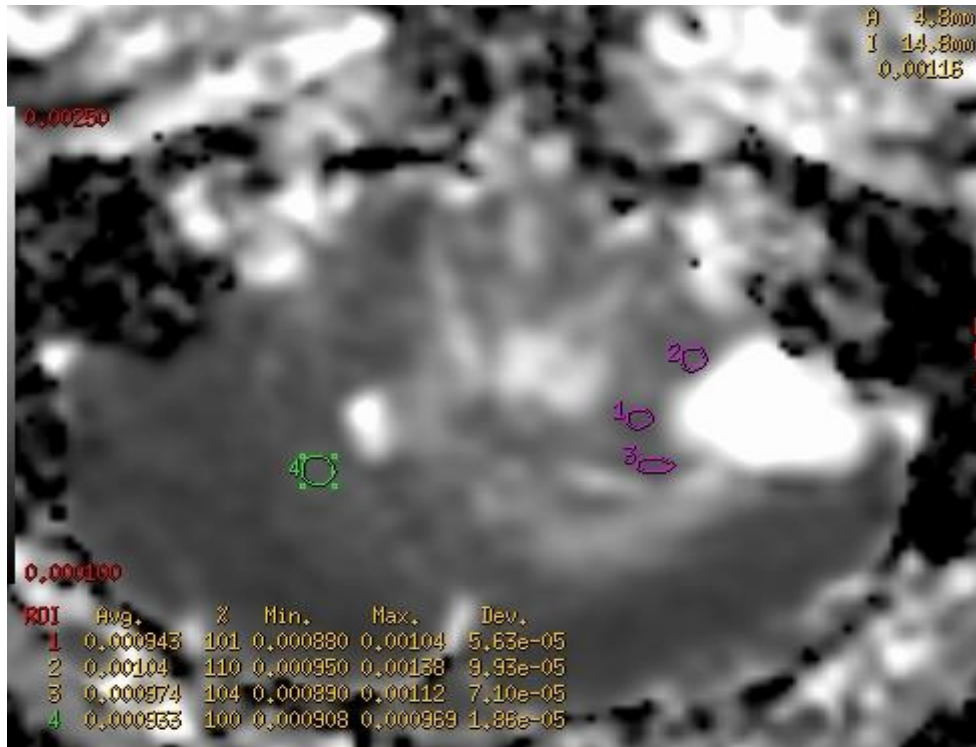


Macroadenoma de hipófisis

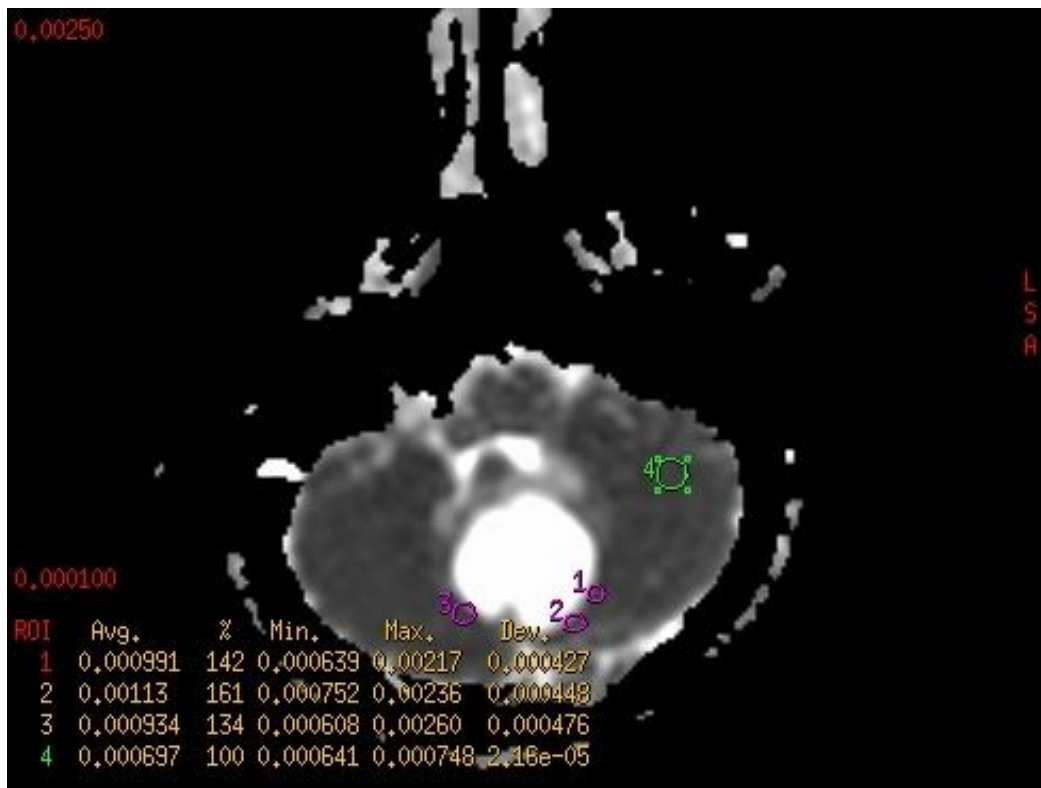


Schwannomas

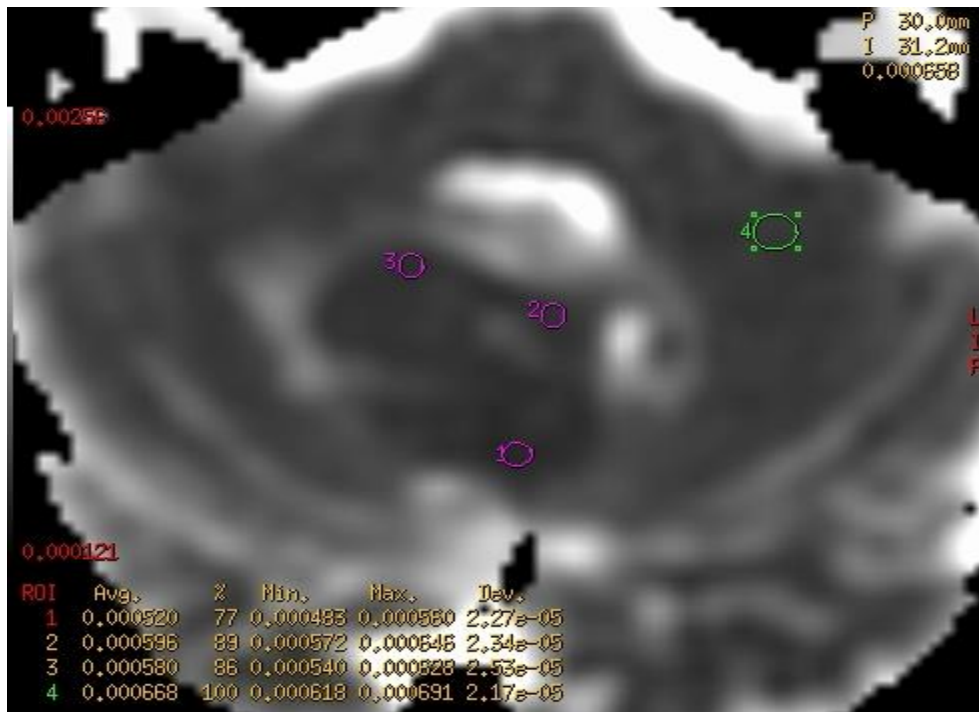




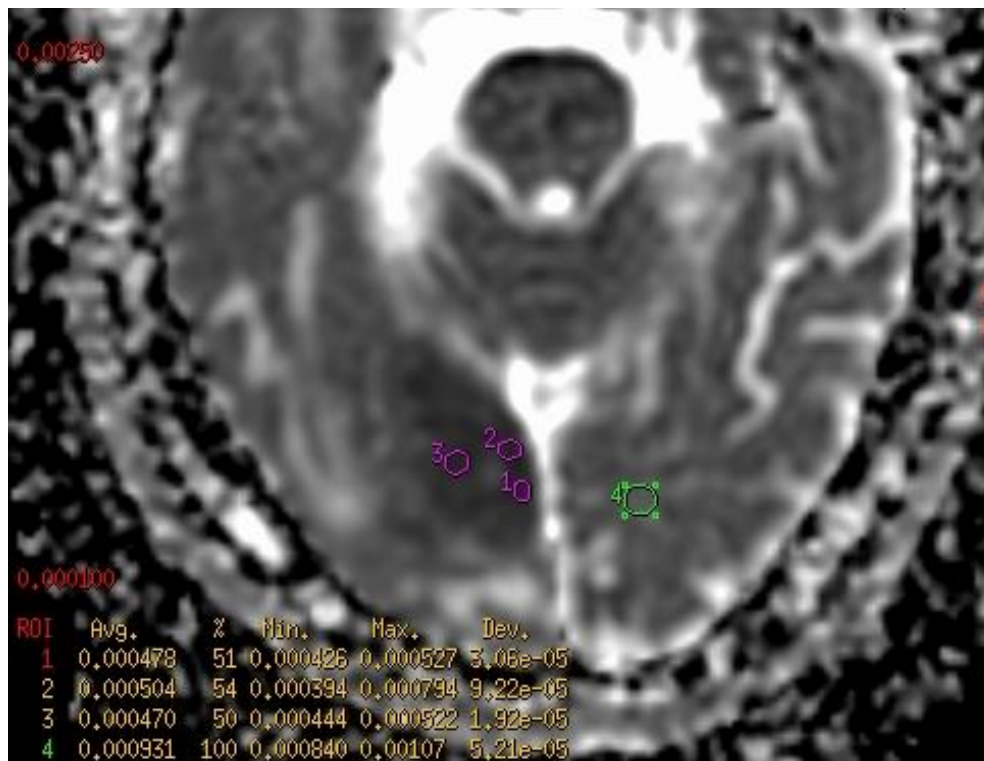
Hemangioblastoma

