

Nghiên cứu nâng cao chất lượng hình ảnh và tối ưu hoá thời gian chụp cộng hưởng từ khớp cổ chân bằng phương pháp kết hợp nhiều cuộn thu tín hiệu

Tôn Thất Nam Anh^{1*}, Nguyễn Thanh Thảo², Lê Trọng Bình², Hà Thị Hiền², Lê Minh Tuấn²,
Phạm Thị Nhài¹, Trần Văn Hưng¹, Võ Thị Thiên Hưng²

¹Khoa Chẩn đoán hình ảnh, Bệnh viện Trường Đại học Y - Dược Huế

²Bộ môn Chẩn Đoán Hình Ảnh, Trường Đại học Y - Dược, Đại học Huế

Tóm tắt

Mục tiêu: Sử dụng phương pháp kết hợp hai cuộn thu (coil) gồm coil sọ não và coil flex để nâng cao chất lượng hình ảnh, đồng thời làm giảm thời gian chụp cộng hưởng từ khớp cổ chân so với cách làm thông thường. **Đối tượng và phương pháp nghiên cứu:** Nghiên cứu mô tả cắt ngang trên 30 bệnh nhân chụp cộng hưởng từ khớp cổ chân tại Bệnh viện Trường Đại học Y - Dược Huế từ tháng 6/2024 đến tháng 12/2024. So sánh tỉ lệ tín hiệu trên nhiễu (SNR) của các cấu trúc giải phẫu, mức độ dễ phát hiện tổn thương khi chụp với một coil, hai coil và hai coil kết hợp thu hình song song. Kết hợp so sánh phân tích của bác sĩ chẩn đoán hình ảnh cho từng chuỗi xung sử dụng phương pháp đánh giá bằng mắt theo thang điểm Likert. **Kết quả:** Với các chuỗi xung T1w sagittal, PD fatsat sagittal, PD fatsat axial, SNR của các cấu trúc giải phẫu khi dùng hai coil cao hơn so với một coil ($p < 0,05$). Với các chuỗi xung PD fatsat sagittal và PD fatsat axial, SNR của các cấu trúc giải phẫu khi dùng hai coil kết hợp thu hình song song cao hơn khi dùng một coil ($p < 0,05$). Thang điểm của các bác sĩ Chẩn đoán hình ảnh khi so sánh các tiêu chí đạt mức đồng thuận cao ($K > 0,61$). **Kết luận:** Phương pháp kết hợp cuộn thu tín hiệu giúp nâng cao chất lượng hình ảnh, đồng thời giúp giảm thời gian chụp cộng hưởng từ khớp cổ chân so với kỹ thuật chụp thông thường.

Từ khóa: Cộng hưởng từ khớp cổ chân, coil sọ não, coil flex, kết hợp coil, kỹ thuật thu hình song song.

Investigating the impact of multiple coils combination on ankle MRI image quality and scan time optimization

Ton That Nam Anh^{1*}, Nguyen Thanh Thao², Le Trong Binh², Ha Thi Hien²,
Le Minh Tuan², Pham Thi Nhai¹, Tran Van Hung¹, Vo Thi Thien Hung²

¹Faculty of Radiology, Hue University of Medicine and Pharmacy Hospital

²Department of Radiology, University of Medicine and Pharmacy, Hue University

Abstract

Objectives: To optimize and enhance image quality and scan time of ankle MRI using a combined head coil and flex coil. **Methods:** Cross-sectional analysis of signal-to-noise ratio and inter-rater reliability in ankle MRI using various coil setups. Comparative study of single coil (head coil only), dual coil (head coil and flex coil), and dual coil combined the parallel imaging techniques for ankle MRI regarding image quality. The image quality was evaluated by two MSK radiologists using visual inspection following the Likert scale. **Results:** Dual coil imaging demonstrated significantly higher signal-to-noise ratios than single coil imaging for sagittal T1-weighted, sagittal PD fat-suppressed, and axial PD fat-suppressed sequences ($p < 0.05$). Combining dual coils with parallel imaging further enhanced SNR for sagittal and axial PD fat-suppressed sequences than single coil ($p < 0.05$). The two radiologists had high inter-rater reliability in image visual assessment ($K > 0.61$). **Conclusions:** The combined coil method demonstrated improved image quality and scanning duration compared to single coil imaging in ankle MRI.

Keywords: Ankle MRI, head coil, flex coil, coils combination, parallel imaging technique.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cổ chân là một trong những khớp phức tạp để đánh giá từ góc nhìn kỹ thuật hình ảnh. Khi thực hiện

kỹ thuật cộng hưởng từ cổ chân, có hai điều quan trọng cần chú ý: Thứ nhất, góc giữa bàn chân và cẳng chân phải gần bằng 90° để các cấu trúc xương và dây

* Tác giả liên hệ: Tôn Thất Nam Anh. Email: ttananh@bv.huemed-univ.edu.vn

Ngày nhận bài: 6/02/2025; Ngày đồng ý đăng: 15/10/2025; Ngày xuất bản: 25/12/2025

DOI: 10.34071/jmp.2025.7.9

chẳng thẳng hàng [1]. Thứ hai, độ phân giải không gian và tỉ lệ tín hiệu trên nhiễu (SNR - Signal to noise ratio) cần được duy trì ở mức cao để đánh giá giải phẫu bình thường cũng như bệnh lý ở cổ chân.

Để thu được hình ảnh cộng hưởng từ (CHT) khớp cổ chân có chất lượng tốt nhất, cuộn thu tín hiệu (coil) tối ưu nên là coil chụp cổ chân chuyên dụng. Tuy nhiên hiện nay, đa số các cơ sở y tế không được trang bị coil chuyên dụng để chụp CHT khớp cổ chân. Vì vậy, để đảm bảo SNR và độ phân giải không gian, việc sử dụng các loại cuộn thu đa kênh (multi-channel coil) thay thế cho coil cổ chân chuyên dụng là rất cần thiết. Tại Khoa Chẩn đoán hình ảnh, Bệnh viện Trường Đại học Y - Dược Huế đang sử dụng coil sọ não 16 kênh để chụp CHT khớp cổ chân. Tuy nhiên, coil sọ não không tiếp xúc sát cổ chân nên thực tế, chất lượng hình ảnh thu được từ coil sọ não vẫn còn hạn chế. Vì vậy, trong nghiên cứu này, chúng tôi kết hợp coil sọ não và coil flex trong chụp cộng hưởng từ khớp cổ chân với hai mục tiêu:

- So sánh chất lượng hình ảnh các chuỗi xung chụp CHT khớp cổ chân khi kết hợp hai coil (coil sọ não và coil flex) với kỹ thuật chụp thông thường là chỉ sử dụng một coil sọ não.

