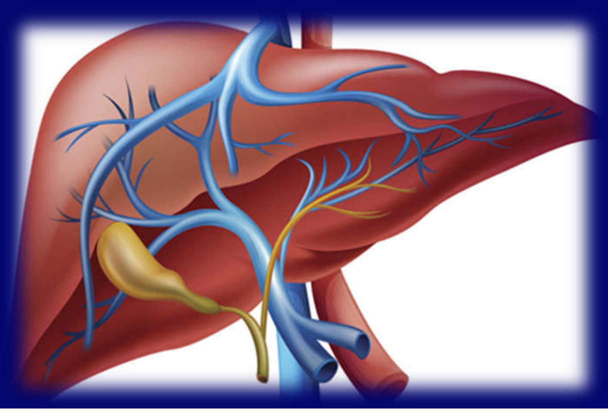
MRI proton density fat fraction (MRI – PDFF)

MEDIC



Dr NGUYEN HO TRUC LINH
Medic Medical Center, Ho Chi Minh City

❖ OVERVIEW

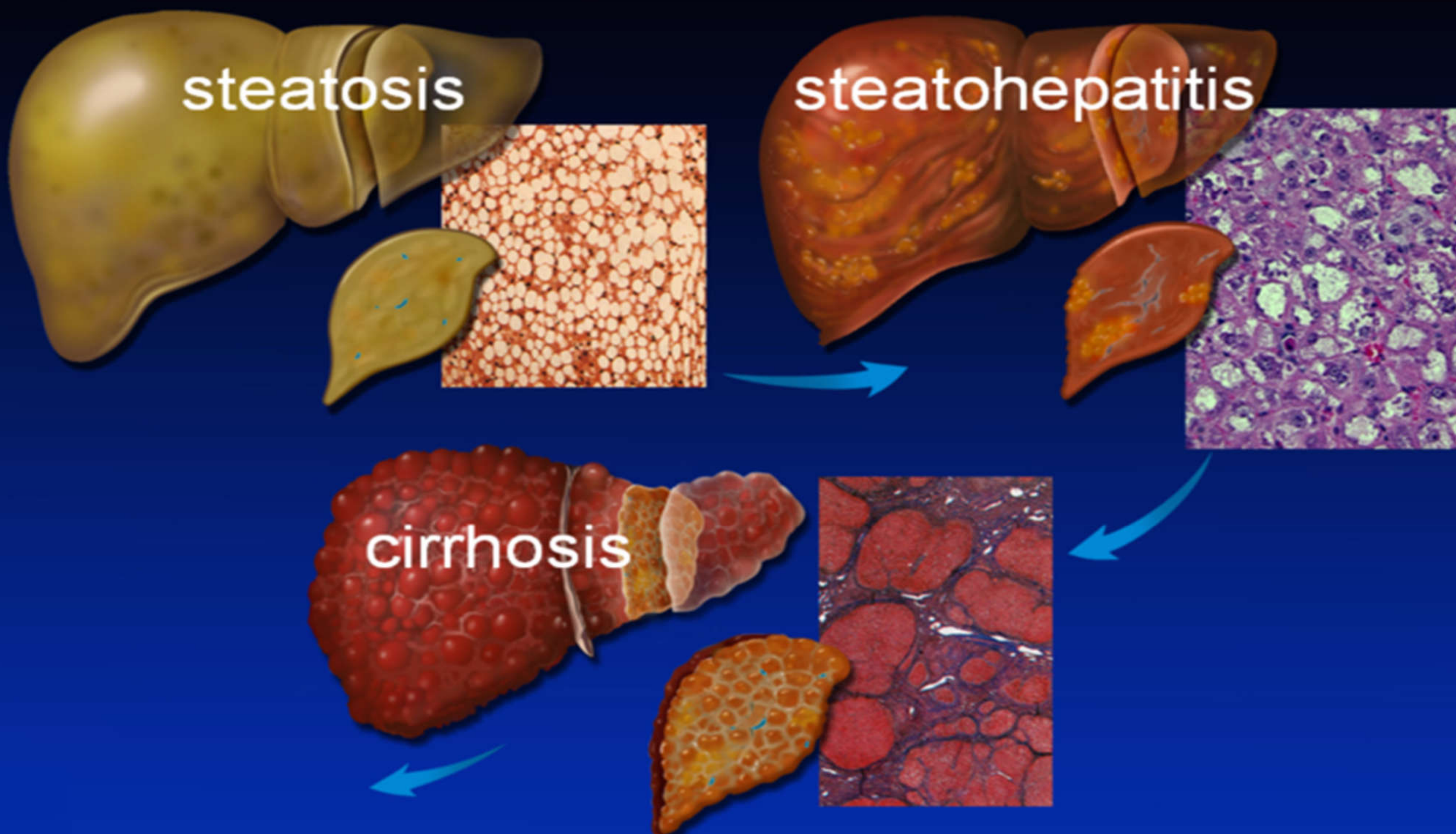
MEDIC

- Bệnh gan nhiễm mỡ không do rượu (NAFLD) là bệnh gan mãn tính phổ biến nhất trên toàn thế giới, với tỷ lệ mắc ngày càng tăng ở người lớn và trẻ em. Sự tích tụ mỡ gan bất thường có hậu quả nghiêm trọng, bao gồm xơ gan, suy gan và ung thư biểu mô tế bào gan. Ngoài ra, gan nhiễm mỡ ngày càng được công nhận là một yếu tố nguy cơ độc lập đối với hội chứng chuyển hóa, đái tháo đường týp 2 và quan trọng nhất là tử vong do tim mạch.
- Trong 2 thập kỷ qua, các phương pháp dựa trên hình ảnh không xâm lấn để đánh giá gan nhiễm mỡ đã được phát triển và phổ biến. MRI PDFF hiện được coi là phương pháp chính xác nhất để định lượng mỡ gan.