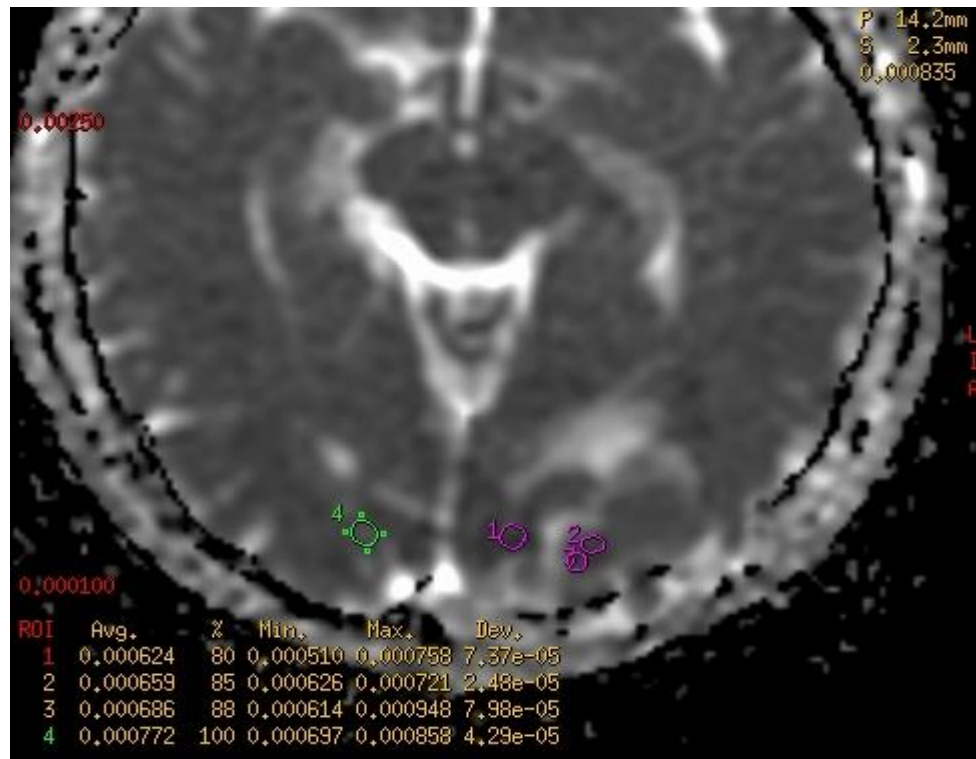


Meduloblastoma

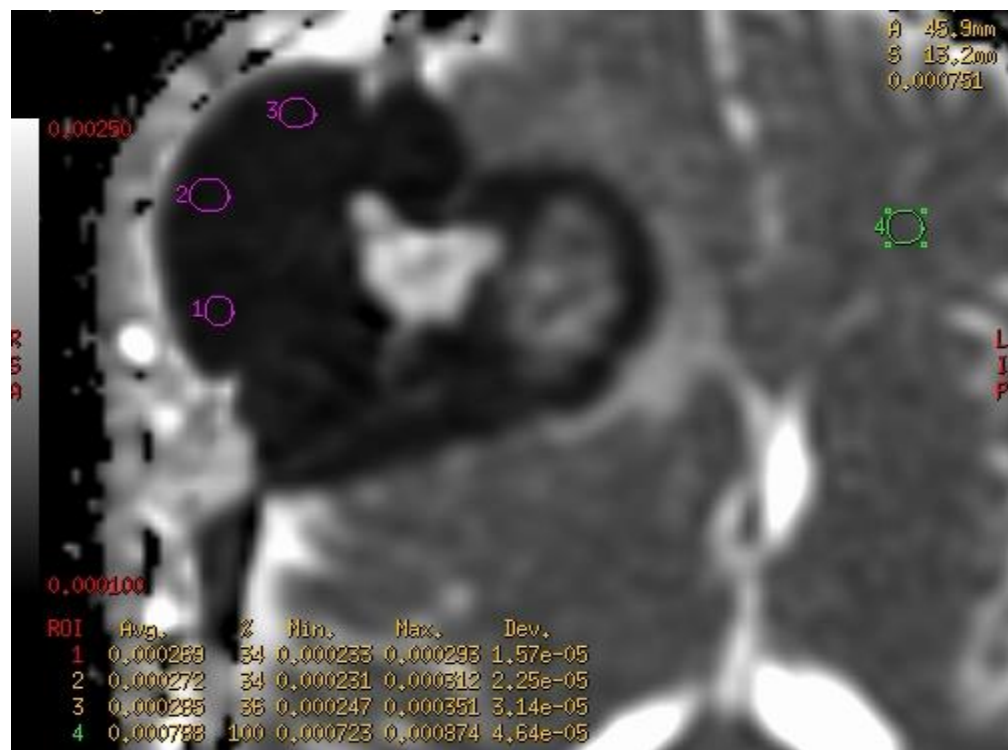


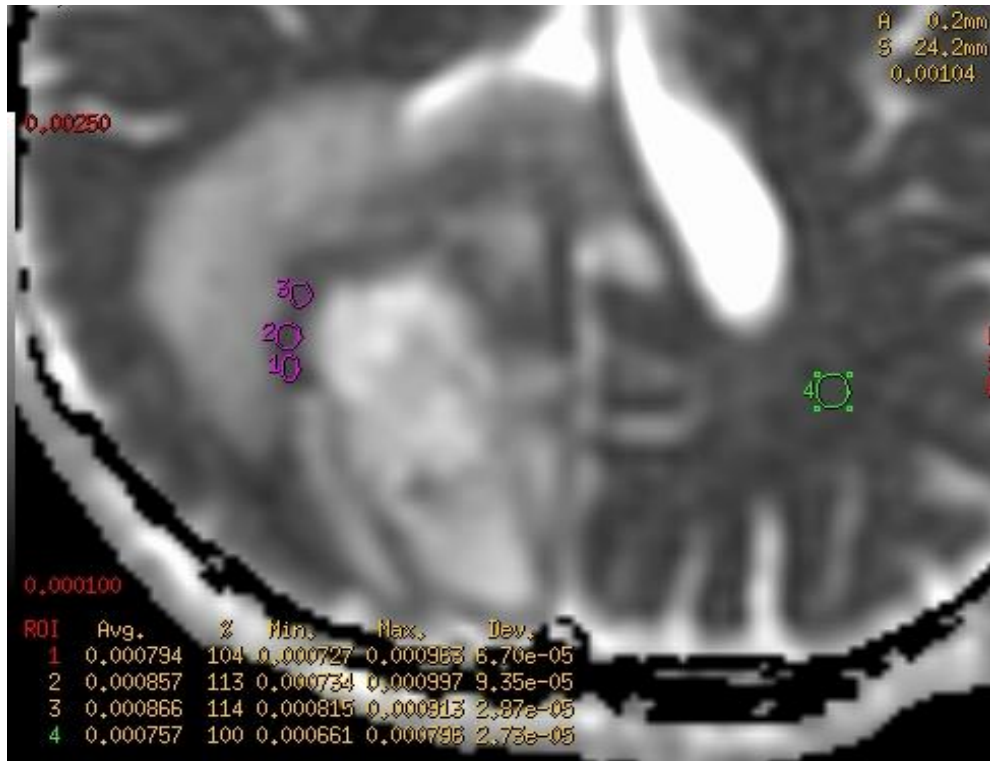
Metástasis



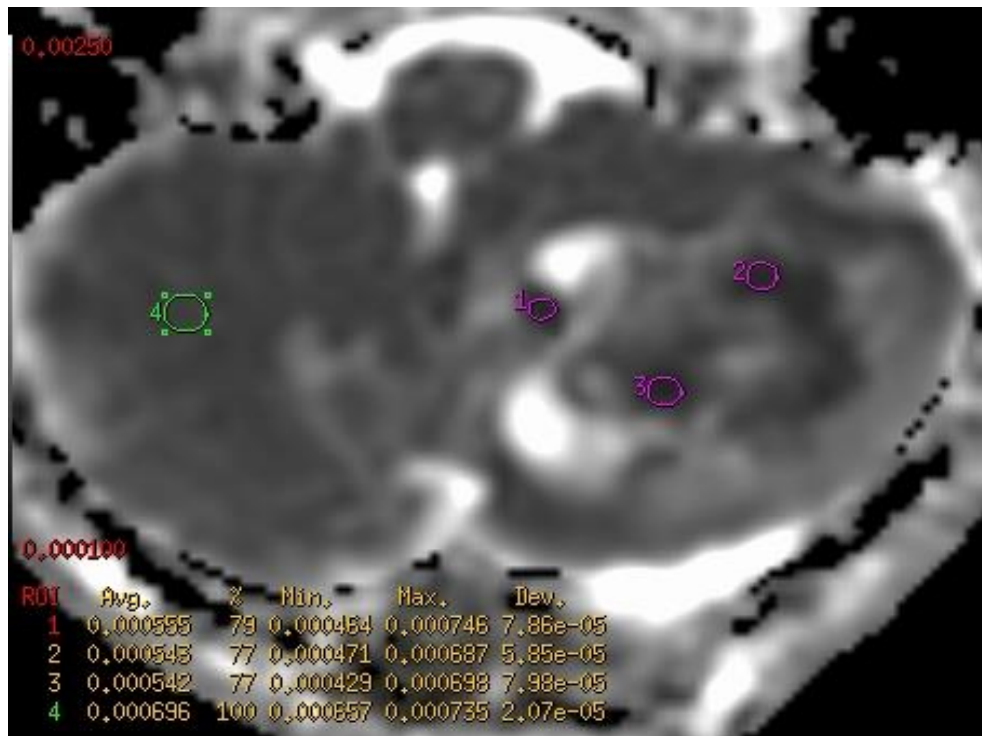


Linfoma de alto grado y lesión de estirpe linfoide respectivamente

