

## HIỆU QUẢ CỦA LIỆU PHÁP SIÊU ÂM XUNG TRONG ĐIỀU TRỊ VIÊM CÂN GAN BÀN CHÂN MẠN TÍNH

*Nguyễn Phương Sinh<sup>1\*</sup>, Nguyễn Đăng Đức<sup>2</sup>, Lã Duy Anh<sup>1</sup>*

### Tóm tắt

**Mục tiêu:** Đánh giá hiệu quả của liệu pháp siêu âm xung trong điều trị viêm cân gan bàn chân mạn tính. **Phương pháp nghiên cứu:** Nghiên cứu can thiệp lâm sàng ngẫu nhiên có đối chứng, mù đôi được thực hiện trên 59 bệnh nhân (BN) được chẩn đoán viêm cân gan bàn chân mạn tính 1 bên. BN được chia thành 2 nhóm: Nhóm can thiệp với 30 BN được điều trị bằng siêu âm xung liều cao kết hợp với kéo giãn trong 4 tuần; nhóm chứng với 29 BN được điều trị bằng phương pháp kéo giãn trong 4 tuần. Điểm đau VAS (visual analog scale), độ dày cân gan bàn chân trên siêu âm và chỉ số chức năng bàn chân FFI (foot function index) được đánh giá lúc nhập viện và sau điều trị 4 tuần. Số liệu được phân tích và xử lý bằng các thuật toán thống kê và mức ý nghĩa thống kê đề xuất là 5%. **Kết quả:** Sau 4 tuần điều trị điểm đau VAS, độ dày cân gan bàn chân và FFI bên bệnh đều giảm đáng kể ở nhóm can thiệp so với nhóm chứng, có ý nghĩa thống kê với cùng giá trị  $p = 0,001$ . **Kết luận:** Liệu pháp siêu âm xung liều cao tiến hành trước khi thực hiện kéo giãn có tác dụng giảm đau nhanh và cải thiện chức năng bàn chân trong điều trị viêm cân gan bàn chân mạn tính.

**Từ khóa:** Liệu pháp siêu âm xung; Viêm cân gan bàn chân mạn tính; Kéo giãn cơ.

## EFFECTIVENESS OF PULSE ULTRASOUND THERAPY IN TREATING CHRONIC PLANTAR FASCIITIS

### Abstract

**Objectives:** To evaluate the effectiveness of pulsed ultrasound therapy in the treatment of chronic plantar fasciitis. **Methods:** A randomized, controlled, double-blind clinical interventional study was conducted on 59 patients diagnosed with unilateral

---

<sup>1</sup>Trường Đại học Y - Dược, Đại học Thái Nguyên

<sup>2</sup>Bệnh viện Bạch Mai

\*Tác giả liên hệ: Nguyễn Phương Sinh (sinhnp.y@gmail.com)

Ngày nhận bài: 12/12/2024

Ngày được chấp nhận đăng: 13/01/2025

<http://doi.org/10.56535/jmpm.v50i3.1152>

chronic plantar fasciitis. The patients were divided into 2 groups: The intervention group of 30 patients was given high dose pulsed ultrasound therapy combined with static stretching for 4 weeks; the control group of 29 patients was given with stretching method for 4 weeks. The VAS pain score, plantar fascia thickness on ultrasound, and foot function index (FFI) were assessed at admission and 4 weeks of treatment. Data were analyzed and processed using statistical algorithms, and the proposed statistical significance level was 5%. **Results:** After 4 weeks of treatment, the VAS pain score, plantar fascia thickness, and FFI on the affected side were significantly reduced in the intervention group compared to the control group, with statistical significance at the same p-value of 0.001. **Conclusion:** High-dose pulsed ultrasound therapy performed before stretching is effective in rapidly reducing pain and improving foot function in the treatment of chronic plantar fasciitis.