- Đánh giá khả năng giảm thời gian chụp CHT

khớp cổ chân khi kết hợp hai coil với kỹ thuật thu hình song song (Generalized Autocalibrating Partial Parallel Acquisition - GRAPPA).

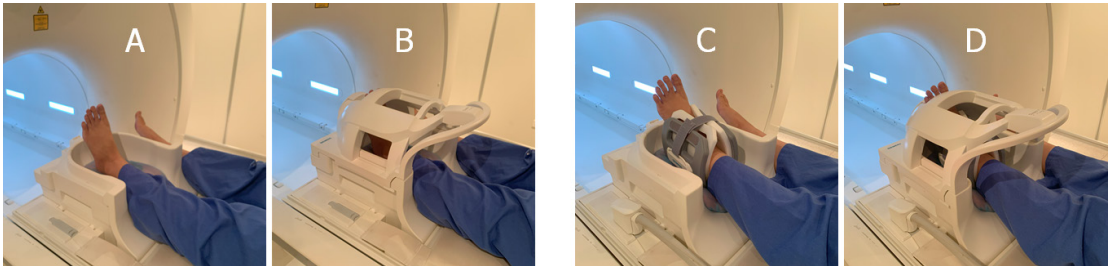
2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

30 bệnh nhân được tiến hành chụp CHT khớp cổ chân từ tháng 6/2024 đến tháng 12/2024 tại Khoa CĐHA, Bệnh viện Trường Đại học Y - Dược Huế. Mã số đề tài 39BV/24.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Thiết kế nghiên cứu mô tả cắt ngang. So với kỹ thuật chụp cộng hưởng từ khớp cổ chân thông thường là dùng coil sọ não, coil flex được quấn quanh cổ chân bệnh nhân trước khi đưa vào coil sọ não (Hình 1). Ngoài các chuỗi xung chẩn đoán thường quy, bệnh nhân được chụp thêm các chuỗi xung T1w sagittal hai coil (coil sọ não kết hợp coil flex), T1w sagittal một coil (coil sọ não); PD fatsat sagittal 2 coil, PD fatsat sagittal 1 coil, PD fatsat sagittal 2 coil kết hợp kỹ thuật GRAPPA; PD fatsat axial 2 coil, PD fatsat axial 1 coil, PD fatsat axial 2 coil kết hợp kỹ thuật GRAPPA. Thông số các chuỗi xung được sử dụng thể hiện trong Bảng 1 và Bảng 2.



Hình 1. Tư thế bệnh nhân chụp cộng hưởng từ khớp cổ chân.

A, B: Cách chụp thông thường, sử dụng coil sọ não để chụp khớp cổ chân. C, D: Cách chụp được sử dụng trong nghiên cứu; dùng coil flex quấn quanh cổ chân bệnh nhân trước khi đưa cổ chân vào coil sọ não.

Bảng 1. Thông số chuỗi xung T1w sagittal, PD fatsat sagittal và PD fatsat axial

Thông số	T1w sagittal	PD fatsat sagittal	PD fatsat axial
TR (ms)	420	2570	3170
TE (ms)	12	34	34
Slices	20	20	24
Slice thickness (mm)	3	3	3
Dist. Factor (%)	15	15	15
FOV (mm)	160 x 160	160 x 160	160 x 160
Matrix	320 x 240	320 x 240	320 x 240
Voxel size (mm ³)	0,5 x 0,5 x 3,0	0,5 x 0,5 x 3	0,5 x 0,5 x 3
Hướng mã hoá pha	H-F	H-F	R-L
Averages	1	1	1
Thời gian chụp	2 phút 23 giây	2 phút 31 giây	2 phút 29 giây

Bảng 2. Thông số chuỗi xung PD fatsat sagittal và PD fatsat axial có sử dụng kỹ thuật thu hình song song (GRAPPA)

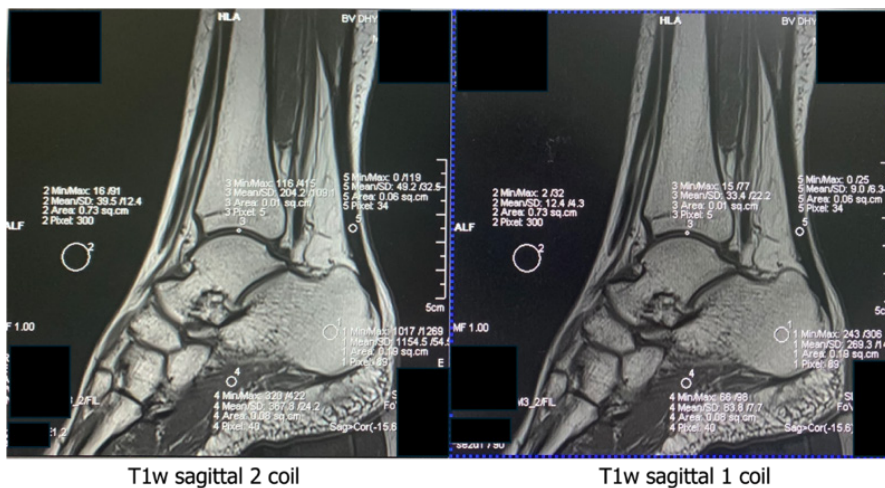
Thông số	PD fatsat sagittal GRAPPA	PD fatsat axial GRAPPA
TR (ms)	2570	3170
TE (ms)	34	34
Slices	20	24
Slice thickness (mm)	3	3
Dist. Factor (%)	15	15
FOV (mm)	160 x 160	160 x 160
Matrix	320 x 240	320 x 240
Voxel size (mm ³)	0,5 x 0,5 x 3	0,5 x 0,5 x 3
Hướng mã hoá pha	H-F	R-L
Averages	1	1
Thời gian chụp	1 phút 19 giây	1 phút 20 giây
Accelerator factor	2	2