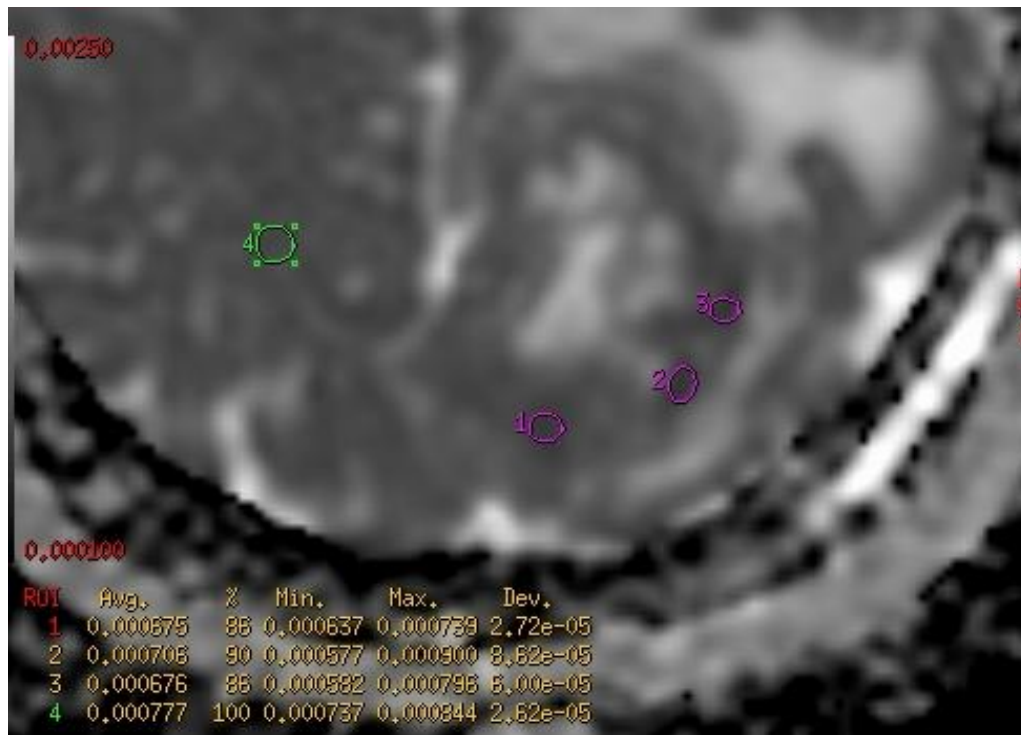




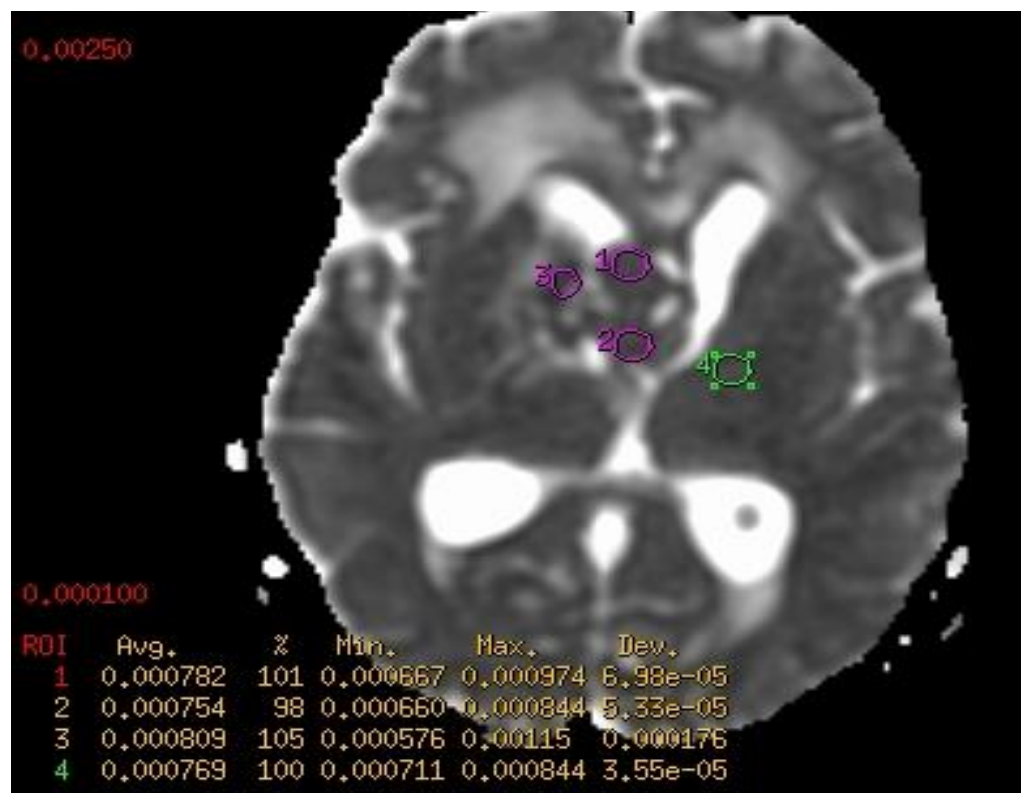
Carcinoma poco diferenciado de cerebelo



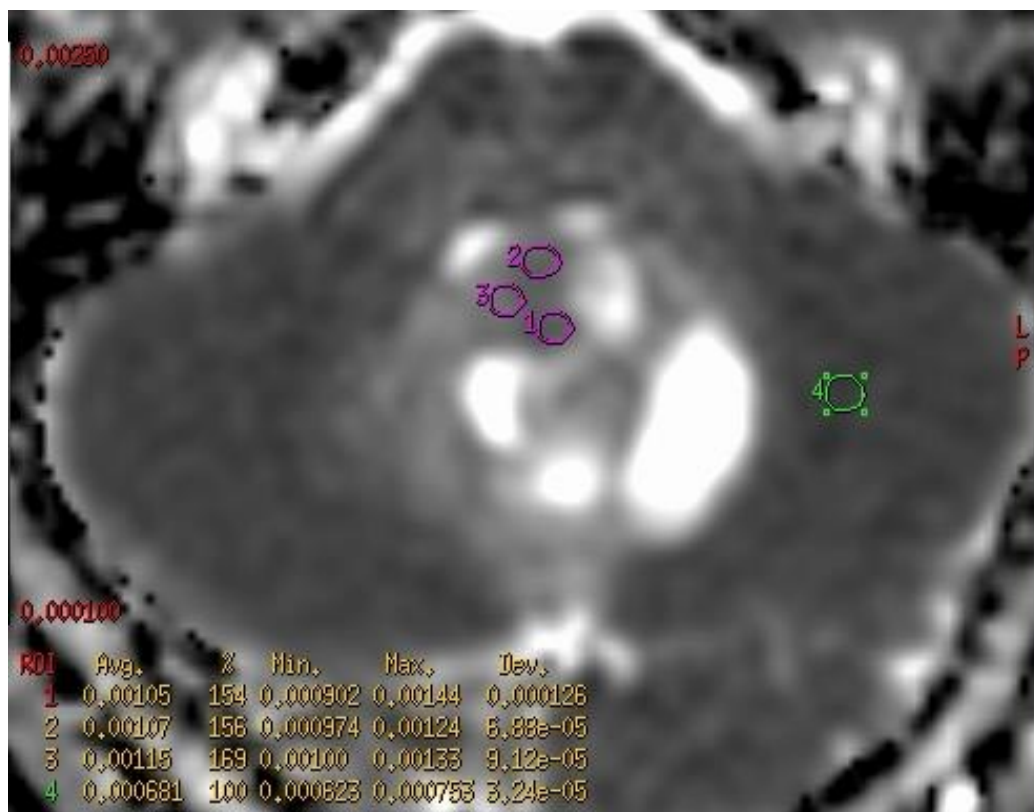
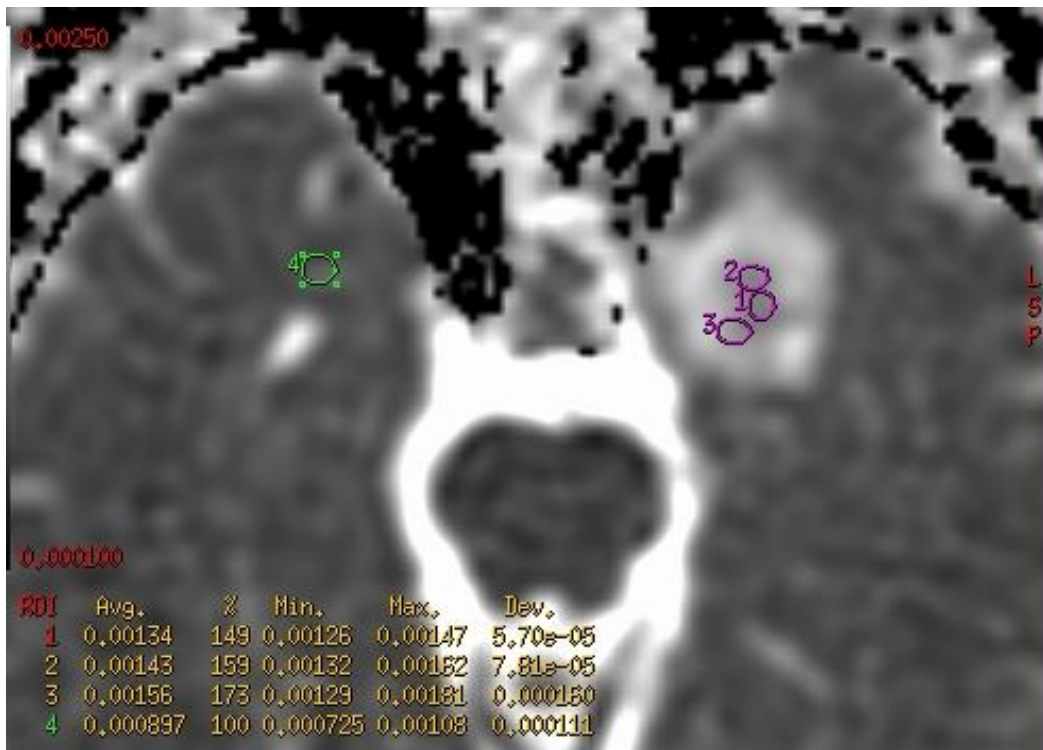
Tumor fibroso solitario