**Keywords:** Pulsed ultrasound therapy; Chronic plantar fasciitis; Stretching.

### ĐẶT VẤN ĐỀ

Viêm cân gan bàn chân là tình trạng thoái hóa làm cho cân gan bàn chân trở nên quá dày và gây đau buốt mỗi khi BN đi lại, đặc biệt nơi tiếp xúc với xương gót, ảnh hưởng đến chất lượng cuộc sống của khoảng 10% dân số trong suốt cuộc đời [1]. Đây là hậu quả của tình trạng gia tăng lực ép lên cân gan bàn chân lặp lại và kéo dài, do tác động của tình trạng bệnh lý này, 11 - 15% người bị mắc bệnh cần được chăm sóc y tế, tình trạng này có thể gây ảnh hưởng đến bất kỳ lứa tuổi nào [2]. Theo số liệu thống kê chưa đầy đủ, tỷ lệ mắc viêm cân gan bàn chân là 3,83 ca/1.000 BN/năm. 1/3 số người mắc có biểu hiện bệnh ở cả hai bên chân [3]. Viêm cân

gan bàn chân mạn tính là nguyên nhân phổ biến nhất gây đau gót chân mạn tính ở người lớn, ảnh hưởng đến cả BN trẻ năng động và những người lớn tuổi ít vận động và là kết quả của tình trạng quá tải mạn tính của cân gan bàn chân.

Các phương pháp điều trị bảo tồn viêm cân gan bàn chân mạn tính hiện nay thường được lựa chọn bao gồm dùng thuốc chống viêm nonsteroid; xâm lấn tối thiểu như tiêm corticosteroid, tiêm huyết tương giàu tiểu cầu; các phương pháp điều trị không xâm lấn như các bài tập kéo giãn; liệu pháp sóng xung kích, liệu pháp siêu âm. Phương pháp phẫu thuật được lựa chọn khi BN vẫn còn đau và hạn chế chức năng mặc dù đã được điều trị bảo

tồn kéo dài > 6 tháng [4]. Trong các phương pháp điều trị bảo tồn không xâm lấn, siêu âm trị liệu là một phương thức trị liệu, trong đó, năng lượng được truyền vào mô để tạo ra các tác dụng sinh học khác nhau. Trong những năm gần đây, có một vài nghiên cứu ghi nhận tác dụng tích cực của liệu pháp này trong điều trị viêm cân gan bàn chân mạn tính. Tuy nhiên, chưa có sự đồng thuận về các tham số điều trị của liệu pháp siêu âm đối với viêm cân gan bàn chân [5]. Do vậy, nghiên cứu này được thực hiện nhằm: *Cung cấp thêm bằng chứng về hiệu quả của liệu pháp siêu âm xung trong điều trị viêm cân gan bàn chân mạn tính.*

## ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 1. Đối tượng nghiên cứu

Gồm 60 BN được chẩn đoán viêm cân gan bàn chân mạn tính và được điều trị tại Khoa Phục hồi chức năng, Bệnh viện Trung ương Thái Nguyên từ tháng 7/2022 - 7/2024.

\* *Tiêu chuẩn chẩn đoán:* Chẩn đoán viêm cân gan bàn chân dựa vào triệu chứng lâm sàng đau gót chân và hạn chế chức năng bàn chân kết hợp với sự hiện diện của các vùng giảm âm và dày cân gan bàn chân (thường gặp ở vị trí dải

giữa/trung tâm gân) trên siêu âm > 4,0mm.

\* *Tiêu chuẩn lựa chọn:* BN từ 18 - 60 tuổi, bị viêm cân gan bàn chân mạn tính 1 bên, thời gian bị bệnh > 4 tuần; BN đồng ý tham gia nghiên cứu.

\* *Tiêu chuẩn loại trừ:* BN mắc bệnh lý thần kinh ngoại vi, u xương gót, gãy xương gót, hội chứng đường hầm cổ chân, tiểu đường, phụ nữ có thai; BN không tuân thủ điều trị.

### 2. Phương pháp nghiên cứu

\* *Thiết kế nghiên cứu:* Nghiên cứu can thiệp lâm sàng ngẫu nhiên có đối chứng, mù đôi.

\* *Cỡ mẫu:* Chọn chủ đích 60 BN đạt tiêu chuẩn nghiên cứu tại thời điểm nhập viện, chia ngẫu nhiên theo phương pháp ghép cặp làm 2 nhóm, mỗi nhóm 30 BN:

Nhóm chứng: Được hướng dẫn và giám sát tập kéo giãn cân gan bàn chân bởi kỹ thuật viên vật lý trị liệu, thực hiện duy trì lực kéo giãn 10 - 20 giây cho một lần và lặp lại 10 lần cho một lần tập; thực hiện tập kéo giãn 3 lần/ngày. Thời điểm tốt nhất để thực hiện động tác giãn cơ là trước khi bước chân đầu tiên vào buổi sáng hoặc trước khi đứng dậy sau một thời gian dài ngồi xuống [6]. Tập kéo giãn cân gan bàn chân trong thời gian 4 tuần.