Tỉ lệ tín hiệu trên nhiễu (SNR) là sự khác biệt giữa cường độ tín hiệu cấu trúc giải phẫu cần khảo sát và tín hiệu nhiễu của mô nền. SNR được tính theo công thức [2]:

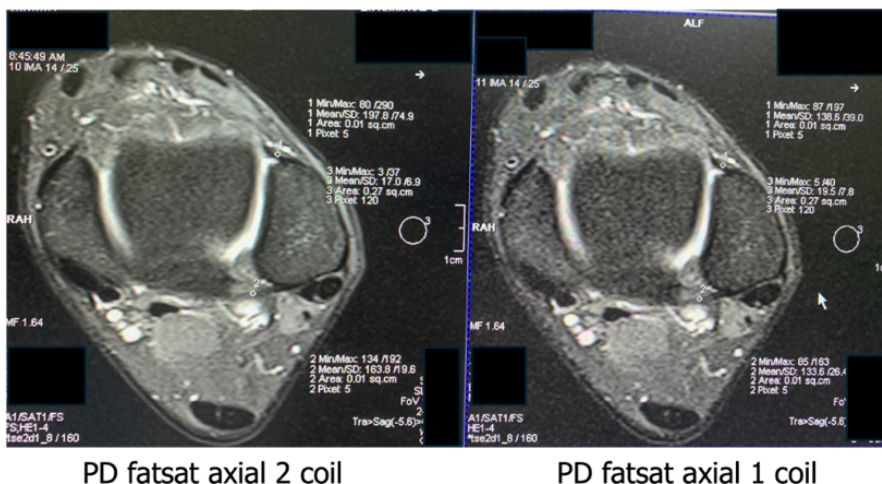
$$SNR(r) = \frac{S(r)}{\delta}$$

Trong đó: SNR(r) là tỉ lệ tín hiệu trên nhiễu của một voxel hình ảnh ở vị trí r; S(r): cường độ tín hiệu trung bình của cấu trúc cần khảo sát; δ : độ lệch chuẩn tín hiệu khu vực nền không chứa cấu trúc giải phẫu, trong nghiên cứu này không khí.

Vùng đo cường độ tín hiệu (Region of interest - ROI) được đặt ở vị trí giống nhau với kích thước bằng nhau giữa các chuỗi xung, các lần đổi coil và giữa các bệnh nhân; ngoài ra đặt ROI tránh các vùng nhiễu ảnh để giảm tối đa sai số. Trên mặt cắt sagittal, ROI đặt ở 5 vị trí để đo cường độ tín hiệu: không khí, xương gót, khớp chày sên, cơ khép ngón út và gân Achilles (Hình 2). Trên mặt cắt axial, ROI đặt ở 4 vị trí: không khí, dây chằng sên mác trước, dây chằng chày mác trước và dây chằng chày mác sau (Hình 3).



Hình 2. Các vị trí đặt ROI để đo cường độ tín hiệu trên mặt cắt sagittal
(1): Xương gót, (2): Không khí, (3): Khớp sên chày, (4): Cơ khép ngón út, (5): Gân Achilles



Hình 3. Các vị trí đặt ROI để đo cường độ tín hiệu trên mặt cắt axial. (1): Dây chằng chày mác trước, (2): Dây chằng chày mác sau, (3): Không khí

Hình ảnh được hai bác sĩ chẩn đoán hình ảnh với trên 15 năm kinh nghiệm đánh giá, ghi nhận các biến số một cách độc lập và mù đôi. Các cặp hình ngẫu nhiên, không hiển thị thông tin chuỗi xung được đánh giá dựa trên thang đo Likert 5 điểm (1 = rất kém; 5 = rất tốt) [3-7].

Đánh giá sự hiện diện của nhiễu nền, ảnh giả (gọi chung là nhiễu ảnh) theo thang điểm: 1 – có nhiều ảnh, không đánh giá được cấu trúc giải phẫu và tổn thương; 2 – có nhiều ảnh, ảnh hưởng đến chẩn đoán; 3 – có nhiều ảnh, ảnh hưởng đến một phần chẩn đoán; 4 – có nhiều ảnh, không ảnh hưởng đến chẩn đoán; 5 – không có nhiều ảnh.

Đánh giá chất lượng hình ảnh các cấu trúc giải phẫu theo thang đo Likert: 1- rất kém; 2 – kém; 3 – trung bình; 4 – tốt; 5 – rất tốt. Các cấu trúc giải phẫu bao gồm:

- Đánh giá tín hiệu của dây chằng, dựa trên tín hiệu của các dây chằng sên mác trước, dây chằng chày mác trước, dây chằng chày mác sau; trường hợp dây chằng nào đứt thì đánh giá dựa trên các dây chằng còn lại.
- Đánh giá tín hiệu của gân cơ, dựa trên tín hiệu của gân Achilles.
- Đánh giá tín hiệu mô mỡ, dựa trên tín hiệu của mô mỡ trước gân gót.
- Đánh giá tín hiệu mô xương đặc và mô xương xốp, dựa trên tín hiệu của xương gót.
- Đánh giá tín hiệu của sụn khớp, dựa trên tín hiệu của sụn khớp xương sên.
- Đánh giá tín hiệu của cân gan chân.

Đánh giá mức độ dễ phát hiện tổn thương trên hình ảnh cộng hưởng từ khớp cổ chân: 1- rất kém;

2 – kém; 3 – trung bình; 4 – tốt; 5 – rất tốt.

2.3. Xử lý số liệu

Kiểm định Mann-Whitney được sử dụng để so sánh SNR giữa các cách sử dụng coil và điểm Likert trung bình của hai bác sĩ cho xung T1w. Kiểm định Friedman được sử dụng để so sánh SNR giữa các cách sử dụng coil và điểm Likert trung bình của hai bác sĩ cho các xung PD fatsat và PD fatsat GRAPPA. Hệ số Cohen's Kappa được sử dụng để đánh giá sự đồng thuận trong thang điểm của hai bác sĩ. Các kiểm định thống kê được thực hiện bằng phần mềm GraphPad Prism 9.5.0 (GraphPad Software, San Diego, CA, USA). Giá trị $p < 0,05$ được xem là có ý nghĩa thống kê.