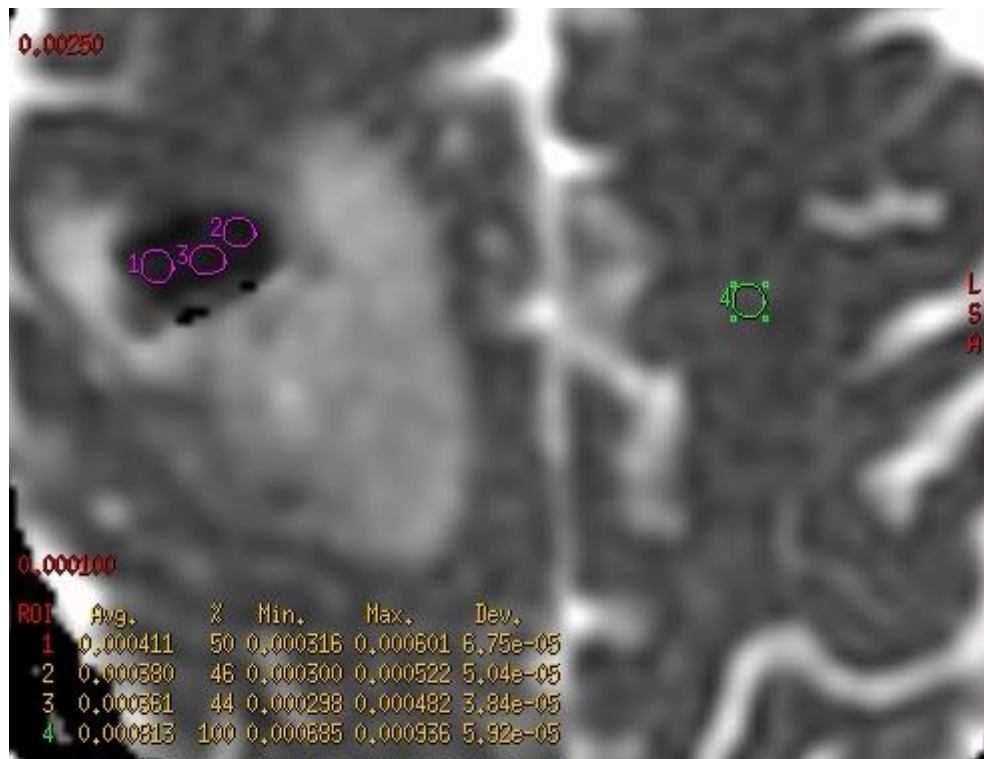
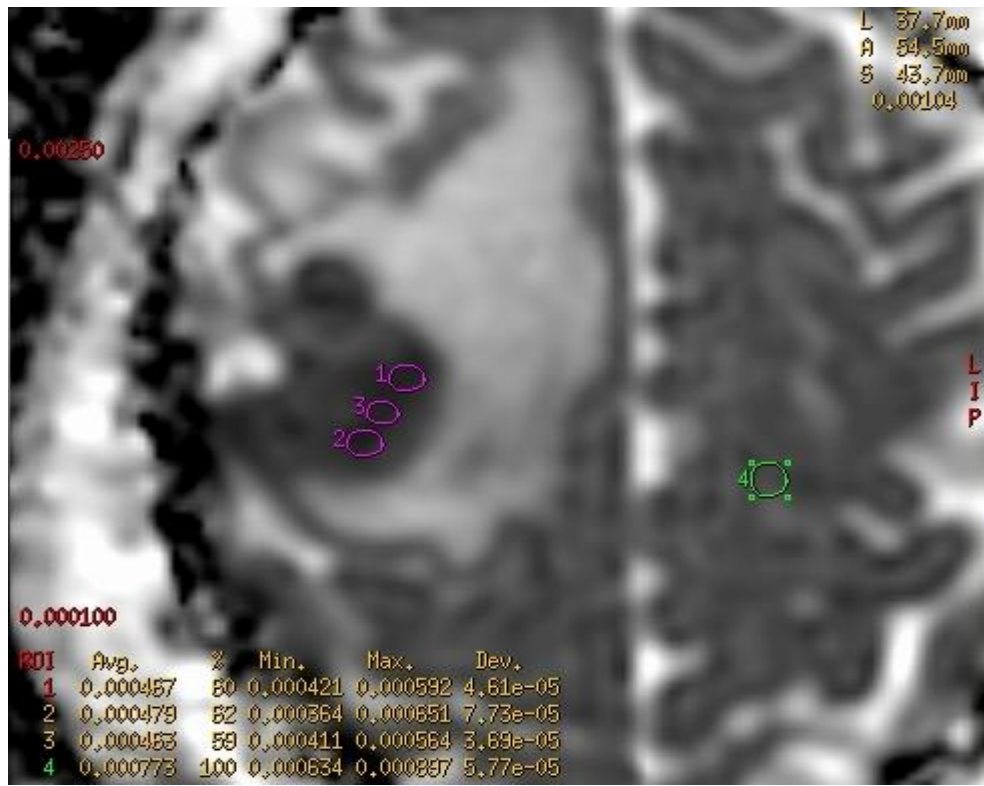
Germinoma



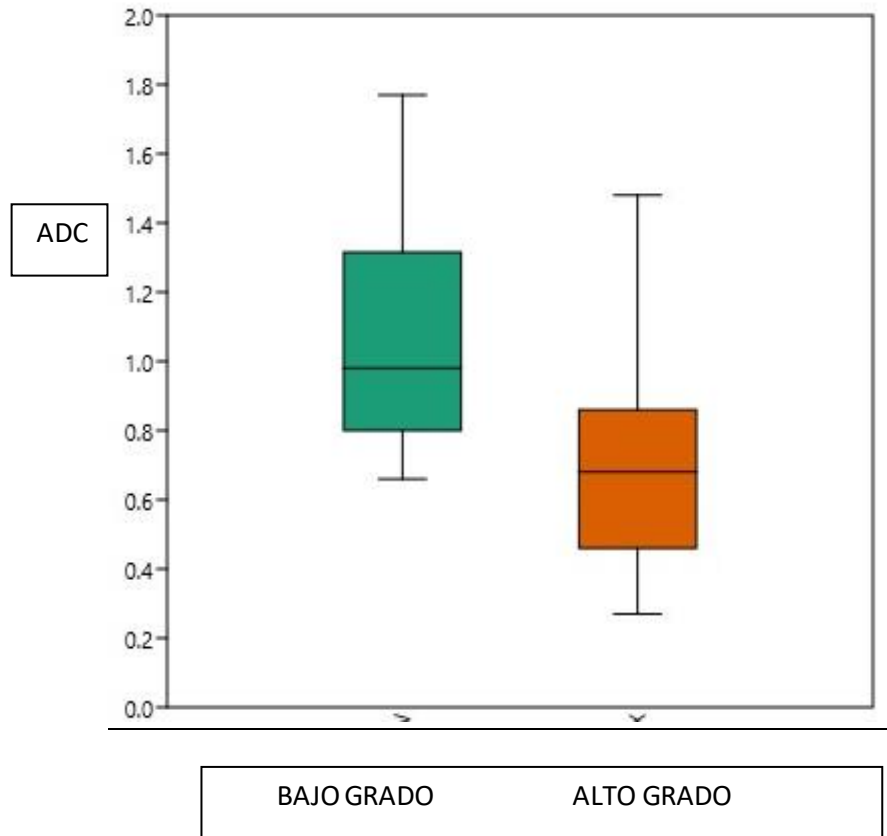
Estirpe glial de bajo grado

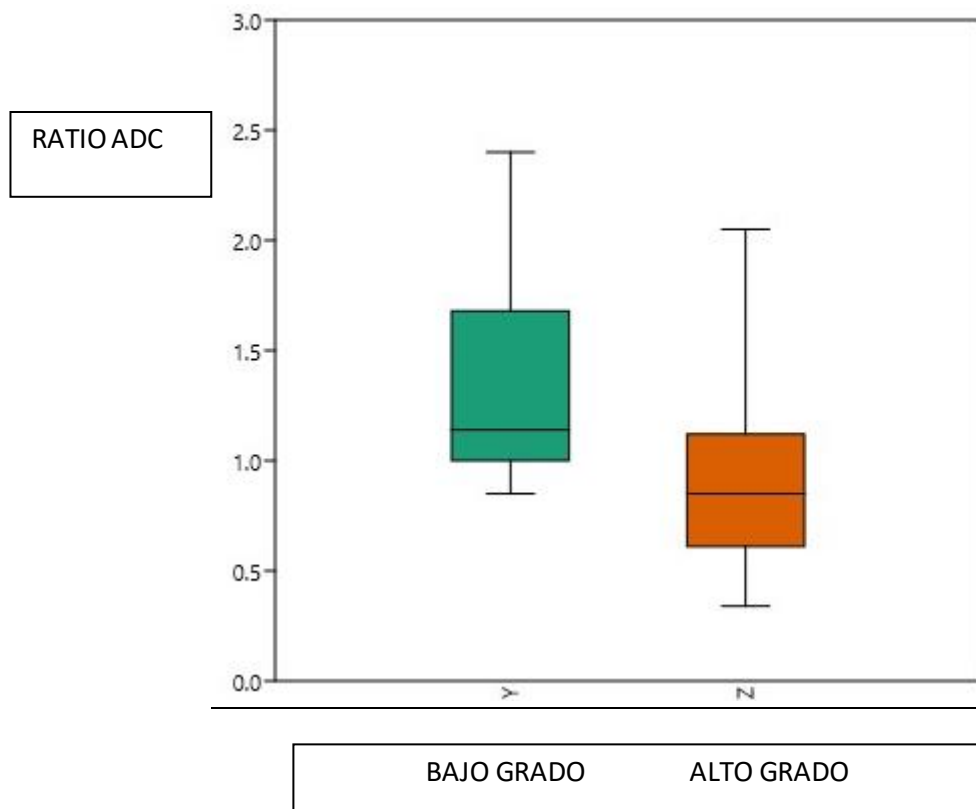


Estirpe glial de alto grado



Los valores se expresan en $(10^{-3}) \text{ mm}^2 / \text{s}$. Los resultados evidenciaron que la mediana del valor del ADC fue mayor en las lesiones de bajo grado, siendo de 0.98, en relación a lesiones de alto grado, donde fue de 0.68; y sus medianas respectivas de ratio ADC fueron de 1.14 y 0.85.





Se destacan además los siguientes datos obtenidos:

La mediana del valor del ADC de los gliomas de bajo grado fue de 1.09 y su ratio ADC de 1.60; los de alto grado de 0.75 (ADC) y 0.73 (ratio ADC), dos lesiones gliales de alto grado con marcado componente necrótico presentaron valores de ADC de 0.86 y 0.87; y de ratio ADC de 0.94 y 1.02 respectivamente.

El valor de ADC de lesión de estirpe linfoide fue de 0.83, con ratio ADC de 1.11; y de linfoma de alto grado de 0.27 y 0.34.

El valor de ADC del meduloblastoma fue de 0.56 y ratio ADC de 0.85.

Las metástasis presentaron una mediana de valor de ADC de 0.78 y ratio ADC de 1.13, con solo una de ellas con valores bajos de ADC de 0,48 y ratio ADC de 0.51, correspondiente a secundarismo de tumor neuroendocrino amigdalino.

El carcinoma poco diferenciado de cerebelo presento valor de ADC de 0.54 y ratio ADC de 0.78.