Nhóm can thiệp: Được hướng dẫn tập kéo giãn cân gan bàn chân như nhóm chứng kết hợp điều trị bằng liệu pháp siêu âm liều 2 W/cm<sup>2</sup>, tần số 1MHz, xung 1:1, đầu phát 5cm, thời gian điều trị 5 phút/lần, 5 lần/tuần trong 4 tuần. Liệu pháp siêu âm được thực hiện trên máy Sonopuls 490 sản xuất tại Hà Lan bởi kỹ thuật viên vật lý trị liệu.

Trong thời gian theo dõi dọc 4 tuần, nhóm chứng có 1 BN không tập đủ liệu trình bị loại ra khỏi nghiên cứu

*\* Đo lường kết quả đầu ra:* Các biến số được đánh giá tại 2 thời điểm là ngay lúc nhập viện (T<sub>0</sub>) và sau điều trị 4 tuần (T<sub>1</sub>) ở cả 2 nhóm.

**Cường độ đau:** Được đánh giá bằng thang điểm VAS. Thang điểm này được đánh giá dựa trên thước đo là một đoạn thẳng 10cm, với hai đầu cố định; một đầu ghi “không đau”, đầu kia ghi “đau nhất có thể hình dung”. BN đánh dấu vị trí trên đoạn thẳng tương ứng với cường độ đau. Người đánh giá sẽ đo bằng thước và ghi điểm (chính là độ dài đoạn thẳng từ 0 tới điểm đánh dấu).

**Độ dày cân gan bàn chân:** Đo độ dày cân gan bàn chân bên bệnh được thực hiện bằng máy siêu âm Philips với đầu dò phẳng Linear L12-3: 12MHz bởi bác sĩ có kinh nghiệm > 5 năm.

**Chỉ số chức năng bàn chân FFI:** Công cụ này là bảng câu hỏi bao gồm

23 mục tự báo cáo được chia thành 3 tiểu mục dựa trên các giá trị của BN gồm mức đau (9 mục), khuyết tật (9 mục) và hạn chế hoạt động (5 mục). BN phải cho điểm từng câu hỏi theo thang điểm từ 0 (không đau hoặc khó khăn) đến 10 (con đau tồi tệ nhất có thể tưởng tượng được hoặc khó khăn đến mức cần được giúp đỡ), mô tả đúng nhất về bàn chân của họ trong tuần qua [7, 8]. Tổng điểm sẽ được quy đổi về điểm phần trăm.

*\* Phân tích thống kê và xử lý số liệu:* Đối với các biến số mức độ đau, độ dày cân gan bàn chân, điểm FFI sử dụng kiểm định Paired-sample T-test và Wilcoxon cho so sánh trước và sau; so sánh sự khác biệt giữa nhóm can thiệp và nhóm chứng. Mức xác suất thống kê đề xuất là 5%.

### 3. Đạo đức nghiên cứu

Nghiên cứu đã được sự chấp thuận của Hội đồng Đạo đức trong nghiên cứu y sinh học của Trường Đại học Y Dược, Đại học Thái Nguyên tại văn bản số 618/ĐHYD-HĐĐĐ ngày 15/7/2022. Thông tin về BN được bảo mật và chỉ phục vụ cho mục đích nghiên cứu. Số liệu trong nghiên cứu được Bệnh viện Trung ương Thái Nguyên cho phép sử dụng và công bố. Nhóm tác giả cam kết không có xung đột lợi ích trong nghiên cứu.

## KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

## 1. Đặc điểm của đối tượng nghiên cứu

Bảng 1. Đặc điểm của đối tượng nghiên cứu.

Biến số, chỉ số	Thời điểm T <sub>0</sub>	Thời điểm T <sub>1</sub>
Số BN (n): Nhóm CT (NC)	30 (30)	30 (29)
Giới tính: Nam/Nữ (%)	24/36 (40/60)	
Độ tuổi ( $\bar{X} \pm SD$ )	25 - 69 (49,23 $\pm$ 10,82)	
Thời gian mắc bệnh ( $\bar{X} \pm SD$ )	6,26 $\pm$ 1,82	
BMI ( $\bar{X} \pm SD$ )	22,38 $\pm$ 2,35	

(CT: Can thiệp; NC: Nhóm chứng)

60 BN tại thời điểm nhập viện, bao gồm 24 nam (40%) và 36 nữ (60%), độ tuổi từ 25 - 69, tuổi trung bình là 49, thời gian mắc bệnh trung bình là 6,26 tháng, với BMI trung bình là 22,38.

