

GIÁ TRỊ CỦA CỘNG HƯỞNG TỪ KHUẾCH TÁN TRONG CHẨN ĐOÁN PHÂN BIỆT U MÔ MỀM CƠ XƯƠNG KHỚP LÀNH TÍNH VÀ ÁC TÍNH

Hoàng Đức Tiến¹, Huỳnh Quang Huy², Nguyễn Việt Dũng³, Nguyễn Tín Trung¹, Nguyễn Anh Huy¹, Lê Ngọc Phương Anh⁴

¹Khoa Chẩn đoán hình ảnh, Bệnh viện Ung Bướu, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

²Bộ môn Chẩn đoán hình ảnh, Trường Đại học Y khoa Phạm Ngọc Thạch, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

³Khoa Ngoại đầu cổ - tai mũi họng, Bệnh viện Ung Bướu, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

⁴Khoa Chẩn đoán hình ảnh, Bệnh viện Hùng Vương, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

TÓM TẮT

Mục tiêu: Đánh giá giá trị của cộng hưởng từ khuếch tán trong chẩn đoán phân biệt u mô mềm vùng cơ xương khớp lành và ác tính, với bản chất u là mô sợi, mô thần kinh và mô cơ.

Đối tượng, phương pháp: Nghiên cứu mô tả cắt ngang trên 67 bệnh nhân có u mô mềm, có kết quả giải phẫu bệnh phù hợp, được chụp cộng hưởng từ tại bệnh viện Ung Bướu TP.HCM từ tháng 01/2022 - 06/2024. Đo đặc các giá trị hệ số khuếch tán (ADC) của thành phần đặc trong tổn thương bằng hình DWI/ADC với giá trị $b = 0$ và $b = 1000$.

Kết quả: Nghiên cứu gồm 67 bệnh nhân (33 nam và 34 nữ), trong đó có 34 tổn thương lành tính và 33 tổn thương ác tính. Giá trị ADC trung bình dựa vào ROI thành phần đặc trong tổn thương ở nhóm u mô mềm ác tính thấp hơn có ý nghĩa thống kê so với nhóm u mô mềm lành tính, với $p < 0,0001$. Dựa trên đường cong ROC và tính toán chỉ số Youden lớn nhất, điểm cắt $1,112 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ cho giá trị tối ưu trong chẩn đoán, với $\text{ADC} < 1,112 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ chẩn đoán u ác tính có độ nhạy 85,29%, độ đặc hiệu 90,91%, giá trị tiên đoán dương 83,33%, giá trị tiên đoán âm 93,55%, độ chính xác 88,06%.

Kết luận: Cộng hưởng từ khuếch tán với giá trị ADC trung bình dựa vào ROI thành phần đặc trong tổn thương có giá trị trong chẩn đoán phân biệt u mô mềm lành tính và ác tính.

Từ khóa: U mô mềm cơ xương khớp, cộng hưởng từ khuếch tán, chẩn đoán phân biệt.

ABSTRACT

THE VALUE OF DIFFUSION - WEIGHTED MAGNETIC RESONANCE IMAGING IN DIFFERENTIATING BENIGN AND MALIGNANT SOFT TISSUE TUMORS IN THE MUSCULOSKELETAL REGION

Hoàng Đức Tiến¹, Huỳnh Quang Huy², Nguyễn Việt Dũng³, Nguyễn Tín Trung¹, Nguyễn Anh Huy¹, Lê Ngọc Phương Anh⁴

Background: Acute Objective: To evaluate the value of diffusion-weighted magnetic resonance imaging in differentiating between benign and malignant soft tissue tumors in the musculoskeletal region, focusing on tumors of fibrous, neural, and muscular tissue.

Methods: A cross-sectional descriptive study was conducted involving 67 patients with soft tissue tumors who had corresponding pathological anatomy results. These patients underwent diffusion - weighted magnetic resonance imaging at the Ho Chi Minh City Oncology Hospital from January 2022 to June 2024. The apparent diffusion coefficient (ADC) values of the solid components in the lesions were measured using DWI/ADC at b values of 0 and 1000.