3. KẾT QUẢ

3.1. Đặc điểm chung của nhóm bệnh nhân

Độ tuổi trung bình của 30 bệnh nhân là $36,30 \pm 14,57$ tuổi (Mean $\pm$ SD). Bệnh nhân lớn tuổi nhất là 68 tuổi, nhỏ nhất là 15 tuổi. Trong 30 bệnh nhân, có 16 bệnh nhân nam (chiếm 53,33% tổng số bệnh nhân) và 14 bệnh nhân nữ (chiếm 46,67% tổng số bệnh nhân).

Trong nghiên cứu của chúng tôi, tất cả các bệnh nhân chụp cộng hưởng từ khớp cổ chân đều có nhiều tổn thương phức tạp kết hợp. Các tổn thương phân bố như sau:

- Rách dây chằng sên mác trước: xuất hiện ở 15 bệnh nhân, chiếm tỉ lệ 50%.
- Rách dây chằng sên mác sau: xuất hiện ở 10 bệnh nhân, chiếm tỉ lệ 33,33%.
- Gãy mắt cá trong/ngoài: xuất hiện ở 9 bệnh nhân, chiếm tỉ lệ 30%.
- Tràn dịch khớp cổ chân: xuất hiện ở 7 bệnh

nhân, chiếm tỉ lệ 23,33%.

- Rách dây chằng delta: xuất hiện ở 6 bệnh nhân, chiếm tỉ lệ 20%.

- Đứt gân Achilles: xuất hiện ở 4 bệnh nhân, chiếm tỉ lệ 13,33%.

- Các tổn thương khác: tổn thương sụn khớp xương sên, đứt gân cơ chày sau, rách cân gan chân, phù nề điểm bám cân gan chân, đứt dây chằng mác

gót, đứt dây chằng chày mác trước, đứt dây chằng chày mác sau, phù nề mô xương gót, phù nề dưới da mặt sau cổ chân,...

3.2. Chuỗi xung T1w sagittal

Trên chuỗi xung T1w sagittal, hình ảnh khi kết hợp hai coil (coil sọ não & coil flex) có cường độ tín hiệu cũng như SNR cao hơn hẳn khi chỉ dùng một coil (coil sọ não) (Bảng 3).

Bảng 3. So sánh SNR trên chuỗi xung T1w sagittal khi sử dụng hai coil và một coil

T1w sagittal SNR			
n = 30	2 coil	1 coil	p
Xương	79,09 ± 19,71	53,89 ± 18,42	< 0,0001
Khớp	21,86 ± 8,34	10,21 ± 5,95	< 0,0001
Cơ	22,01 ± 5,21	12,36 ± 4,26	< 0,0001
Gân Achilles	4,80 ± 6,01	2,22 ± 2,27	0,0400

Tỉ lệ SNR trung bình khi sử dụng hai coil ở xương là 79,09 ± 19,71, ở khớp là 21,86 ± 8,34, ở cơ là 22,01 ± 5,21, và gân Achilles là 4,80 ± 6,01. Khi sử dụng một coil, các kết quả tương ứng là 53,89 ± 18,42, 10,21 ± 5,95, 12,36 ± 4,26, và 2,22 ± 2,27.

Chúng tôi nhận thấy SNR của các cấu trúc giải phẫu trên chuỗi xung T1w sagittal khi sử dụng hai coil cao hơn hẳn khi sử dụng một coil, với các giá trị p < 0,05, mức có ý nghĩa thống kê.

Bảng 4. So sánh thang điểm Likert của hai bác sĩ CĐHA về các cấu trúc giải phẫu và độ dễ phát hiện tổn thương trên xung T1w sagittal khi sử dụng hai coil và một coil

n = 30	Bác sĩ 1			Bác sĩ 2		
	2 coil	1 coil	p1	2 coil	1 coil	p2
Nhiều ảnh	4,87 ± 0,35	3,90 ± 0,40	< 0,0001	4,77 ± 0,43	3,90 ± 0,40	< 0,0001
Gân cơ	3,87 ± 0,35	3,37 ± 0,56	0,0003	3,63 ± 0,56	3,27 ± 0,69	0,0469
Tín hiệu mô mỡ	4,60 ± 0,50	4,10 ± 0,31	< 0,0001	4,73 ± 0,45	4,13 ± 0,35	< 0,0001
Mô xương đặc và mô xương xốp	4,90 ± 0,31	3,87 ± 0,35	< 0,0001	4,90 ± 0,31	3,93 ± 0,25	< 0,0001
Sụn khớp	3,90 ± 0,31	3,07 ± 0,52	< 0,0001	3,87 ± 0,35	3,00 ± 0,74	< 0,0001
Cân gan chân	3,87 ± 0,35	3,00 ± 0,46	< 0,0001	3,83 ± 0,38	3,00 ± 0,45	< 0,0001
Độ dễ phát hiện tổn thương	3,90 ± 0,40	3,20 ± 0,55	< 0,0001	3,80 ± 0,55	3,30 ± 0,65	0,0019

Điểm đánh giá các tiêu chí của cả hai bác sĩ đều nằm ở mức khá cao. Điểm chung là điểm của hình ảnh chụp với hai coil cao hơn hẳn một coil, với các sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (p < 0,05). Sử dụng hai coil cũng cho ra hình ảnh ít nhiễu ảnh và dễ chẩn đoán hơn so với một coil. Ngoài ra, khi đánh giá sự đồng thuận trong thang điểm của bác

sĩ theo hệ số Cohen's kappa (Bảng 5), hệ số này đều đạt từ mức tốt trở lên (K > 0,61). Kết quả này cho thấy cả hai cách sử dụng coil đều được thực hiện đạt tiêu chuẩn, cho hình ảnh chất lượng ổn định. Trong đó, hai bác sĩ đều đồng thuận hình ảnh chụp bằng hai coil cho chất lượng tốt hơn một coil.