Otros valores obtenidos por lesión:

Meningiomas: ADC: 0.83 RATIO ADC: 1.05

Craneofaringiomas: ADC: 1.57 RATIO ADC: 1.93

Schwannomas: ADC: 1.06 RATIO ADC: 1.33

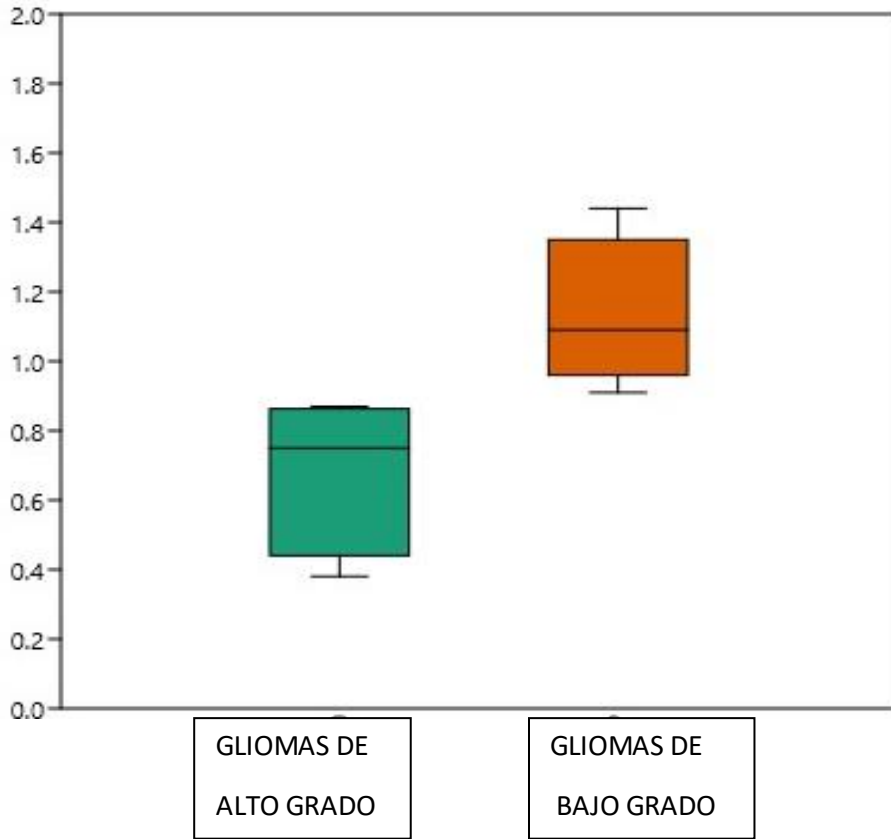
Adenomas hipofisarios: ADC: 0.73 RATIO ADC: 0.88

Hemangioblastomas: ADC: 1.51 RATIO ADC: 2.36

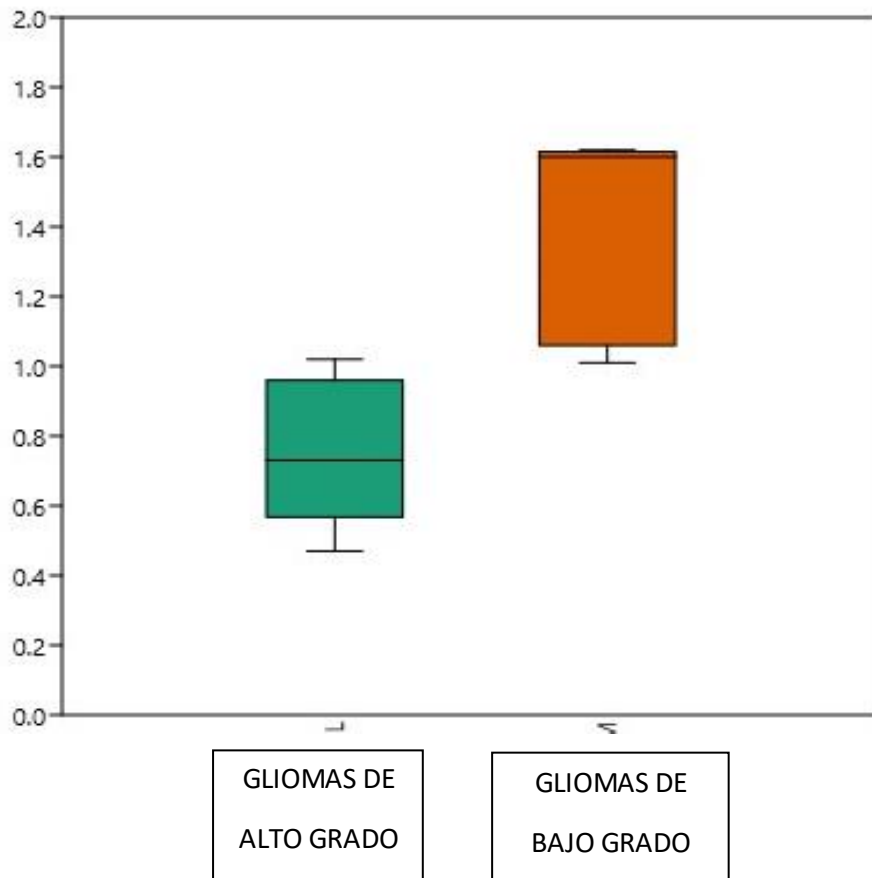
Tumor fibroso solitario: ADC: 0.71 RATIO ADC: 0.92