Ngày nhận bài: 12/10/2024. Ngày chỉnh sửa: 29/11/2024. Chấp thuận đăng: 12/12/2024

Tác giả liên hệ: Huỳnh Quang Huy. Email: drhuycdhabachmai@gmail.com. ĐT: +84982108108

Giá trị của cộng hưởng từ khuếch tán trong chẩn đoán phân biệt u mô mềm...

Results: The study included 67 patients (33 males and 34 females), with 34 benign lesions and 33 malignant lesions. The average ADC value based on the region of interest (ROI) in the solid component of malignant soft tissue tumors was statistically significantly lower than that of benign soft tissue tumors, with $p < 0.0001$. Based on the ROC curve and the calculation of the maximum Youden index, the optimal cutoff point was determined to be $1.112 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ for diagnosis, with an $\text{ADC} < 1.112 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ indicating malignancy with a sensitivity of 85.29%, specificity of 90.91%, positive predictive value of 83.33%, negative predictive value of 93.55%, and overall accuracy of 88.06%.

Conclusion: Diffusion-weighted magnetic resonance imaging with average ADC values based on the ROI in the solid components of lesions is valuable for differentiating between benign and malignant soft tissue tumors.

Keyword: Musculoskeletal soft tissue tumours, diffusion magnetic resonance imaging, differential diagnosis.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Các khối u mô mềm (UMM) là một nhóm các tổn thương đa dạng phát sinh từ mô ngoài xương không phải biểu mô, bao gồm cơ xương, mô sợi (dây chằng, cân mạc), mô mỡ, hệ mạch máu và mạch bạch huyết, hệ thần kinh ngoại biên. U mô mềm lành tính phổ biến hơn nhiều lần so với khối u ác tính, với tỷ lệ mắc bệnh lâm sàng hàng năm được báo cáo là 300 trên 100.000 [1]. Sarcôm mô mềm tương đối hiếm chỉ chiếm khoảng 1% các ca ung thư [2, 3]. Đối với khối u lành tính chỉ cần theo dõi và đôi khi phẫu thuật, khối u ác tính cần phẫu thuật và các phương pháp điều trị khác phối hợp như xạ trị, hóa trị và liệu pháp trúng đích. Việc phát hiện sarcôm mô mềm chậm ảnh hưởng tiêu cực đến kết quả điều trị và tiên lượng sống của bệnh nhân [4] vì vậy việc chẩn đoán khối u là lành tính hay ác tính vô cùng quan trọng. Trong số này, cộng hưởng từ (CHT) được coi là phương pháp được lựa chọn để đánh giá u mô mềm [5]. Cộng hưởng từ khuếch tán là kỹ thuật không xâm lấn, với thông số định lượng ADC, biểu thị khả năng dịch chuyển của nước trong vùng tổn thương. Nhìn chung những tổn thương ác tính có mật độ tế bào cao hơn tổn thương lành tính, gây hạn chế sự dịch chuyển của các phân tử nước, dẫn đến giá trị ADC thấp, từ đó ADC có thể được dùng để phân biệt tổn thương lành tính và ác tính [6].

Ở Việt Nam, các nghiên cứu về hình ảnh cộng hưởng từ, đặc biệt là giá trị của chuỗi xung khuếch tán trong phân biệt u mô mềm lành tính và ác tính chưa có nhiều. Trên thế giới đã có nhiều nghiên cứu về giá trị của chuỗi xung khuếch tán trong phân biệt u mô mềm lành tính và ác tính [7-13]. Tuy nhiên, kết quả của những nghiên cứu này không hoàn toàn thống nhất. Vì vậy chúng tôi thực hiện nghiên cứu này nhằm xác định giá trị của cộng hưởng từ

khuếch tán trong chẩn đoán phân biệt u mô mềm vùng cơ xương khớp lành tính và ác tính, với bản chất u là mô sợi, thần kinh và mô cơ.

II. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Nghiên cứu trên 67 bệnh nhân được chẩn đoán và điều trị UMM cơ xương khớp (chủ yếu ở thân và chi) tại Bệnh viện Ung Bướu TP HCM từ 01/2022 - 10/2024.

Với các tiêu chuẩn chọn mẫu: Bệnh nhân được chẩn đoán UMM cơ xương khớp và được chụp CHT có tiêm thuốc tương phản trước phẫu thuật đúng quy trình CHT UMM tại bệnh viện Ung Bướu TP HCM, có kết quả GPB là UMM với bản chất u là mô sợi, thần kinh và mô cơ (Phẫu thuật hoặc sinh thiết). Vùng ROI trong khoảng 0,09 - 0,35 cm² để tránh sai số [13].

Tiêu chuẩn loại trừ: Bệnh nhân đã có điều trị hóa trị / xạ trị trước đó, hình ảnh CHT không được lưu trữ đầy đủ trên hệ thống PACS của bệnh viện Ung Bướu TP HCM và có nhiều xảo ảnh gây hạn chế khảo sát.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Thiết kế nghiên cứu mô tả cắt ngang.

Phương pháp thực hiện: Hình ảnh được thu thập khi sử dụng Máy cộng hưởng từ 3 tesla (SIGNA Pioneer, GE Healthcare) và cuộn thu tín hiệu GEM AA với chuỗi xung CHT khuếch tán và hình ảnh được lưu trữ trên hệ thống PACS tại bệnh viện Ung Bướu. Hình cắt ngang DWI: TR = 8000 ms, TE = 68ms, độ dày lát cắt: 4mm, FOV 260 và ma trận ảnh: 192 x 192. Hình DWI thu được ở các giá trị b = 0, 1000 giây/mm² bằng chuỗi xung EPI. Hình bản đồ ADC được tính toán theo phần mềm của máy và hiển thị đồng thời sau khi nhận các hình DWI.

Giá trị của cộng hưởng từ khuếch tán trong chẩn đoán phân biệt u mô mềm...

Giá trị ADC được định lượng tại vị trí mô đặc. Các vùng mô đặc là cấu trúc tăng tín hiệu sau tiêm thuốc tương phản, được xác định bằng các hình ảnh CHT thông thường.

ROI được đặt có chọn lọc trong các vùng mô đặc tại 3 vị trí, sử dụng ROI hình tròn hoặc bầu dục với diện tích ROI lớn nhất có thể sao cho bờ ngoài của ROI nằm hoàn toàn trong phần mô đặc tương ứng với vị trí có tín hiệu thấp nhất trên bản đồ ADC, cao nhất trên DWI b1000, loại bỏ những vùng hoại tử, xuất huyết, mỡ, nang [13].

Sau đó, giá trị ADC tối thiểu được xác định là trung bình cộng của các giá trị ADC thấp nhất đo được.

Số liệu được xử lý, phân tích bằng phần mềm thống kê Stata 18. Các biến định lượng ADC trong nhóm UMM lành tính và ác tính phân phối không chuẩn nên được biểu diễn dưới dạng khoảng tứ phân vị. So sánh hai số trung vị ADC trong nhóm UMM lành tính và ác tính theo phép kiểm phi tham số Mann - Whiney (vì phân phối không chuẩn). Các phép kiểm được xem là có ý nghĩa thống kê khi giá trị $p < 0,05$. Phân tích đường cong ROC và tìm chỉ số Youden lớn nhất cho biến số định lượng để xác định điểm cắt giá trị ADC để chẩn đoán phân biệt UMM lành tính và ác tính với các độ nhạy, độ đặc hiệu, giá trị tiên đoán dương, giá trị tiên đoán âm, độ chính xác tương ứng với các điểm cắt.