## 2. Lượng giá đau

Bảng 2. Điểm đau VAS trung bình trước và sau can thiệp ở 2 nhóm.

Thời điểm	Nhóm chứng (n = 29)	Nhóm can thiệp (n = 30)	p
T <sub>0</sub>	6,5 $\pm$ 1,0	6,6 $\pm$ 1,0	0,415
T <sub>1</sub>	6,2 $\pm$ 1,6	3,4 $\pm$ 1,1	0,001
p	0,059 (giảm 4,6%)	0,001 (giảm 47,5%)	

Điểm đau VAS ở thời điểm T<sub>1</sub> giảm rõ ở nhóm can thiệp (47,5%) so với thời điểm T<sub>0</sub>, sự khác biệt này có ý nghĩa với p = 0,001. Trong khi sự thay đổi này là không đáng kể ở nhóm chứng (giảm 4,6%) với p = 0,059. Tại thời điểm T<sub>1</sub>, điểm đau VAS trung bình ở nhóm can thiệp giảm nhiều hơn so với nhóm chứng, sự khác biệt này có ý nghĩa với p = 0,001.

### 3. Độ dày cân gan bàn chân bên bệnh

**Bảng 3.** Độ dày cân gan bàn chân trung bình tại 2 thời điểm ở 2 nhóm.

Thời điểm	Nhóm chứng (n = 29)	Nhóm can thiệp (n = 30)	p
T <sub>0</sub>	5,0 ± 0,6	4,9 ± 0,6	0,073
T <sub>1</sub>	4,9 ± 0,7	4,1 ± 0,6	0,001
p	0,056 (giảm 1,6%)	0,001 (giảm 16,3%)	

Độ dày cân gan chân trung bình ở thời điểm T<sub>1</sub> giảm rõ ở nhóm can thiệp (16,3%) so với thời điểm T<sub>0</sub>, sự khác biệt này có ý nghĩa với p = 0,001. Trong khi sự thay đổi này là không đáng kể ở nhóm chứng (giảm 1,6%) với p = 0,056. Tại thời điểm T<sub>1</sub>, độ dày cân gan bàn chân trung bình ở nhóm can thiệp giảm nhiều hơn so với nhóm chứng, sự khác biệt này có ý nghĩa với p = 0,001.

### 4. Lượng giá chức năng

**Bảng 4.** Điểm FFI trung bình tại 2 thời điểm ở 2 nhóm.

Thời điểm	Nhóm chứng (n = 29)	Nhóm can thiệp (n = 30)	p
T <sub>0</sub>	72,81 ± 4,81	73,23 ± 4,71	0,40
T <sub>1</sub>	71,35 ± 11,13	34,25 ± 4,41	0,001
p	0,34 (giảm 1,46%)	0,001 (giảm 38,98%)	

Điểm FFI trung bình ở thời điểm T<sub>1</sub> giảm rõ ở nhóm can thiệp (giảm 38,98%) so với thời điểm T<sub>0</sub>, sự khác biệt này có ý nghĩa với p = 0,000. Trong khi sự thay đổi này là không đáng kể ở nhóm chứng (giảm 1,46%) với p = 0,34. Tại thời điểm T<sub>1</sub>, điểm FFI trung bình ở nhóm can thiệp giảm nhiều hơn so với nhóm chứng, sự khác biệt này có ý nghĩa với p = 0,001.

## BÀN LUẬN

60 BN bao gồm 24 BN nam (40%) và 36 BN nữ (60%), độ tuổi từ 25 - 69, tuổi trung bình là 49, thời gian mắc bệnh trung bình là 5,52 tháng, với BMI trung bình là 22,38. BN đến viện thường trong tình trạng đau mức độ trung bình

đến nặng, dẫn đến tình trạng khuyết tật chức năng bàn chân. Kết quả nghiên cứu cho thấy nhóm BN được can thiệp bằng siêu âm liều cao chế độ xung (liều 2 - 2,5 W/cm<sup>2</sup>, tần số 1MHz, chế độ xung 1:1, thời gian điều trị 5 phút) kết hợp với bài tập kéo giãn cân gan bàn