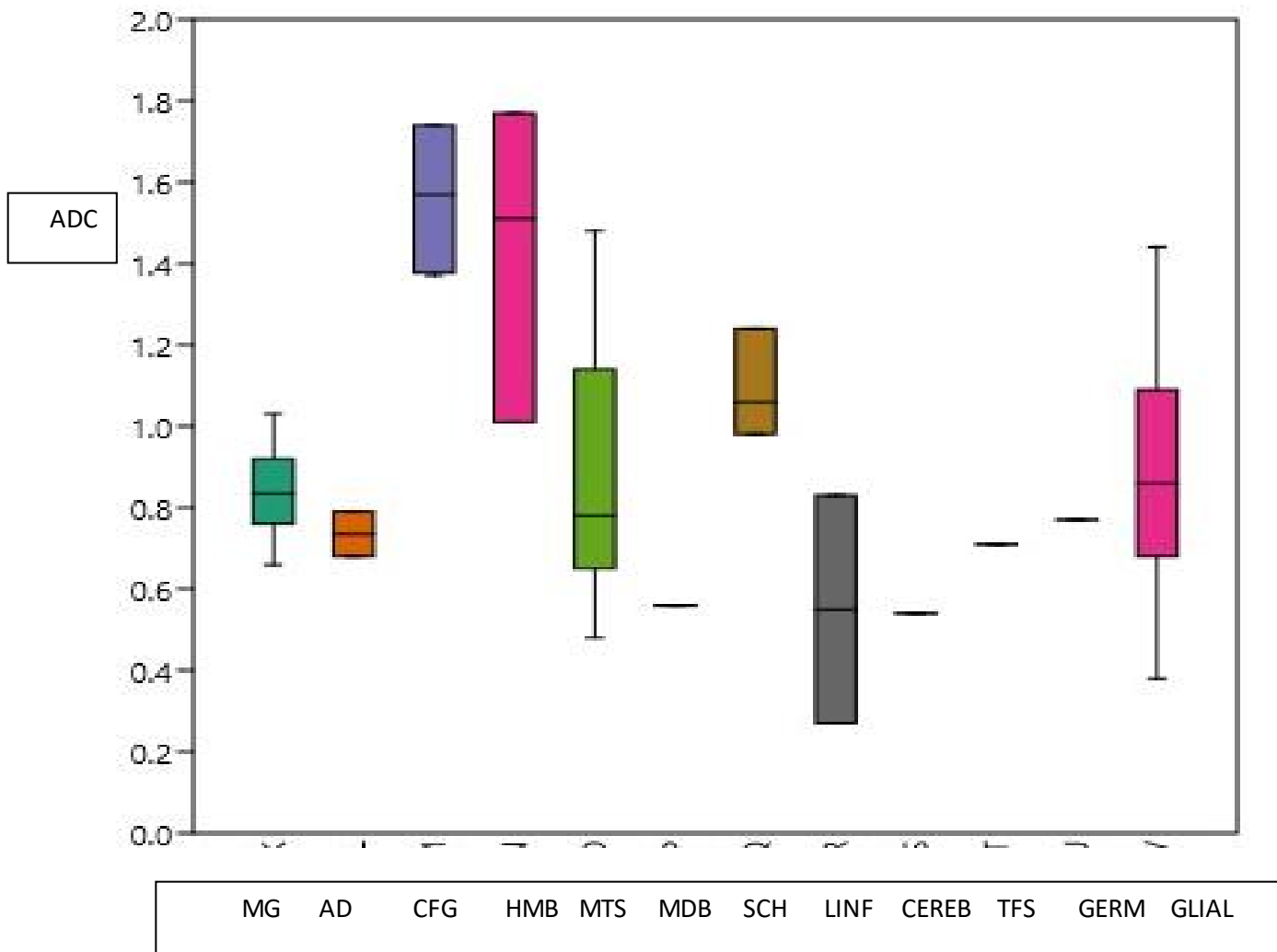
Germinoma: ADC: 0.77 RATIO ADC: 1.02

ADC

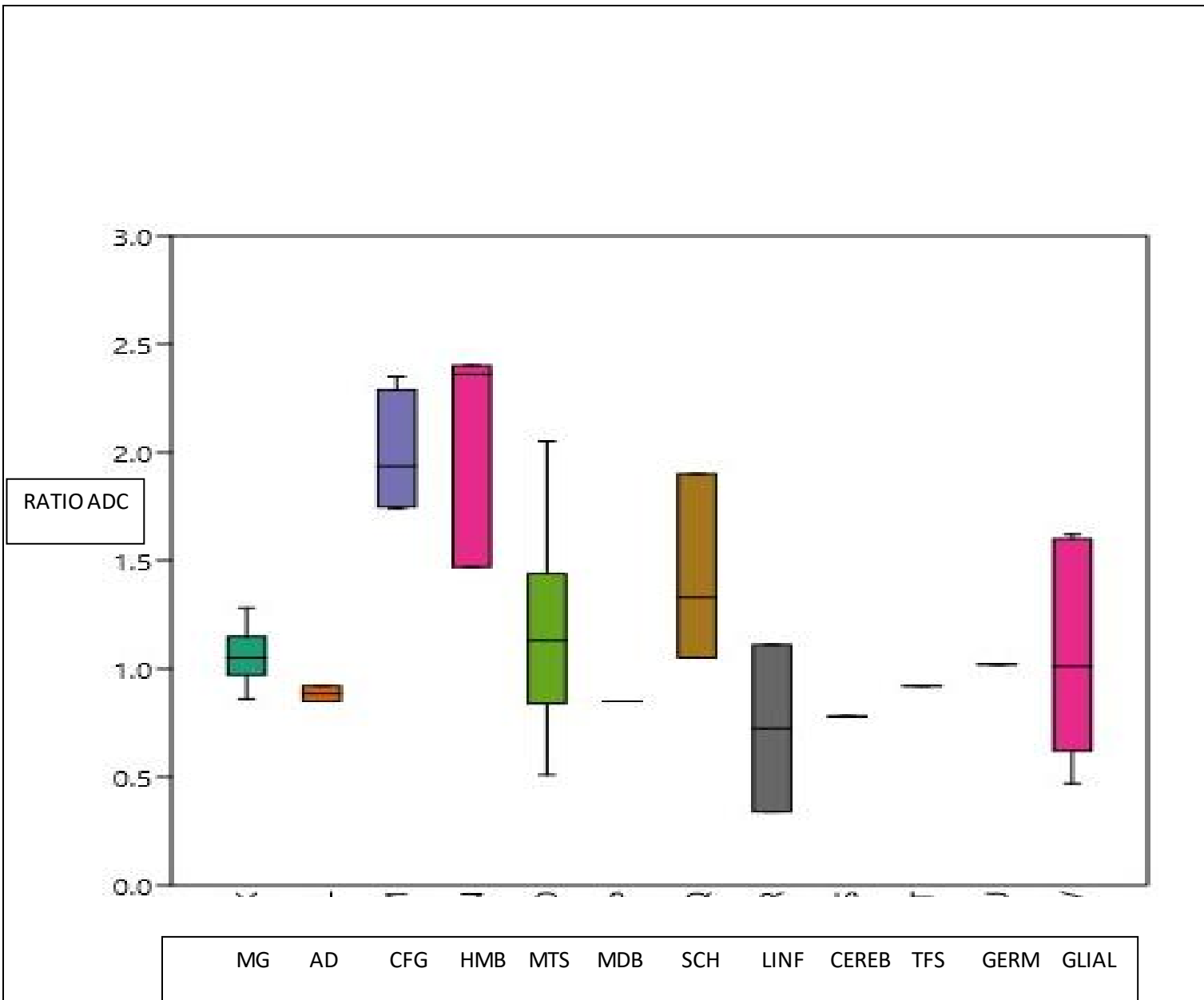


RATIO ADC





MG: meningiomas, AD: adenomas hipofisario, CFG: craneofaringiomas, HMB: hemangioblastomas, MTS: metástasis, MDB: meduloblastoma, SCH: schwannomas, LINF: linfoide-linfoma, CEREB: carcinoma poco diferenciado de cerebelo, TFS: tumor fibroso solitario, GERM: germinoma, GLIAL: estirpe glial.

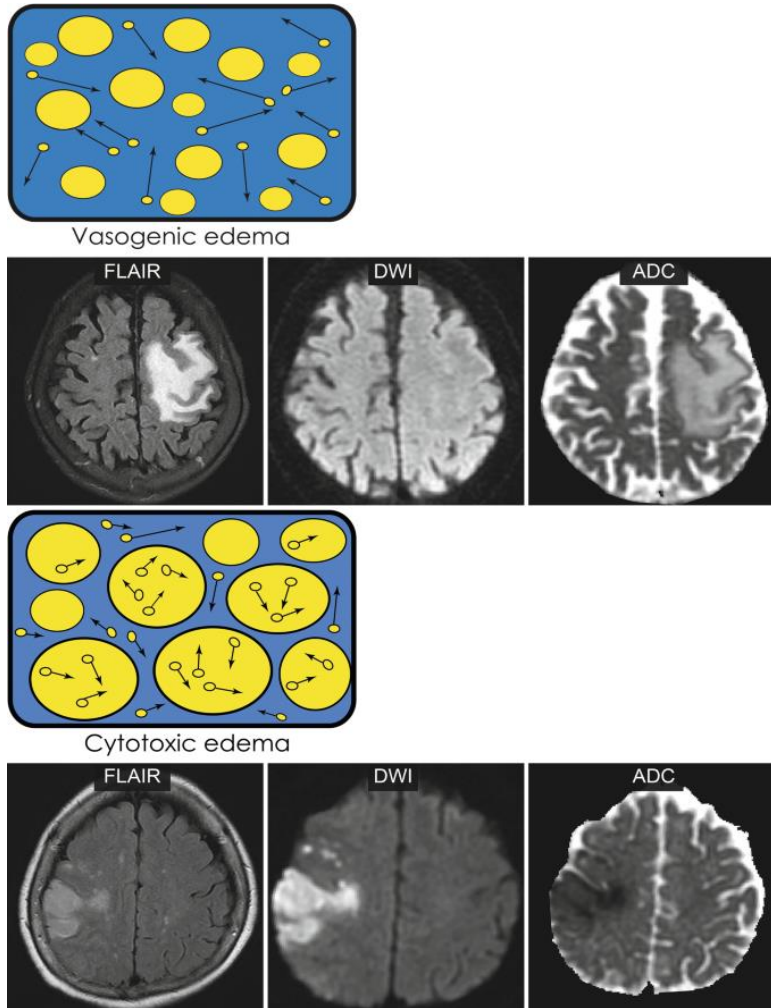


MG: meningiomas, AD: adenomas hipofisario, CFG: craneofaringiomas, HMB: hemangioblastomas, MTS: metástasis, MDB: meduloblastoma, SCH: schwannomas, LINF: linfoide-linfoma, CEREB: carcinoma poco diferenciado de cerebelo, TFS: tumor fibroso solitario, GERM: germinoma, GLIAL: estirpe glial.

DISCUSIÓN

Las diferencias de movimiento de las moléculas de agua en el interior de los tejidos (tanto a nivel intra como extracelular y en los vasos sanguíneos) generan el contraste de las imágenes obtenidas con las secuencias de difusión en resonancia magnética (1).

La técnica de imagen potenciada en difusión es una técnica de RM que mide el movimiento browniano o libre de los protones, fundamentalmente de los que componen las moléculas de agua en los tejidos. La difusión de las moléculas de agua depende de la estructura microscópica de los tejidos. Las moléculas de agua tienen peor difusión cuanto mayor sea la densidad celular, menor el espacio extracelular y mayor sea la relación núcleo-citoplasma de las células (2).

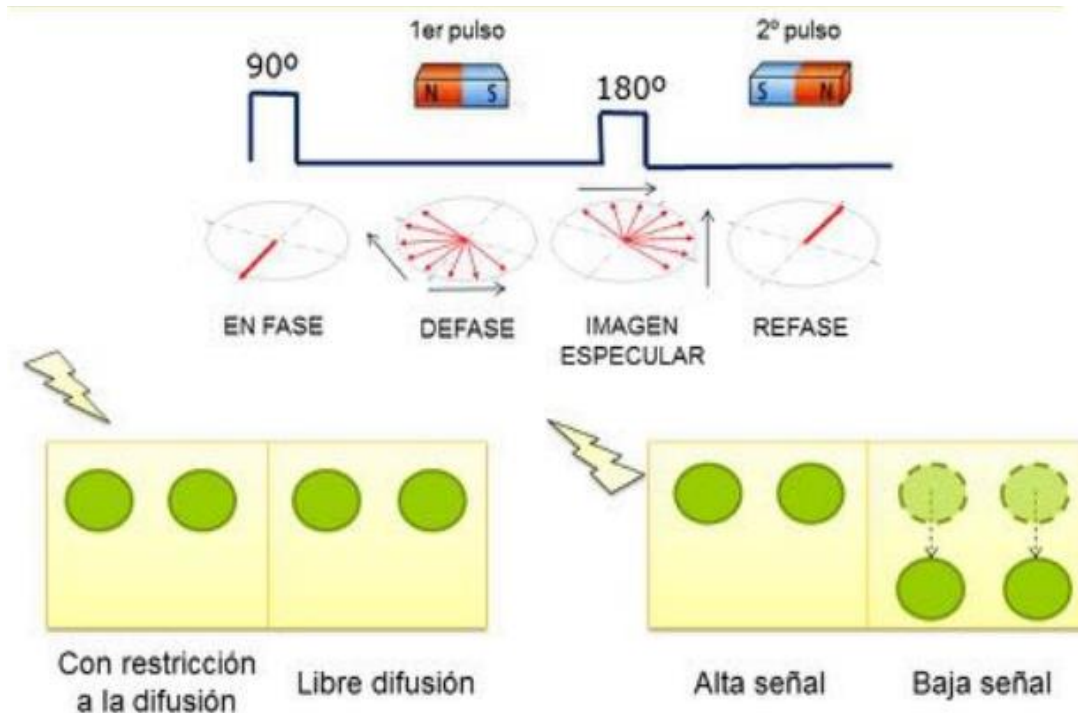


Bases físicas:

La representación de la imagen de difusión se consigue aplicando un doble gradiente en una secuencia convencional spin-eco ponderada en T2. De esta forma, con la aplicación de un pulso de radiofrecuencia de 90° se logra que todas las moléculas contenidas en el interior de un voxel presenten la misma fase. Posteriormente, y tras la aplicación del primer gradiente, se logra una rápida pérdida de fase de las moléculas de agua. La aplicación del segundo gradiente, tras el pulso de 180°, refasará solamente los protones que tengan la misma posición a la presentada

previo al primer gradiente; al mismo tiempo, aquellas moléculas con gran movimiento presentarán una caída de su señal.

Lo que permanezca en el mismo sitio emitirá un máximo de señal (hiperintenso en la imagen) y lo que se mueva no emitirá nada de señal (hipointenso en la imagen).