III. KẾT QUẢ

3.1. Đặc điểm giải phẫu bệnh

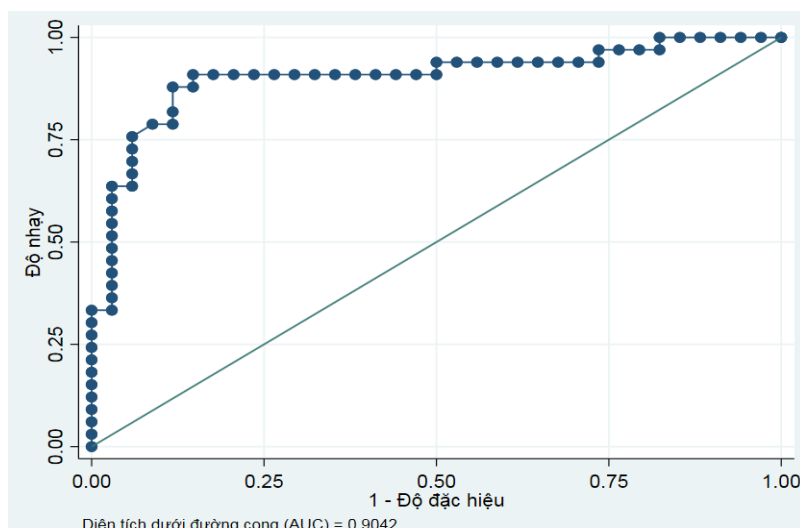
Nghiên cứu của chúng tôi có 67 trường hợp UMM thỏa tiêu chuẩn chọn mẫu. Trong đó, số lượng BN UMM lành tính và ác tính gần tương đương nhau với tỉ lệ lần lượt là 50,75% (34/67) và 49,25% (33/67). Trong đó, u có nguồn gốc sợi thường gặp nhất trong nghiên cứu của chúng tôi với tỉ lệ cao lên đến 68,66% (46/67 trường hợp). Kế đến là u có nguồn gốc thần kinh với tỉ lệ 23,88% (16/67 trường hợp), hiếm gặp nhất là u có nguồn gốc mô cơ với chỉ 5/67 trường hợp (tỉ lệ 7,46%). Các loại mô học UMM lành tính thường gặp nhất là: bệnh sợi, và u vỏ bao thần kinh. Trong khi đó, sarcôm sợi, sarcôm sợi - nhầy, sarcôm sợi bì lõi và U vỏ bao thần kinh ác tính thường gặp nhất trong nhóm UMM ác tính.

3.2. Giá trị ADC

Trong nhóm nghiên cứu, giá trị ADC vùng mô đặc bắt thuốc ở nhóm UMM lành tính có giá trị cao với trung vị là $1,399 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$, khoảng tứ phân vị dưới $1,216 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$, tứ phân vị trên $1,711 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$. Ngược lại trong nhóm UMM ác tính, giá trị ADC vùng mô đặc bắt thuốc thấp hơn với trung vị $0,884 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$, tứ phân vị dưới $0,749 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$, tứ phân vị trên $0,991 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ (Bảng 1). Giá trị ADC vùng mô đặc bắt thuốc ở nhóm UMM lành tính cao hơn so với nhóm UMM ác tính, sự khác biệt có ý nghĩa thống kê với $p = 0,0001$. Mối liên quan giữa giá trị ADC với khả năng ác tính được hiển thị bởi biểu đồ đường cong ROC, với $\text{AUC} = 0,9042$ (Biểu đồ 1).