chân cho thấy hiệu quả giảm đau nhanh ở các BN nhóm can thiệp so với nhóm chứng, nhờ vậy, chỉ số chức năng bàn chân giảm rõ rệt theo chiều hướng tích cực, độ dày của cân gan bàn chân cũng giảm đáng kể theo hướng giảm dần mức độ xơ hóa của cân gan bàn chân bệnh. Tác dụng này được tạo ra nhờ tác động kép của siêu âm xung gồm hiệu ứng nhiệt và hiệu ứng phi nhiệt. Khi sóng siêu âm tác dụng lên mô cơ thể, va chạm với các phân tử có trong mô, điều này gây ra sự chuyển động của các phân tử. Kết quả là sản sinh nhiệt trong các mô, làm ấm mô mềm trước khi kéo giãn sẽ làm tăng khả năng kéo giãn của mô bị co ngắn. Các cơ ấm sẽ thư giãn và kéo dài dễ dàng hơn, giúp BN cảm thấy dễ chịu hơn khi kéo giãn. Khi nhiệt độ trong cơ tăng lên, lực cần thiết để kéo dài các mô không co, co và thời gian cũng như lực kéo giãn phải được áp dụng sẽ giảm xuống. Đồng thời, mô liên kết dễ bị kéo giãn thụ động hơn. Tác dụng này giảm thiểu khả năng gây chấn thương vì mô cho mô mềm trong quá trình kéo giãn. Nhiệt làm tăng hoạt động của các thụ thể nhiệt trên da, có thể có tác dụng ức chế ngay lập tức đối với việc truyền cảm giác đau ở tủy sống giúp BN giảm đau và tăng ngưỡng cảm giác đau.

Nghiên cứu của Rakesh Kumar (2017) cho thấy hiệu ứng làm nóng mô của liệu pháp siêu âm 1MHz có độ xuyên thấu sâu hơn so với siêu âm 3MHz. Vì vậy, khi siêu âm được áp dụng cho các gân và cơ gấp gan bàn chân, số sợi cơ được tiếp xúc với siêu âm 1MHz nhiều so với 3MHz. Cùng với đó, sự suy giảm nhiệt của siêu âm 1MHz thấp hơn siêu âm 3MHz. Do đó, ở những BN được điều trị bằng siêu âm 1MHz, nhiều sợi cơ hơn được làm nóng so với những BN được điều trị bằng siêu âm 3MHz. Cửa sổ kéo giãn cũng mở trong thời gian dài hơn đối với những BN trong nhóm. Đây là lý do khiến khả năng kéo giãn tăng lên trong nhóm siêu âm 1MHz so với siêu âm 3MHz. Kết quả của nghiên cứu này đã chứng minh trong hai tần số, việc sử dụng siêu âm 1MHz trước khi kéo giãn có hiệu quả tăng tầm vận động gấp mu cổ chân hơn, có ý nghĩa thống kê hơn so với siêu âm 3MHz trong việc cải thiện khả năng mở rộng của cơ gấp gan bàn chân [9].

Bằng nghiên cứu thực nghiệm và tính toán năm 2022, Rosy P Cárdenas-Sandoval và CS đã chứng minh siêu âm trị liệu xung ở tần số 1,0MHz được áp dụng trong 5 ngày ở liều thấp ( $1 \text{ W/cm}^2$ ) và liều cao ( $2 \text{ W/cm}^2$ ) đều có tác dụng làm giảm module đàn hồi và điều hòa của nguyên bào sợi dây chằng. Liều thấp cải thiện sự tăng sinh và di chuyển tế bào

(giai đoạn tái tạo) và liều cao thì tăng cường các protein tổng hợp ma trận ngoại bào (giai đoạn tu sửa phục hồi). Cả hai liều đều làm cho vùng thu hẹp  $\beta$ -actin tăng lên, điều này khẳng định siêu âm trị liệu tạo ra sự tái cấu trúc khung xương tế bào, và các đặc tính cơ học đóng vai trò là dấu ấn sinh học để xác định các phản ứng sinh học chuyên biệt của nguyên bào sợi dây chằng liên quan đến quá trình lành vết thương. Tác giả cũng nhấn mạnh cả hai liều siêu âm trị liệu đều an toàn và không tạo ra hiện tượng tạo hốc không ổn định hoặc hiệu ứng cộng hưởng bất lợi [10]. Nghiên cứu của chúng tôi tiến hành trên những BN tổn thương cân gan bàn chân mạn tính nên lựa chọn liều cao trong điều trị là phù hợp.