Bảng 5. Đánh giá sự đồng thuận của hai bác sĩ Chẩn đoán hình ảnh về nhiều ảnh, các cấu trúc giải phẫu và độ dễ phát hiện tổn thương trên xung T1w sagittal theo hệ số Cohen's Kappa (n = 30)

T1w sagittal (n = 30)	2 coil		1 coil	
	r (95% CI)	p	r (95% CI)	p
Nhiều ảnh	0,672 (0,170 - 3,894)	< 0,001	1,000 (0 - 7,000)	< 0,001
Gân cơ	0,674 (0,151 - 4,211)	< 0,001	0,825 (0,090 - 5,620)	< 0,001
Tín hiệu mô mỡ	0,706 (0,131 - 4,045)	< 0,001	0,839 (0,157 - 4,655)	< 0,001
Mô xương đặc và mô xương xốp	0,630 (0,241 - 3,449)	0,001	0,634 (0,233 - 3,732)	< 0,001
Sụn khớp	0,839 (0,157 - 4,655)	< 0,001	0,622 (0,127 - 4,943)	< 0,001
Cân gan chân	0,870 (0,127 - 4,804)	< 0,001	0,804 (0,134 - 5,758)	< 0,001
Độ dễ phát hiện tổn thương	0,704 (0,147 - 4,860)	< 0,001	0,699 (0,119 - 4,923)	< 0,001

3.3. Chuỗi xung PD fatsat sagittal

Trên chuỗi xung PD fatsat sagittal, hình ảnh khi sử dụng hai coil có SNR cao hơn hẳn khi chỉ dùng một coil. Khi so sánh với hình chụp với một coil, hình chụp với hai coil kết hợp kỹ thuật GRAPPA cũng cho SNR tốt hơn (Bảng 6).

Bảng 6. So sánh SNR chuỗi xung PD fatsat sagittal khi sử dụng hai coil, một coil và hai coil kết hợp GRAPPA

PD fatsat sagittal SNR					
n = 30	2 coil	1 coil	2 coil GRAPPA	p1	p2
Xương	18,19 ± 5,00	11,93 ± 2,57	16,58 ± 5,16	< 0,0001	0,0002
Khớp	42,47 ± 18,43	26,07 ± 12,29	35,44 ± 17,52	< 0,0001	0,0015
Cơ	37,61 ± 9,22	24,06 ± 7,88	33,48 ± 8,33	< 0,0001	0,0001
Gân Achilles	4,75 ± 5,46	2,99 ± 3,30	4,49 ± 4,73	< 0,0001	< 0,0001

Trên chuỗi xung PD fatsat sagittal, khi sử dụng kết hợp hai coil, SNR trung bình của xương là 18,19 ± 5,00, khớp là 42,47 ± 18,43, cơ là 37,61 ± 9,22 và gân Achilles là 4,75 ± 5,46. Khi sử dụng một coil, SNR trung bình của xương là 11,93 ± 2,57, của khớp là 26,07 ± 12,29, của cơ là 24,06 ± 7,88 và của gân Achilles là 2,99 ± 3,30. Khi sử dụng hai coil kết hợp với kỹ thuật GRAPPA, các kết quả tương ứng là 16,58 ± 5,16, 35,44 ± 17,52, 33,48 ± 8,33 và 4,49 ± 4,73. So sánh các kết quả, chúng tôi nhận thấy SNR trung bình của chuỗi xung sử dụng hai coil cao hơn so với SNR trung bình của một coil với mức ý nghĩa thống kê $p < 0,05$. Quan trọng hơn, chuỗi xung PD fatsat sagittal sử dụng hai coil kết hợp với kỹ thuật

GRAPPA dù có thời gian chỉ bằng một nửa nhưng vẫn có SNR cao hơn với khi sử dụng một coil, với mức ý nghĩa thống kê $p < 0,05$.

Thang điểm đánh giá của các bác sĩ cho tất cả các chuỗi xung PD fatsat sagittal đều ở mức khá, phù hợp để chẩn đoán. Cụ thể, cả hai bác sĩ đều đánh giá xung PD fatsat sagittal sử dụng hai coil có ít nhiễu ảnh hơn, các cấu trúc giải phẫu rõ hơn và dễ phát hiện tổn thương hơn so với xung sử dụng một coil, thể hiện bằng các sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Ngoài ra, không có sự khác biệt khi so sánh chuỗi xung sử dụng một coil và chuỗi xung sử dụng hai coil kết hợp thu hình song song (GRAPPA) (Bảng 7).

Bảng 7. So sánh thang điểm Likert của hai bác sĩ CĐHA về nhiễu ảnh, các cấu trúc giải phẫu và độ dễ phát hiện tổn thương trên xung PD fatsat sagittal khi sử dụng hai coil, một coil và hai coil GRAPPA

n = 30	Bác sĩ 1					Bác sĩ 2				
	2 coil	1 coil	2 coil GRAPPA	p3	p4	2 coil	1 coil	2 coil GRAPPA	p5	p6
Nhiều ảnh	3,96 ± 0,41	3,33 ± 0,48	3,27 ± 0,45	0,0015	> 0,9999	3,87 ± 0,43	3,37 ± 0,49	3,37 ± 0,49	0,0165	> 0,9999
Gân cơ	4,10 ± 0,48	3,57 ± 0,57	3,43 ± 0,63	0,0072	> 0,9999	4,10 ± 0,55	3,63 ± 0,56	3,50 ± 0,63	0,0295	> 0,9999

Mô xương đặc - mô xương xốp	4,07 ± 0,25	3,30 ± 0,47	3,17 ± 0,46	<0,0001	> 0,9999	4,03 ± 0,32	3,40 ± 0,50	3,23 ± 0,57	0,0015	0,9988
Sụn khớp	3,60 ± 0,57	3,00 ± 0,45	3,00 ± 0,37	0,0037	> 0,9999	3,47 ± 0,57	2,97 ± 0,41	2,97 ± 0,31	0,0165	> 0,9999
Cân gan chân	3,87 ± 0,35	3,27 ± 0,45	3,13 ± 0,43	0,0019	> 0,9999	3,83 ± 0,38	3,37 ± 0,49	3,23 ± 0,50	0,0244	> 0,9999
Độ dễ phát hiện tổn thương	4,03 ± 0,18	3,50 ± 0,57	3,50 ± 0,63	0,0090	> 0,9999	4,00 ± 0,26	3,57 ± 0,50	3,63 ± 0,61	0,0355	> 0,9999

Khi đánh giá sự đồng thuận trong thang điểm của bác sĩ theo hệ số Cohen's kappa (Bảng 8), hệ số này đều đạt từ mức tốt trở lên ($K > 0,61$). Kết quả này cho thấy cả ba cách sử dụng coil đều được thực hiện đạt tiêu chuẩn, cho hình ảnh chất lượng ổn định. Trong đó, hai bác sĩ đều đồng thuận hình ảnh chụp bằng hai coil cho chất lượng tốt hơn một coil; đồng thời hình ảnh chụp bằng hai coil kết hợp GRAPPA có chất lượng tương đương hình ảnh chụp bằng một coil.