Bảng 1: Giá trị trung bình ADC phần mô đặc bắt thuốc UMM lành tính và ác tính

Giá trị ADC	U lành tính ($\times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$)	U ác tính ($\times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$)	Giá trị p
Nhỏ nhất	0,802	0,593	Mann-Whitney U test: $p = 0,0001$
Tứ phân vị dưới	1,216	0,749	
Trung vị	1,399	0,884	
Tứ phân vị trên	1,711	0,991	
Lớn nhất	2,578	1,826	



Biểu đồ 1: Diện tích đường cong ROC

Dựa trên đường cong ROC và tính toán chỉ số Youden lớn nhất, điểm cắt $1,112 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ cho giá trị tối ưu trong chẩn đoán, với $\text{ADC} < 1,112 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ chẩn đoán u ác tính có độ nhạy 85,29%, độ đặc hiệu 90,91%, giá trị tiên đoán dương 83,33%, giá trị tiên đoán âm 93,55%, độ chính xác 88,06% (Bảng 2). Sau khi phân tích hồi quy logistic đơn biến ADC, với mỗi giá trị ADC giảm $0,1 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ sẽ tăng odds UMM ác tính lên gấp 1,75 lần.

Bảng 2: Giá trị chẩn đoán của ADC với các điểm cắt khác nhau

Điểm cắt	Độ nhạy (%)	Độ đặc hiệu (%)	Giá trị tiên đoán dương (%)	Giá trị tiên đoán âm (%)	Độ chính xác (%)
1,001	94,12	75,76	95,59	80,00	85,07
1,112	85,29	90,91	83,33	93,55	88,06
1,504	35,29	93,94	56,36	85,71	64,18

III. BÀN LUẬN

Kỹ thuật đặt ROI khác nhau có thể dẫn đến sự khác biệt về giá trị ADC giữa các nghiên cứu. Trong nghiên cứu của Einarsdóttir [7] khi chọn ROI vào lát cắt có đường kính u lớn nhất và ít xáo ảnh nhất, lấy lớn nhất có thể và lấy giá trị ADC trung bình. Tác giả ghi nhận giá trị ADC trung bình trong nhóm UMM lành tính và ác tính lần lượt là $1,8 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ và $1,7 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$, không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa 2 nhóm UMM lành tính và ác tính. Trong nghiên cứu của Ji Young Jeon [14] tác giả đặt ROI tại vùng mô đặc bất thuốc và toàn bộ khối u trên lát cắt axial mà đường kính u lớn nhất. Có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa cả 2 nhóm UMM lành và ác tính trong cả 2 cách ROI. Có sự khác biệt trong kết quả ADC khi đặt ROI toàn bộ tổn thương của tác giả Einarisdóttir và Ji Young Jeon, điều này có thể giải thích do thành phần của UMM rất không đồng nhất và là cạm bẫy trong diễn giải kết quả ADC.

Trong khi đó, một số tác giả ủng hộ việc xem xét các khối u nhầy và không phải u nhầy một cách riêng biệt, bởi vì một chất nền nhầy sẽ tạo ra các giá trị ADC cao hơn. Nghiên cứu của Nagata [8] và Ji Hyun Lee [15] ghi nhận có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa nhóm UMM lành tính và ác tính khi xét riêng trong nhóm không có chất nhầy, tuy nhiên trong nhóm có chứa chất nhầy không ghi nhận có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa 2 nhóm. Tuy nhiên khi tính chung 2 nhóm có nhầy và không có nhầy trong nghiên cứu của Ji Hyun Lee [15] vẫn cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa 2 nhóm UMM lành tính và ác tính với giá trị ADC lần lượt $1,62 \pm 0,50 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ và $1,13 \pm 0,47 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ ($p < 0,001$).

Giá trị của cộng hưởng từ khuếch tán trong chẩn đoán phân biệt u mô mềm...