No todo lo que brilla en la secuencia de difusión se debe a la restricción de la difusión de las moléculas de agua, sino que existe un efecto del tiempo de relajación en T2 que se superpone a la difusión. Para disminuir este efecto y cuantificar la difusión de las moléculas de agua se crea mediante un software, un mapa ADC (coeficiente de difusión aparente), que permite determinar la magnitud de la difusión. Destacando su **amplia accesibilidad**, este se obtiene tras un cálculo matemático que relaciona los datos de las imágenes obtenidas con un gradiente 0 s/mm^2 y de aquellas con valores b mayores (generalmente 50, 500 o 1000 s/mm^2), siendo necesario para la adquisición de este mapa de ADC al menos dos valores b.

Valoración cuantitativa:

El software calcula automáticamente los valores ADC y luego los muestra como un mapa paramétrico que refleja el grado de difusión de las moléculas de agua a través de diferentes tejidos. Luego, mediante el uso de una estación de trabajo dedicada, las mediciones de ADC se registran para una región determinada, dibujando regiones de interés (ROI) en dicho mapa.

La unidad de medida del ADC se expresa en unidades de mm^2 / s . No hay unanimidad con respecto a los límites del rango de difusión normal, pero los valores de ADC inferiores a $1,0$ a $1,1 \times 10^{-3} \text{ mm}^2 / \text{s}$ (o $1000-1100 \times 10^{-6} \text{ mm}^2 / \text{s}$) generalmente se reconocen en adultos como indicadores de restricción (9).

El mapa del ADC provee un contraste basado únicamente en las diferencias de la difusión del agua en los tejidos, sin contaminación por la relación T2, así, cuando existe una verdadera restricción a la difusión lo veremos hiperintenso en esta secuencia e hipointenso en el mapa ADC; en aquellos casos de efecto T2, aparecerá hiperintenso en difusión y también en el mapa ADC (no existe restricción al movimiento). De aquí se deriva la gran importancia de esta herramienta en casos por ejemplo como el infarto subagudo o los quistes simples, que emitirán una alta señal en la secuencia de difusión por efecto T2 (3).

Se ha visto que en los tumores cerebrales existe mayor restricción a la difusión en aquellos que presentan mayor celularidad. Los tumores cerebrales de alto grado, habitualmente, se caracterizan por mayor celularidad y mayor área nuclear que los tumores de bajo grado. Se ha descrito en diversos artículos la relación inversa entre el ADC y el grado tumoral, así como entre los diferentes tipos histológicos.

La DWI es una secuencia que ha sido incluida en casi la totalidad de protocolos de RM en los servicios de neurorradiología a nivel internacional dado su bajo tiempo de adquisición, relativamente fácil interpretación y excelentes aportes.

Clasificación tumoral

Cabe aclarar que en el presente estudio solo se tomó en cuenta el diagnóstico histopatológico al no contar con inmunohistoquímica o técnicas moleculares.

La clasificación de los tumores del SNC ha cambiado sustancialmente en la quinta edición de 2021. Un cambio muy visible es la sustitución de los números romanos (es decir, I, II, III y IV) por números arábigos (es decir, 1, 2, 3 y 4). Este cambio armoniza parcialmente la nomenclatura de clasificación de tumores del SNC con la utilizada para otros tipos de tumores y, en teoría, reduce el riesgo de error al leer o transcribir los grados de tumores.

La quinta edición de la clasificación de tumores de la OMS, de 2021, continúa ampliando el papel de las características moleculares en el diagnóstico de tumores, con un número mucho mayor de tipos de tumores definidos por características moleculares. Aunque los métodos moleculares se utilizan con más frecuencia ahora que en el pasado, no han desplazado a las técnicas tradicionales como el análisis histológico y la inmunohistoquímica, y muchos tipos de tumores se clasifican adecuadamente con estas herramientas, siendo las pruebas moleculares de apoyo aunque no necesarias para el diagnóstico de tumores. Las características histológicas y moleculares se integran en el marco de un diagnóstico en capas. Este concepto, introducido en la edición de 2016 y continuado en la quinta edición de 2021, es donde los tumores se caracterizan basándose tanto en características histopatológicas convencionales como en

marcadores moleculares, y el diagnóstico final representa una síntesis de datos. Un ejemplo de los cambios realizados se basa en el glioblastoma, por ejemplo, antes de 2021, el diagnóstico de GMB, IDH de tipo salvaje, requería características histológicas de necrosis y/o proliferación microvascular. En la quinta edición, los tumores astrocíticos difusos IDH de tipo salvaje que albergan ciertas características moleculares se diagnostican como glioblastoma IDH de tipo salvaje, incluso sin ninguno de estos hallazgos histológicos. El término glioblastoma ya no se aplica a los tumores con mutaciones IDH; Los glioblastomas con mutación IDH anteriores, ahora se denominan astrocitoma con mutación IDH, grado 4 de la Organización Mundial de la Salud del SNC. (12)

Estirpe glial

Los gliomas, representan alrededor del 28 % de todos los tumores cerebrales. Glioma es un término no específico que indica que el tumor se origina a partir de células gliales como astrocitos, oligodendrocitos y células ependimarias. Por ejemplo se agrupan principalmente como astrocitoma u oligodendroglioma, según el tipo de célula glial que tienen de origen.

En base a las características histopatológicas del tumor y con creciente importancia relacionada con las alteraciones genéticas, la Organización Mundial de la Salud (OMS) subdivide los gliomas desde el grado más bajo, (1), hasta el grado más alto (4).

Mientras que los gliomas de grado 1 y 2 de la OMS, que suelen presentar una biología tumoral más bien benigna se clasifican como gliomas de bajo grado, entidades

de las categorías 3 y 4 de la OMS, que presentan un comportamiento tumoral más agresivo se clasifican como gliomas de alto grado.

Con alrededor del 14,6 por ciento de todos los tumores cerebrales, el glioblastoma, (GBM) representa la entidad más frecuente, seguida del astrocitoma grado 2 (1,8 %), luego astrocitoma de grado 3 (1,7 %) y luego el astrocitoma grado 1. (10)

Poder establecer el grado tumoral en lesiones del SNC, sobre todo de las lesiones de estirpe glial, es un paso fundamental previo a la toma de decisiones terapéuticas y para considerar el pronóstico. Si bien múltiples reportes establecen la utilidad de la DWI y mapa de ADC en el estudio de la celularidad de los gliomas y por ende del estudio del grado tumoral, se ha visto una importante superposición de valores en lesiones de diferente grado, por lo que se sugiere considerar los valores en difusión en conjunto con las imágenes convencionales. Esta superposición de valores de ADC, e incluso la aparición de valores muy diferentes en el seno de la misma lesión, se plantea que esté vinculado a la gran heterogeneidad lesional de los gliomas, con sectores de distinta constitución celular, sobre todo en lesiones de alto grado.

La medición del ADC de los mismos debe ser implementada en diagnósticos prequirúrgicos estándar para mejorar la precisión del diagnóstico así como para ayudar a detectar posibles puntos calientes de mayor proliferación dentro del tumor para biopsia dirigida. (10)

La medición media de ADC podría ser una forma rápida y práctica para evaluar la difusividad del glioma (4).

Los valores de ADC pueden servir para monitorizar la respuesta a tratamiento de estos tumores evaluando los valores de ADC en aquellos que respondan a tratamiento debido a muerte celular o aquellos que progresen.

La DWI es una herramienta excelente en pacientes con linfoma primario del SNC, lesión que se presenta habitualmente con intenso realce, restricción en difusión y valores bajos en el mapa de ADC (5).

Otras aplicaciones:

La principal aplicación clínica de la DWI convencional y del ADC en el SNC es la detección y caracterización de patología isquémica. El grado de restricción de la difusión permite establecer con una gran precisión el tiempo de evolución de los infartos isquémicos pudiendo incluso detectar los mismos antes de que aparezcan cambios en las secuencias morfológicas convencionales, así como también generando un tratamiento precoz de estos pacientes, modificando de manera significativa su pronóstico.

Además, la DWI permite detectar lesiones en localizaciones atípicas en las que secuencias morfológicas como el FLAIR o incluso T2 pueden no tener la resolución deseada como es el caso de lesiones corticales o en tronco encefálico.

Otra de las utilidades de los estudios convencionales de DWI es la valoración de patología infecciosa intracraneal, como es el caso de los abscesos en los que la difusión permite realizar con relativa facilidad el diagnóstico diferencial con otro tipo de lesiones necróticas con realce periférico como por ejemplo las metástasis. En el caso de los abscesos, el alto contenido proteináceo en su interior junto con la presencia de detritus, restos celulares, y de microorganismos condiciona una muy importante restricción de la difusión. La normalización e incremento de los valores ADC puede ayudar a monitorizar el tratamiento en estos pacientes (7).

La DWI también aporta datos en la valoración del parénquima encefálico luego de los procedimientos de resección quirúrgica. Luego de la resección tumoral puede identificarse trauma quirúrgico directo del parénquima vecino al tumor, injuria vascular asociada, o identificar recidiva de la enfermedad.

Otros usos son diferenciación de un quiste epidermoide de un quiste aracnoideo, diferenciación de la encefalitis por herpes de los gliomas temporales difusos, evaluación de la extensión de la lesión axonal difusa, evaluación de la desmielinización activa, diferenciación entre colesteatoma y otitis media. (8)

Artículos/trabajos científicos acerca de valores obtenidos de ADC en relación al grado de malignidad tumoral cerebral.

1-

	IDH-mut Astrocytic Gliomas	1p/19q-Codel Oligodendroglioma	IDH-wt Astrocytic Gliomas
B ₀ /500ADC	1.59 ± 0.26	1.42 ± 0.27	1.19 ± 0.2
B ₀ /1000ADC	1.5 ± 0.27	1.32 ± 0.23	1.09 ± 0.19
B ₀ /1500ADC	1.4 ± 0.26	1.21 ± 0.19	1.00 ± 0.18
B ₀ /2000ADC	1.29 ± 0.24	1.11 ± 0.15	0.92 ± 0.16
B ₀ /2500ADC	1.18 ± 0.22	1.01 ± 0.12	0.84 ± 0.14

B0-avADC valores de los tres subgrupos de gliomas (mm²/s). Nuessle, N.C.; Behling, F.; Tabatabai, G.; Castaneda Vega, S.;Schittenhelm, J.; Ernemann, U.; Klose, U.; Hempel, J.-M. ADC-Based Stratification of Molecular Glioma Subtypes Using High b-Value Diffusion-Weighted Imaging. J. Clin. Med. 2021. (11)

2-

Kono K, Inoue Y, Nakayama K, Shakudo M, Morino M, Ohata K, Wakasa K, Yamada R. The role of diffusion-weighted imaging in patients with brain tumors. AJNR Am J Neuroradiol. 2001 Jun-Jul;22(6):1081-8. PMID: 11415902; PMCID: PMC7974804.(13)

Se abarcaron 56 pacientes. Los valores de ADC de los astrocitomas de bajo grado (grado II) fueron significativamente mayores que los de otros tumores. Entre los tumores astrocíticos, los ADC fueron mayores en los astrocitomas de grado 2 (1,14 +/- 0,18) que en los glioblastomas (0,82 +/- 0,13). Los valores de ADC se correlacionaron con la celularidad tumoral tanto para los tumores astrocíticos como para los meningiomas.