Bảng 8. Đánh giá sự đồng thuận của hai bác sĩ CĐHA về nhiều ảnh, các cấu trúc giải phẫu và độ dễ phát hiện tổn thương trên xung PD fatsat sagittal theo hệ số Cohen's Kappa ($n = 30$)

n=30	2 coil		1 coil		2 coil GRAPPA	
	r (95% CI)	p	r (95% CI)	p	r (95% CI)	p
Nhiều ảnh	0,682 (0,169 - 4,718)	< 0,001	0,780 (0,120 - 4,286)	< 0,001	0,772 (0,122 - 4,341)	< 0,001
Gân cơ	0,843 (0,107 - 5,923)	< 0,001	0,874 (0,086 - 5,291)	< 0,001	0,873 (0,087 - 5,738)	< 0,001
Mô xương đặc và mô xương xốp	0,786 (0,204 - 5,144)	< 0,001	0,783 (0,116 - 4,392)	< 0,001	0,664 (0,147 - 4,390)	< 0,001
Sụn khớp	0,747 (0,116 - 4,657)	< 0,001	0,895 (0,103 - 6,428)	< 0,001	0,844 (0,152 - 6,034)	< 0,001
Cân gan chân	0,870 (0,127 - 4,804)	< 0,001	0,772 (0,122 - 4,341)	< 0,001	0,746 (0,136 - 4,799)	< 0,001
Độ dễ phát hiện tổn thương	0,655 (0,317 - 4,882)	< 0,001	0,869 (0,086 - 5,010)	< 0,001	0,763 (0,110 - 5,174)	< 0,001

3.4. Chuỗi xung PD fatsat axial

Tương tự như chuỗi xung PD fatsat sagittal, trên chuỗi xung PD fatsat sagittal, ngoài hình ảnh khi sử dụng hai coil (coil sọ não & coil flex) và khi chỉ dùng một coil (coil sọ não), chúng tôi đánh giá thêm hình ảnh khi sử dụng hai coil kết hợp với kỹ thuật thu hình song song (GRAPPA) (Bảng 9). Chuỗi xung sử dụng kỹ thuật thu hình song song có thời gian chụp bằng một nửa so với hai xung còn lại.

Bảng 9. So sánh SNR trên chuỗi xung PD fatsat axial khi sử dụng hai coil, một coil và hai coil kết hợp kỹ thuật GRAPPA

PD fatsat axial SNR					
n = 30	2 coil	1 coil	2 coil GRAPPA	p1	p2
Dây chằng sên mác trước	26,05 ± 11,84	16,07 ± 8,65	22,32 ± 10,82	< 0,0001	0,0009
Dây chằng chày mác trước	13,08 ± 7,72	7,85 ± 5,32	11,28 ± 7,55	< 0,0001	< 0,0001
Dây chằng chày mác sau	12,08 ± 9,36	6,93 ± 4,57	10,27 ± 7,51	< 0,0001	0,0005

Trên chuỗi xung PD fatsat axial, khi sử dụng kết hợp hai coil, SNR trung bình của dây chằng sên mác trước là 26,05 ± 11,84, dây chằng chày mác trước là 13,08 ± 7,72, dây chằng chày mác sau là 12,08 ± 9,36. Khi sử dụng một coil, SNR trung bình của dây chằng sên mác trước là 16,07 ± 8,65, của dây chằng chày mác trước là 7,85 ± 5,32, của dây chằng chày mác sau là 6,93 ± 4,57. Khi sử dụng hai coil kết

hợp với kỹ thuật GRAPPA, các kết quả tương ứng là $22,32 \pm 10,82$, $11,28 \pm 7,55$, và $10,27 \pm 7,51$.

Tương tự chuỗi xung PD fatsat sagittal, ở chuỗi xung PD fatsat axial, chúng tôi nhận thấy tỉ lệ SNR trung bình của chuỗi xung sử dụng hai coil cao hơn so với SNR trung bình của một coil với mức ý nghĩa thống kê $p < 0,05$. Quan trọng hơn, chuỗi xung PD fatsat sagittal sử dụng hai coil kết hợp với kỹ thuật GRAPPA dù có thời gian chỉ bằng một nửa nhưng vẫn có tỉ lệ SNR cao hơn với khi sử dụng một coil, với mức ý nghĩa thống kê $p < 0,05$.

Thang điểm của các bác sĩ cho tất cả các chuỗi xung PD fatsat axial đều ở mức khá, phù hợp để chẩn đoán. Cụ thể, cả hai bác sĩ đều đánh giá xung PD fatsat axial sử dụng hai coil có ít nhiễu ảnh hơn, cấu trúc dây chằng rõ hơn và dễ phát hiện tổn thương hơn so với xung sử dụng một coil, thể hiện bằng các sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Ngoài ra, không có sự khác biệt khi so sánh chuỗi xung sử dụng một coil và chuỗi xung sử dụng hai coil kết hợp thu hình song song (GRAPPA) (Bảng 10).