❖ OVERVIEW

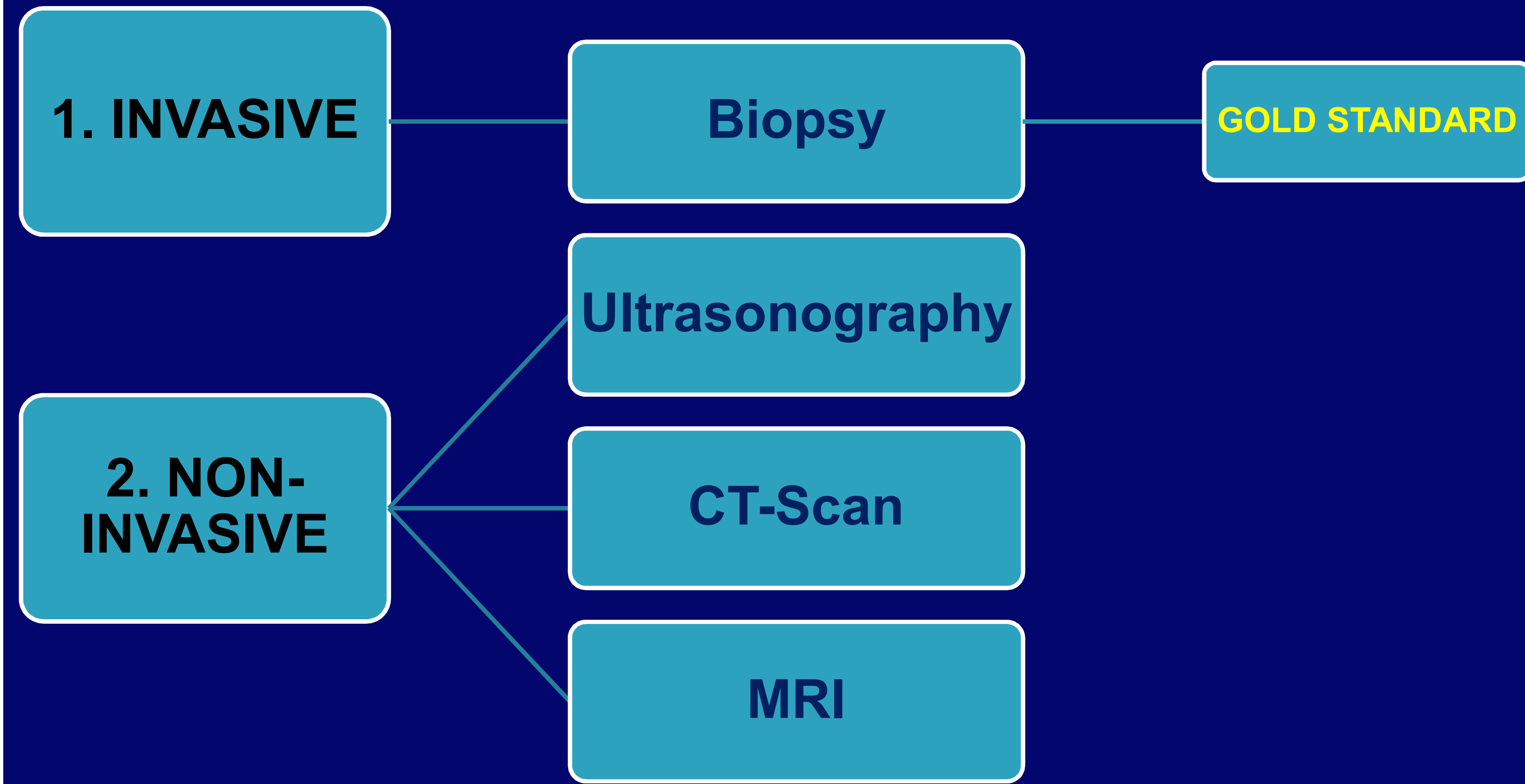
MEDIC

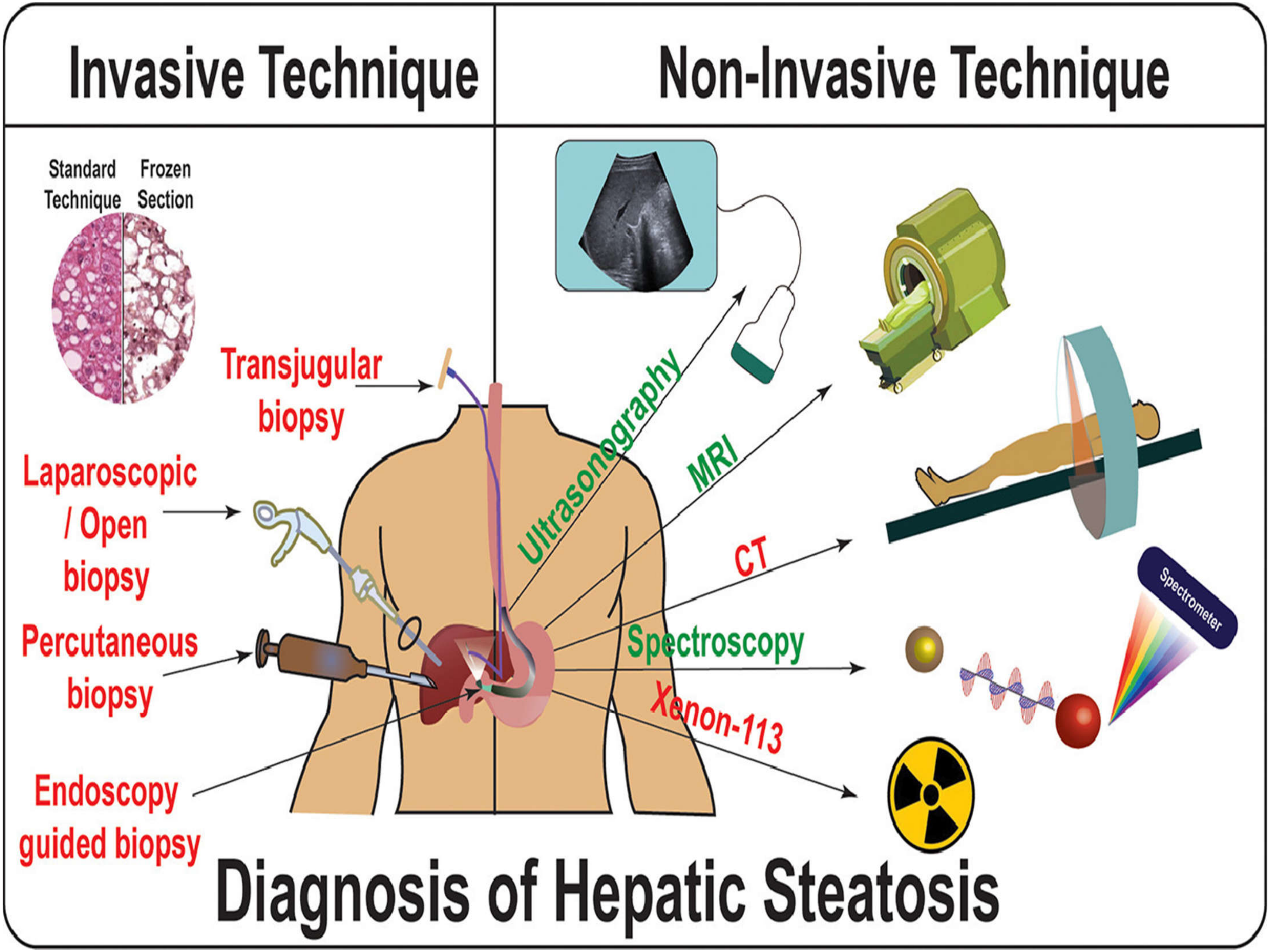
PROGRESSION OF HEPATIC STEATOSIS



Steatosis Diagnosis

MEDIC



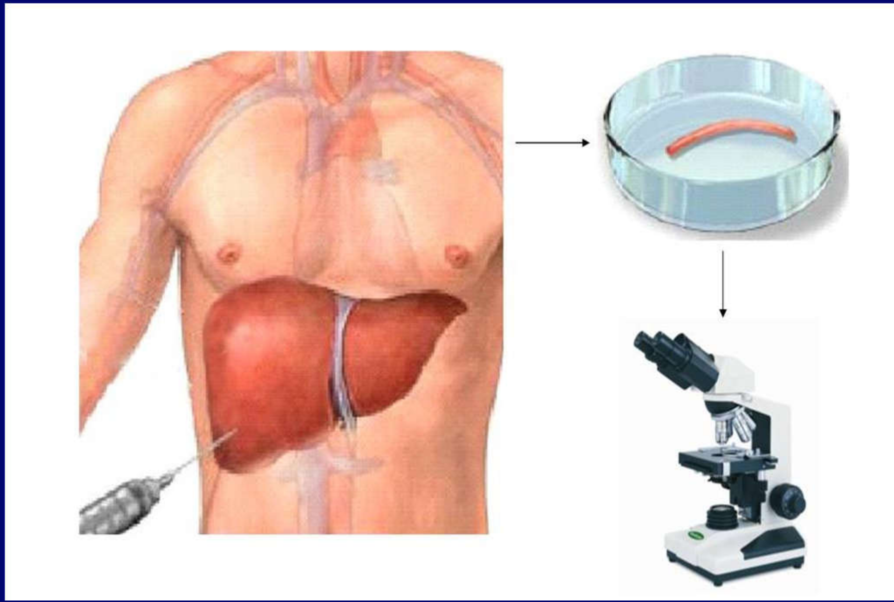

Invasive Technique
Non-Invasive Technique
Standard Technique
Frozen Section
Transjugular biopsy
Laparoscopic / Open biopsy
Percutaneous biopsy
Endoscopy guided biopsy
Ultrasonography
MRI
CT
Spectroscopy
Xenon-113
Spectrometer
Diagnosis of Hepatic Steatosis

Steatosis Diagnosis

MEDIC

- Xâm lấn - biến chứng liên quan đến thủ thuật
- Phụ thuộc vào người lấy mẫu. Kích thước lõi tương đối nhỏ của sinh thiết cũng gây ra lỗi lấy mẫu, đặc biệt là các vùng gan nhiễm mỡ không đồng nhất.
- Một hạn chế quan trọng: tính không thực tế của nó đối với việc đánh giá gan nhiễm mỡ định kỳ và lặp lại.