3-

Yamasaki F, Kurisu K, Satoh K, Arita K, Sugiyama K, Ohtaki M, Takaba J, Tominaga A, Hanaya R, Yoshioka H, Hama S, Ito Y, Kajiwara Y, Yahara K, Saito T, Thohar MA. Apparent diffusion coefficient of human brain tumors at MR imaging. Radiology. 2005 Jun;235(3):985-91. doi: 10.1148/radiol.2353031338. Epub 2005 Apr 15. PMID: 15833979. (14)

Abarcó 275 pacientes. Existió una correlación negativa significativa entre el ADC y los tumores astrocíticos de los grados 2 a 4 de la Organización Mundial de la Salud. El ADC de los tumores neuroepiteliales disembrionarios fue mayor que el de los tumores astrocíticos de grado 2 y otros tumores glioneuronales. El ADC de los linfomas malignos fue menor que el de los glioblastomas y los tumores metastásicos. El ADC de los tumores neuroectodérmicos primitivos (PNET) fue menor que el de los ependimomas. El ADC de los meningiomas fue menor que el de los schwannomas. El ADC de los craneofaringiomas fue mayor que el de los adenomas hipofisarios. El ADC de los tumores epidermoides fue menor que el de los cordomas. En los meningiomas, el ADC no fue indicativo de grado de malignidad ni de subtipo histológico.

4-

N. Domínguez-Pinilla, A. Martínez de Aragón, S. Diéguez Tapias, O. Toldos, J. Hinojosa Bernal, M. Rigal Andrés, L.I. González-Granado. "Evaluación de la utilidad del coeficiente de difusión aparente en resonancia magnética para la diferenciación del grado tumoral de los tumores cerebrales pediátricos". Vol. 31. Núm. 7. páginas 459-465 (Septiembre 2016)

Realizado en 2014 en España en 44 niños con una media de edad de 6 años, al comparar el valor ADC de los tumores de bajo grado y alto grado se observa que el ADC es mayor en los de bajo grado que en los de alto grado, siendo respectivamente $1,32 \pm 0,46$ y $0,9 \pm 0,29 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$. (2)

5-

Hayashida Y, Hirai T, Morishita S, Kitajima M, Murakami R, Korogi Y, Makino K, Nakamura H, Ikushima I, Yamura M, Kochi M, Kuratsu JI, Yamashita Y. Diffusion-weighted imaging of metastatic brain tumors: comparison with histologic type and tumor cellularity. AJNR Am J Neuroradiol. 2006 Aug;27(7):1419-25. PMID: 16908550; PMCID: PMC7977525. (15)

Se abarco 26 pacientes. El valor medio de ADC fue significativamente mayor en metástasis de adenocarcinomas bien diferenciados que en adenocarcinomas pobremente diferenciados y en lesiones distintas del adenocarcinoma. El valor de ADC mostró una correlación inversa significativa con la celularidad del tumor.

En todos ellos se evidencia el aumento del valor del ADC en tumores de menor grado de malignidad, y menor valor en los tumores con mayor grado de malignidad.

Hablando de nuestra experiencia, y coincidente con la bibliografía, nuestros resultados reflejan:

- Áreas de solapamiento marginales en los gráficos obtenidos entre los distintos tipos histológicos.
- Menor valor del ADC y ratio ADC en lesiones de alto grado de malignidad respecto a las lesiones de bajo grado.
- Menor valor de ADC y ratio ADC en los gliomas de alto grado respecto a los de bajo grado, identificándose aislados pacientes con glioblastomas con dichos valores no tan bajos debido a marcada heterogeneidad y necrosis.
- La mayoría de las lesiones metastásicas, excepto una de ellas (Ca neuroendocrino), dieron valores de ADC y ratio ADC mayores a los gliomas de alto grado.
- Se obtuvo valores muy bajos en linfoma cerebral primario.
- Se observó valores bajos de ADC y ratio ADC en meduloblastoma y carcinoma poco diferenciado de cerebelo.
- Los meningiomas presentaron en general valores más bajos de ADC que los schwannomas.

CONCLUSIÓN

Acorde a hipótesis planteada, en nuestra experiencia efectivamente existe una correlación inversa entre el grado de malignidad de los tumores evaluados, con los valores de ADC y ratio ADC. Por lo tanto, en general, cuanto mayor sea el grado de malignidad del tumor y cuanto más celular sea el tipo de tumor, menores serán dichos valores, por lo que la medición del ADC es una herramienta más, de gran utilidad para diferenciar el grado tumoral y planificación prequirúrgica/pretratamiento.

BIBLIOGRAFIA

- 1- Jorge Ahualli . “Aspectos generales de las secuencias de difusión de imagen en resonancia magnética”. Rev. argent. radiol. vol.74 no.3 Ciudad Autónoma de Buenos Aires jul./set. 2010).
- 2- N. Domínguez-Pinilla, A. Martínez de Aragón, S. Diéguez Tapias, O. Toldos, J. Hinojosa Bernal, M. Rigal Andrés, L.I. González-Granado. “Evaluación de la utilidad del coeficiente de difusión aparente en resonancia magnética para la diferenciación del grado tumoral de los tumores cerebrales pediátricos”. Vol. 31. Núm. 7. páginas 459-465 (Septiembre 2016)
- 3- Sonia Claret Loaiza, Víctor Federico Cáceres Filippon. “Principios básicos de RM: lo que todo radiólogo debe conocer para su práctica diaria”. pag 15-16
- 4- S. C. Thust & S. Hassanein & S. Bisdas & J. H. Rees & H. Hyare & J. A. Maynard & S. Brandner & C. Tur & H. R. Jäger & T. A. Yousry¹ & L. Mancini.” Apparent diffusion coefficient for molecular subtyping of non-gadolinium-enhancing WHO grade II/III glioma: volumetric segmentation versus two-dimensional region of interest analysis”. October 2017
- 5- Nicolás Sgarbi , Osmar Telis. “Aportes de nuevas técnicas de RM en el estudio de los tumores del sistema nervioso central: Experiencia en el Hospital Universitario. Departamento Clínico de Radiología, Hospital de Clínicas, Facultad de Medicina, Universidad de la República, Uruguay”
- 6- Yueh-Ting Tsai , Kuo-Chuan Hung , Yun-Ju Shih , Sher-Wei Lim, Cheng-Chun Yang, Yu-Ting Kuo, Jeon-Hor Chen and Ching-Chung Ko. “Preoperative Apparent Diffusion Coefficient Values for Differentiation between Low and High Grade Meningiomas: An Updated Systematic Review and Meta-Analysis”. March 2022

7- Teodoro Martín Noguero, Jose Pablo Martínez Barbero. "RM-Difusión avanzada y biomarcadores en el sistema nervioso central, un nuevo enfoque. Bases físicas y relevancia clínica". SERAM

8- Bashir U, Yap J, Rasuli B, et al. "Diffusion-weighted imaging". Reference article, Radiopaedia.org. Jul 2023

9- Niknejad M, Bell D, Baba Y, et al. "Apparent diffusion coefficient". Reference article, Radiopaedia.org . Jul 2023

10- Georg Gühr, Diana Horvath-Rizea 1, Patricia Kohlhof-Meinecke 2, Oliver Ganslandt 3, Hans Henkes, Wolfgang Härtig, Aneta Donitza, Martin Skalej and Stefan Schob. " Diffusion Weighted Imaging in Gliomas: A Histogram-Based Approach for Tumor Characterization". Jul 2022

11- Nils C. Nuessle, Felix Behling, Ghazaleh Tabatabai , Salvador Castaneda Vega , Jens Schittenhelm, Ulrike Ernemann, Uwe Klose and Johann-Martin Hempel ADC-Based Stratification of Molecular Glioma Subtypes Using High b-Value Diffusion-Weighted Imaging. August 2021

12- Derek R. Johnson , Caterina Giannini , Rachael A. Vaubel , Jonathan M. Morris , Laurence J. Eckel , Timothy J. Kaufmann y Julie B. Guerin. Radiología 2022 304 : 3 , 494-508. RSNA. Guía del radiólogo para la clasificación de tumores del sistema nervioso central de la OMS de 2021: Parte I: conceptos clave y el espectro de los gliomas difusos- Julio 2022

13- Kono K, Inoue Y, Nakayama K, Shakudo M, Morino M, Ohata K, Wakasa K, Yamada R. The role of diffusion-weighted imaging in patients with brain tumors. AJNR Am J Neuroradiol. 2001 Jun-Jul;22(6):1081-8. PMID: 11415902; PMCID: PMC7974804

14- Yamasaki F, Kurisu K, Satoh K, Arita K, Sugiyama K, Ohtaki M, Takaba J, Tominaga A, Hanaya R, Yoshioka H, Hama S, Ito Y, Kajiwara Y, Yahara K, Saito T, Thohar MA. Apparent diffusion coefficient of human brain tumors at MR imaging. *Radiology*. 2005 Jun;235(3):985-91. doi: 10.1148/radiol.2353031338. Epub 2005 Apr 15. PMID: 15833979.

15- Hayashida Y, Hirai T, Morishita S, Kitajima M, Murakami R, Korogi Y, Makino K, Nakamura H, Ikushima I, Yamura M, Kochi M, Kuratsu JI, Yamashita Y. Diffusion-weighted imaging of metastatic brain tumors: comparison with histologic type and tumor cellularity. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2006 Aug;27(7):1419-25. PMID: 16908550; PMCID: PMC7977525

INDICE

Introducción.....	Pag 1
Objetivos.....	Pag 2
Hipótesis.....	Pag 2
Materiales y métodos.....	Pag 3
Resultados.....	Pag 5
Discusión.....	Pag 22
Conclusión.....	Pag 35
Bibliografía.....	Pag 36