Bảng 10. So sánh thang điểm Likert của hai bác sĩ CĐHA về nhiễu ảnh, các cấu trúc giải phẫu và độ dễ phát hiện tổn thương trên xung PD fatsat axial khi sử dụng hai coil, một coil và hai coil GRAPPA

n=30	Bác sĩ 1					Bác sĩ 2				
	2 coil	1 coil	2 coil GRAPPA	p3	p4	2 coil	1 coil	2 coil GRAPPA	p5	p6
Nhiều ảnh	$3,83 \pm 0,53$	$3,13 \pm 0,63$	$3,27 \pm 0,58$	0,0002	$> 0,9999$	$3,77 \pm 0,57$	$3,23 \pm 0,68$	$3,37 \pm 0,61$	0,0058	$> 0,9999$
Dây chằng	$3,87 \pm 0,43$	$3,10 \pm 0,55$	$3,30 \pm 0,47$	< 0,0001	0,9051	$3,80 \pm 0,48$	$3,23 \pm 0,63$	$3,37 \pm 0,56$	0,0030	$> 0,9999$
Độ dễ phát hiện tổn thương	$3,93 \pm 0,37$	$3,13 \pm 0,63$	$3,33 \pm 0,61$	< 0,0001	$> 0,9999$	$3,87 \pm 0,51$	$3,30 \pm 0,70$	$3,50 \pm 0,63$	0,0058	0,9988

Khi đánh giá sự đồng thuận trong thang điểm của bác sĩ theo hệ số Cohen's kappa (Bảng 11), hệ số này đều đạt từ mức tốt trở lên ($K > 0,61$). Kết quả này cho thấy cả ba cách sử dụng coil đều được thực hiện đạt tiêu chuẩn, cho hình ảnh chất lượng ổn định. Trong

đó, hai bác sĩ đều đồng thuận hình ảnh chụp bằng hai coil cho chất lượng tốt hơn một coil; hình ảnh chụp bằng hai coil kết hợp GRAPPA có chất lượng tương đương hình ảnh chụp bằng một coil.

Bảng 11. Đánh giá sự đồng thuận của hai bác sĩ CĐHA về nhiễu ảnh, dây chằng và độ dễ phát hiện tổn thương trên xung PD fatsat axial theo hệ số Cohen's Kappa (n = 30)

n=30	2 coil		1 coil		2 coil GRAPPA	
	r (95% CI)	p	r (95% CI)	p	r (95% CI)	p
Nhiều ảnh	0,827 (0,118 - 5,940)	< 0,001	0,800 (0,109 - 5,481)	< 0,001	0,800 (0,109 - 5,481)	< 0,001
Dây chằng	0,722 (0,184 - 5,021)	< 0,001	0,679 (0,144 - 4,455)	< 0,001	0,724 (0,121 - 4,317)	< 0,001
Độ dễ phát hiện tổn thương	0,750 (0,151 - 5,393)	< 0,001	0,686 (0,125 - 4,855)	< 0,001	0,704 (0,119 - 4,883)	< 0,001

4. BÀN LUẬN

Nghiên cứu của chúng tôi đã chứng minh rằng việc kết hợp coil sọ não và coil flex trong chụp cộng hưởng từ khớp cổ chân giúp tăng chất lượng hình ảnh rõ rệt so với cách làm thông thường là chỉ dùng coil sọ não. Kết quả này tương đồng với nghiên cứu định tính của Bartalini và cộng sự [8]. Để cải thiện chất lượng hình ảnh, giảm nhiễu, giảm thời gian chụp cộng hưởng từ khớp cổ chân, bên cạnh các yếu tố như tư thế bệnh nhân, protocol chụp,... thì

kết hợp các loại coil khác nhau cũng là một phương pháp hứa hẹn. Coil sọ não thông thường có rất nhiều kênh (channel) thu nhận tín hiệu (≥ 16 kênh) với mục đích để ghi nhận hình ảnh các cấu trúc sọ não thần kinh. Trong chụp cộng hưởng từ khớp cổ chân, coil sọ não có thể ghi nhận tín hiệu từ các cấu trúc phức tạp ở sâu bên trong khớp cổ chân, cho ra hình ảnh có độ phân giải tốt. Tuy nhiên, trong chụp cộng hưởng từ khớp cổ chân, khi chỉ sử dụng coil sọ não, giữa cổ chân bệnh nhân và coil tồn tại một khoảng

hở khá lớn. Điều này khiến cho tín hiệu cộng hưởng từ thu được từ coil sọ não không đồng nhất, dẫn đến ảnh hưởng đến chất lượng hình ảnh [9]. Ngoài ra, khoảng hở giữa cổ chân và coil sọ não cũng gây khó khăn cho việc cố định chân bệnh nhân trong lúc chụp cộng hưởng từ, dẫn đến các ảnh giả do chuyển động trên hình ảnh. Sử dụng một coil flex có thể khắc phục được vấn đề đồng nhất từ trường nhờ việc coil flex quấn chặt quanh cổ chân bệnh nhân. Ngoài ra, coil flex còn giúp thu nhận tín hiệu từ các cấu trúc bề mặt cổ chân. Tuy nhiên, coil flex thường có số kênh (channel) hạn chế, đặc biệt với dòng máy cộng hưởng từ 1.5 Tesla phổ thông. Do đó nếu chỉ thu hình bằng coil flex, hình ảnh sẽ không đạt chất lượng cần thiết cho chẩn đoán của bác sĩ, đặc biệt với những khu vực có giải phẫu phức tạp như khớp cổ chân. Việc kết hợp coil sọ não và coil flex trong chụp cộng hưởng từ khớp cổ chân sẽ tận dụng tối đa ưu điểm của cả hai loại coil này. Coil flex giúp cố định cổ chân bệnh nhân, đảm bảo cổ chân tiếp xúc sát coil; coil sọ não có nhiều kênh thu nhận tín hiệu, giúp tăng độ phân giải cho hình ảnh. Hình ảnh cộng hưởng từ khớp cổ chân thu được có cường độ tín hiệu lớn, tỉ lệ tín hiệu trên nhiễu (SNR) cao, xóa mờ đồng nhất và không bị ảnh hưởng do bệnh nhân chuyển động trong lúc chụp. Chất lượng hình ảnh tốt hơn giúp bác sĩ dễ dàng phát hiện và đánh giá các tổn thương nhỏ, phức tạp ở khớp cổ chân, từ đó có thể đưa ra chẩn đoán chính xác và phác đồ điều trị hiệu quả.