Trong nghiên cứu của So-Yeon Lee [12] khảo sát giá trị ADC trung bình khi sử dụng b 0, 1400 ghi nhận ở nhóm UMM lành tính và ác tính lần lượt là $1,35 \pm 0,46 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ và $0,94 \pm 0,44 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, và khi sử dụng nhiều giá trị b 0, 300, 800, 1400 ghi nhận ở nhóm UMM lành tính và ác tính lần lượt là $1,31 \pm 0,44 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ và $0,94 \pm 0,44 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$. Trong nghiên cứu của tác giả Young Jin Choi [13] khảo sát giá trị ADC với nhiều giá trị b 0, 50, 500, 800, 1400 ghi nhận ADC ở nhóm UMM lành tính và ác tính lần lượt là $1,44 \pm 0,46 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ và $0,90 \pm 0,40 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$. Trong một nghiên cứu khác của tác giả Marwa Romeih [16] với 3 mức giá trị b 0, 400, 800 cũng ghi nhận ADC ở nhóm UMM lành tính và ác tính lần lượt là $1,43 \pm 0,56 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ và $0,74 \pm 0,18 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$. Như vậy, giá trị ADC trong nghiên cứu của chúng tôi có kết quả khá đồng nhất với nhiều nghiên cứu trên thế giới mặc dù có sự khác biệt lớn trong số giá trị b và nhiều mức giá trị b khác nhau được sử dụng, trong đó giá trị ADC trung bình vùng mô đặc bất thường trong nhóm UMM ác tính có giá trị thấp hơn đáng kể so với UMM lành tính.

Bảng 3: Giá trị điểm cắt ADC phân mô đặc trong các nghiên cứu

	Điểm cắt ADC ($\times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$)	Độ nhảy (%)	Độ đặc hiệu (%)	Giá trị tiên đoán dương (%)	Giá trị tiên đoán âm (%)	Diện tích dưới đường cong (AUC)
Chúng tôi	1,112	94,12	75,76	95,59	80,00	0,9042
So-Yeon Lee (2016)	1,10	68	66			0,737
Ji Young Jeon (2016)	1,09	76	74,3			0,794
Marwa Romeih (2018)	1,10	85,7	72,7	80	80	0,829
Young Jin Choi (2019)	1,18	86,11	77,05			0,807

Giá trị điểm cắt của chúng tôi rất tương đồng so với các nghiên cứu của các tác giả ngoài nước, với giá trị điểm cắt tối ưu $1,112 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ trong phân biệt UMM lành tính và ác tính. Với giá trị điểm cắt này, độ nhạy, độ đặc hiệu, giá trị tiên đoán dương, giá trị tiên đoán âm, diện tích dưới đường cong (AUC) trong nghiên cứu của chúng tôi cao hơn so với các nghiên cứu của các tác giả ngoài nước.

Hạn chế của chúng tôi là cỡ mẫu còn khá nhỏ, và không có ý nghĩa đại diện cho các UMM. Mặc dù còn hạn chế nhưng nhìn chung, nghiên cứu của chúng tôi cho thấy ADC có giá trị trong việc chẩn đoán phân biệt UMM lành tính và ác tính.

IV. KẾT LUẬN

Cộng hưởng từ khuếch tán với giá trị ADC trung bình dựa vào ROI thành phần đặc trong tổn thương (loại bỏ những vùng hoại tử, xuất huyết, mỡ, nang) có giá trị trong chẩn đoán phân biệt UMM lành tính và ác tính.

Vấn đề y đức

Nhiều nghiên cứu trên thế giới đã được thực hiện về giá trị của DWI/ADC trong u mô mềm, và

cho thấy có ý nghĩa lâm sàng quan trọng. Do đó, chúng tôi tiến hành nghiên cứu này nhằm làm sáng tỏ thêm các khía cạnh liên quan. Nghiên cứu này được sự chấp thuận của Hội đồng y đức bệnh viện Ung Bướu Thành phố Hồ Chí Minh.