Kết quả trong nghiên cứu này cũng phù hợp với kết quả rút ra từ một nghiên cứu tổng quan hệ thống khi tiến hành phân tích từ 5 nghiên cứu can thiệp ngẫu nhiên có đối chứng được thực hiện vào năm 2024 của Alhakami và CS với kết luận: Sau khi xem xét 5 nghiên cứu, đánh giá có hệ thống này ủng hộ việc sử dụng liệu pháp siêu âm để giảm đau và cải thiện tình trạng khuyết tật chức năng ở những BN bị viêm cân gan bàn chân. Tuy nhiên, vẫn cần có các nghiên cứu can thiệp lâm sàng có đối chứng chất lượng cao trong tương lai để có thể có những kết luận khoa học sâu hơn về

hiệu quả của liệu pháp siêu âm trong các trường hợp điều trị viêm cân gan bàn chân [11]. Do vậy, nghiên cứu của chúng tôi cung cấp thêm một minh chứng về hiệu quả của liệu pháp siêu âm trong điều trị viêm cân gan bàn chân mạn tính.

## KẾT LUẬN

Liệu pháp siêu âm xung liều cao tiến hành trước khi thực hiện kéo giãn có tác dụng giảm đau nhanh, cải thiện chức năng bàn chân trong điều trị viêm cân gan bàn chân mạn tính.

**Lời cảm ơn:** Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn Trường Đại học Y Dược, Đại học Thái Nguyên; Bệnh viện Trung ương Thái Nguyên; Khoa Phục hồi chức năng của Bệnh viện Trung ương Thái Nguyên, các cá nhân và những BN đã giúp đỡ chúng tôi hoàn thành nghiên cứu này.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Trojian T, Tucker AK. Plantar fasciitis. *American Family Physician*. 2019; 99(12):744-750.
2. Rabadi D, Seo S, Wong B, Chung D, Rai V, Agrawal DK. Immunopathogenesis, early detection, current therapies and prevention of plantar fasciitis: A concise review. *International Immunopharmacology*. 2022; 110:109023. DOI 10.1016/j.intimp.2022.109023.



3. Rasenberg N, Bierma-Zeinstra SM, Bindels PJ, Van Der Lei J, Van Middelkoop M. Incidence, prevalence, and management of plantar heel pain: A retrospective cohort study in Dutch primary care. *Br J Gen Pract.* 2019 Oct 31; 69(688).
4. Latt LD, Jaffe DE, Tang Y, Taljanovic MS. Evaluation and treatment of chronic plantar fasciitis. *Foot Ankle Orthop.* 2020 Feb 13; 5(1):2473011419896763. DOI: 10.1177/2473011419896763.
5. Alhakami AM, Babkair RA, Sahely A, Nuhmani S. Effectiveness of therapeutic ultrasound on reducing pain intensity and functional disability in patients with plantar fasciitis: A systematic review of randomised controlled trials. *PeerJ.* 2024 Mar 22; 12:17147. DOI: 10.7717/peerj.17147.
6. Digiovanni BF, Nawoczenski DA, Malay DP, Graci PA, Williams TT, Wilding GE, Baumhauer JF. Plantar fascia-specific stretching exercise improves outcomes in patients with chronic plantar fasciitis. A prospective clinical trial with two-year follow-up. *J Bone Joint Surg Am.* 2006 Aug; 88(8):1775-1781. DOI: 10.2106/JBJS.E.01281. PMID: 16882901.
7. Budiman-Mak E, Conrad KJ, Roach KE. The foot function index: A measure of foot pain and disability. *J Clin Epidemiol.* 1991; 44(6):561-570. DOI: 10.1016/0895-4356(91)90220-4. PMID: 2037861.
8. Thomas A. Koc Jr, Christopher G. Bise, Christopher Neville, Dominic Carreira, Robroy L. Martin, and Christine M. McDonough. Heel pain - plantar fasciitis: Revision 2023. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2023; 53(12):CPG1-CPG39. DOI:10.2519/jospt.2023.0303.
9. Slayton MH, Baravarian B, Amodei RC, Compton KB, Christensen DN, McNelly A, Latt LD. Intense therapeutic ultrasound for pain relief in the treatment for chronic plantar fasciopathy. *Foot Ankle Orthop.* 2019 Aug 20; 4(3).
10. Rakesh Kumar. Comparison between Effects of 1MHz versus 3MHz frequency of ultrasound on extensibility of tight plantar flexors. *GJRA - Global Journal for Research Analysis.* Vol-6, Issue-6, June-2017.
11. Cárdenas-Sandoval RP, Pastrana-Rendón HF, Avila A, et al. Effect of therapeutic ultrasound on the mechanical and biological properties of fibroblasts. *Regen. Eng. Transl. Med.* 2023; 9:263-278.