Kỹ thuật thu hình song song được sử dụng trong nghiên cứu này là GRAPPA (Generalized Autocalibrating Partial Parallel Acquisition). Đây là kỹ thuật ghi nhận tín hiệu đồng thời từ nhiều kênh (channel) của coil, có thể tái tạo hình ảnh từ ít dữ liệu trong không gian k (k space) hơn bình thường, từ đó giảm đáng kể thời gian ghi hình cộng hưởng từ [10]. Kỹ thuật này giúp giảm thời gian chụp nhưng đổi lại tỉ lệ SNR của hình ảnh cũng bị suy giảm. Trong nghiên cứu này, chúng tôi hạn chế sự suy giảm tỉ lệ SNR bằng cách kết hợp kỹ thuật GRAPPA khi chụp với đồng thời hai loại coil. Nghiên cứu của chúng tôi đã chứng minh khi chụp cộng hưởng từ khớp cổ chân bằng hai coil, kết hợp với kỹ thuật GRAPPA vừa giúp giảm đáng kể thời gian chụp, vừa không làm thay đổi chất lượng hình ảnh so với kỹ thuật chụp thông thường, thể hiện qua kết quả tương quan giữa tỉ lệ tín hiệu trên nhiễu

(SNR) cũng như thang điểm đánh giá của các bác sĩ. Trên thực tế tại cơ sở của chúng tôi, khi chụp cộng hưởng từ khớp cổ chân bằng phương pháp kết hợp coil, tổng thời gian chụp giảm từ 12 phút xuống còn 6 phút, đồng thời vẫn đảm bảo chất lượng hình ảnh. Các kết quả này có ý nghĩa lâm sàng quan trọng, giúp nâng cao chất lượng chẩn đoán các bệnh lý ở khớp cổ chân, giảm thời gian chụp cho bệnh nhân, giúp bác sĩ lâm sàng đưa ra các phác đồ điều trị phù hợp, từ đó tăng khả năng phục hồi, giảm biến chứng cho bệnh nhân.

Nghiên cứu của chúng tôi có một số hạn chế. Đầu tiên là kích thước mẫu nhỏ, khó khái quát hoá cho toàn bộ quần thể. Thứ hai, nghiên cứu sử dụng máy cộng hưởng từ 1,5 Tesla, vốn chưa phải là một từ trường mạnh để cho chất lượng hình ảnh tối ưu nhất. Thứ ba, máy cộng hưởng từ được sử dụng trong nghiên cứu này chưa tích hợp các thuật toán tái tạo hình ảnh dựa trên trí tuệ nhân tạo (Artificial Intelligence - AI) hay học sâu (Deep learning - DL) [11, 12] để tăng độ phân giải của hình ảnh. Trong các giai đoạn tiếp theo của nghiên cứu này, chúng tôi đề nghị tăng kích thước cỡ mẫu, tăng số lượng bệnh nhân tham gia nghiên cứu để tăng độ tin cậy của kết quả. Để đảm bảo tính đa dạng của mẫu, có thể chia các bệnh nhân thành các nhóm nhỏ dựa trên các dữ liệu lâm sàng để phân tích sâu hơn và đánh giá sự khác biệt giữa các nhóm. Ngoài ra, chúng tôi đề nghị nghiên cứu so sánh chất lượng hình ảnh chụp cộng hưởng từ khớp cổ chân bằng coil chụp cổ chân chuyên dụng với phương pháp kết hợp hai coil. Cuối cùng, chúng tôi đề nghị nghiên cứu khả năng sử dụng các thuật toán tái tạo AI, DL, kết hợp với việc sử dụng hai coil trên máy cộng hưởng từ từ trường cao hơn để tăng tối đa chất lượng hình ảnh cộng hưởng từ khớp cổ chân.

5. KẾT LUẬN

Phương pháp kết hợp coil sọ não và coil flex cho chất lượng hình ảnh cộng hưởng từ khớp cổ chân tốt hơn đáng kể so với kỹ thuật chụp thường quy là sử dụng một coil sọ não. Việc sử dụng hai loại coil trên kết hợp với kỹ thuật thu hình song song GRAPPA giúp giảm đáng kể thời gian chụp cộng hưởng từ khớp cổ chân, đồng thời không làm giảm chất lượng hình ảnh so với kỹ thuật chụp thông thường.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Sofka CM. Technical Considerations: Best Practices for MR Imaging of the Foot and Ankle. Magn Reson Imaging Clin N Am. 2017;25(1):1-10.

2. Dietrich O, Raya JG, Reeder SB, Reiser MF, Schoenberg SO. Measurement of signal-to-noise ratios in MR images: influence of multichannel coils, parallel

imaging, and reconstruction filters. J Magn Reson Imaging. 2007;26(2):375-85.

3. Asiri A, Dimpudus F, Atcheson N, Al-Najjar A, McMahon K, Kurniawan ND. Comparison between 2D and 3D MEDIC for human cervical spinal cord MRI at 3T. J Med Radiat Sci. 2021;68(1):4-12.

4. Victoria T, Johnson AM, Edgar JC, Zarnow DM, Vossough A, Jaramillo D. Comparison Between 1.5-T and 3-T MRI for Fetal Imaging: Is There an Advantage to Imaging With a Higher Field Strength? AJR Am J Roentgenol. 2016;206(1):195-201.

5. Wong S, Steinbach L, Zhao J, Stehling C, Ma CB, Link TM. Comparative study of imaging at 3.0 T versus 1.5 T of the knee. Skeletal Radiol. 2009;38(8):761-9.

6. Zhao Q, Xu J, Yang YX, Yu D, Zhao Y, Wang Q, et al. AI-assisted accelerated MRI of the ankle: clinical practice assessment. Eur Radiol Exp. 2023;7(1):62.

7. Robinson J. Likert Scale. In: Michalos AC, editor. Encyclopedia of Quality of Life and Well-Being Research.

Dordrecht: Springer Netherlands; 2014. p. 3620-1.

8. Bartalini L. How to Perform an Ankle MR Examination Without a Dedicated Coil: The Combined Head/Neck-Flex Coil Technique.

9. Asher KA, Bangerter NK, Watkins RD, Gold GE. Radiofrequency coils for musculoskeletal magnetic resonance imaging. Top Magn Reson Imaging. 2010;21(5):315-23.

10. Deshmane A, Gulani V, Griswold MA, Seiberlich N. Parallel MR imaging. Journal of Magnetic Resonance Imaging. 2012;36(1):55-72.

11. Kiryu S, Akai H, Yasaka K, Tajima T, Kunimatsu A, Yoshioka N, et al. Clinical Impact of Deep Learning Reconstruction in MRI. RadioGraphics. 2023;43(6):e220133.

12. Lin DJ, Johnson PM, Knoll F, Lui YW. Artificial Intelligence for MR Image Reconstruction: An Overview for Clinicians. J Magn Reson Imaging. 2021;53(4):1015-28.