Xung đột lợi ích

Các tác giả khẳng định không có xung đột lợi ích đối với các nghiên cứu, tác giả và xuất bản bài báo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Goldblum JR WS, Folpe AL. Enzinger and Weiss's Soft Tissue Tumors E-Book. 2013; Elsevier Health Sciences.
2. Toro JR, Travis LB, Wu HJ, Zhu K, Fletcher CD, and Devesa SS. Incidence patterns of soft tissue sarcomas, regardless of primary site, in the surveillance, epidemiology and end results program, 1978-2001: An analysis of 26,758 cases. *Int J Cancer*. 2006; 119(12): 2922-30.
3. Kransdorf MJ. Benign soft-tissue tumors in a large referral population: distribution of specific diagnoses by age, sex, and location. *AJR Am J Roentgenol*. 1995; 164(2): 395-402.
4. Grimer RJ. Size matters for sarcomas! *Ann R Coll Surg Engl*. 2006; 88(6): 519-24.
5. Kransdorf MJ and Murphey MD. Radiologic evaluation of soft-tissue masses: a current perspective. *AJR Am J Roentgenol*. 2000; 175(3): 575-87.
6. Subhawong TK, Jacobs MA, and Fayad LM. Insights into quantitative diffusion-weighted MRI for musculoskeletal tumor imaging. *AJR Am J Roentgenol*. 2014; 203(3): 560-72.
7. Einarsdóttir H, Karlsson M, Wejde J, and Bauer HC. Diffusion-weighted MRI of soft tissue tumours. *Eur Radiol*. 2004; 14(6): 959-63.
8. Nagata S, Nishimura H, Uchida M, Sakoda J, Tonan T, Hiraoka K, et al. Diffusion-weighted imaging of soft tissue tumors: usefulness of the apparent diffusion coefficient for differential diagnosis. *Radiat Med*. 2008; 26(5): 287-95.
9. Razek A, Nada N, Ghaniem M, and Elkhamary S. Assessment of soft tissue tumours of the extremities with diffusion echoplanar MR imaging. *Radiol Med*. 2012; 117(1): 96-101.
10. Maeda M, Matsumine A, Kato H, Kusuzaki K, Maier SE, Uchida A, et al. Soft-tissue tumors evaluated by line-scan diffusion-weighted imaging: influence of myxoid matrix on the apparent diffusion coefficient. *J Magn Reson Imaging*. 2007; 25(6): 1199-204.
11. Marwa Romeih TR, Mohamed Khalaf, Kareem Sallam. The diagnostic value of diffusion-weighted magnetic resonance imaging in characterization of musculoskeletal soft tissue tumors. 2018.
12. Lee SY, Jee WH, Jung JY, Park MY, Kim SK, Jung CK, et al. Differentiation of malignant from benign soft tissue tumours: use of additive qualitative and quantitative diffusion-weighted MR imaging to standard MR imaging at 3.0 T. *Eur Radiol*. 2016; 26(3): 743-54.
13. Choi YJ, Lee IS, Song YS, Kim JI, Choi KU, and Song JW. Diagnostic performance of diffusion-weighted (DWI) and dynamic contrast-enhanced (DCE) MRI for the differentiation of benign from malignant soft-tissue tumors. *J Magn Reson Imaging*. 2019; 50(3): 798-809.
14. Jeon JY, Chung HW, Lee MH, Lee SH, and Shin MJ. Usefulness of diffusion-weighted MR imaging for differentiating between benign and malignant superficial soft tissue tumours and tumour-like lesions. *Br J Radiol*. 2016; 89(1060): 20150929.
15. Lee JH, Kim HS, Yoon YC, Seo SW, Cha MJ, Jin W, et al. Characterization of small, deeply located soft-tissue tumors: Conventional magnetic resonance imaging features and apparent diffusion coefficient for differentiation between non-malignancy and malignancy. *PLoS One*. 2020; 15(5): e0232622.
16. Marwa Romeih TR, Mohamed Khalaf, Kareem Sallam. The diagnostic value of diffusion-weighted magnetic resonance imaging in characterization of musculoskeletal soft tissue tumors. 2018; Volume 49, Issue 2: 400-407