The GOLD standard: BIOPSY



Steatosis Diagnosis

MEDIC

- 1. INVASIVE
  - Biopsy
    - GOLD STANDARD
- 2. NON-INVASIVE
  - Ultrasonography
  - CT-Scan
  - MRI

Non-invasive Steatosis Diagnosis

MEDIC

	Advantages	Disadvantages	Recommendations
Ultrasound	Safe Widely available Low cost	Indirect measurement Qualitative Operator and calibration dependent Inaccurate for mild steatosis Inaccurate steatosis grading Confounders: obesity, fibrosis Imprecise localization	Clinical care: initial screen Clinical trials: do not recommend
CT	Fast acquisition Easy to perform Straightforward analysis Quantitative	Indirect measurement Variable calibration Inaccurate for mild steatosis Confounders: iron, glycogen Ionising radiation Requires standard acquisition if contrast-enhanced	Clinical care: retrospective with conservative thresholds Clinical trials: do not recommend
MRI-PDFF	Direct measurement Precise fat quantification Highly sensitive and specific Corrects for confounders Fast acquisition	Relatively limited access Claustrophobia Implantable devices	Clinical care: study of choice (if available) Clinical trials: study of choice (if available)

	ƯU ĐIỂM	NHƯỢC ĐIỂM
SIÊU ÂM	▪ An toàn ▪ Phổ biến ▪ Chi phí thấp	▪ Đo lường gián tiếp ▪ Định tính ▪ Phụ thuộc vào BSSA và hiệu chuẩn ▪ Không chính xác đối với gan nhiễm mỡ nhẹ ▪ Phân loại nhiễm mỡ không chính xác ▪ Yếu tố gây nhiễu: béo phì, xơ hóa ▪ Định vị không chính xác
CT-SCAN	▪ Thời gian chụp nhanh chóng ▪ Dễ dàng thực hiện ▪ Phân tích đơn giản ▪ Định lượng	▪ Đo lường gián tiếp ▪ Hiệu chuẩn thay đổi ▪ Không chính xác đối với gan nhiễm mỡ nhẹ ▪ Yếu tố gây nhiễu: sắt, glycogen Bức xạ ion hóa ▪ Yêu cầu lấy chuẩn nếu tiêm chất tương phản
MRI - PDFF	▪ Đo lường trực tiếp ▪ Định lượng mỡ chính xác ▪ Độ nhạy và độ đặc hiệu cao ▪ Hiệu chỉnh các yếu tố gây nhiễu ▪ Thời gian chụp nhanh	▪ Chi phí cao ▪ Claustrophobia ▪ Thiết bị cấy ghép

SO SÁNH	US		CT-SCAN		MRI	
	ĐỘ NHẠY	ĐỘ ĐẶC HIỆU	ĐỘ NHẠY	ĐỘ ĐẶC HIỆU	ĐỘ NHẠY	ĐỘ ĐẶC HIỆU
GAN NHIỄM MỠ NHẸ (BIOPSY 10-20%)	65%	81%	57%	88%	93%	96%
GAN NHIỄM MỠ NẶNG (>30%	80–89%	87–90%	72%	95%	85-100%	81-96%

- **MRI - Compared to other noninvasive methods for detecting mild steatosis (histological grade <5–<10%) with sensitivity and specificity ranging 77–95 and 81–97%, respectively.**

Department of Radiology, University of California San Diego, USA
Department of Radiology, Washington University School of Medicine, USA/2018

❖ WHAT IS MRI – PDFF (proton density fat fraction)?

MEDIC

- Không giống như siêu âm và CT đo độ nhiễm mỡ bằng proxy, MRI đo cường độ tín hiệu (độ sáng) của các proton ở các tần số cộng hưởng khác nhau. Nước cộng hưởng ở một tần số duy nhất, trong khi TG trong máu nhiễm mỡ phức tạp hơn. MRI khai thác sự khác biệt về tần số cộng hưởng proton của nước và TG bằng cách thu được hình ảnh tại các thời điểm phản âm mà tại đó nước và TG lệch pha
- Tín hiệu mỡ gan được tạo ra thông qua hình ảnh PDFF gần như hoàn toàn là do các proton trong TG, tạo nên hầu như tất cả sự tích tụ mỡ bệnh lý trong gan nhiễm mỡ.

❖ WHAT IS MRI – PDFF (proton density fat fraction)?

MEDIC

Hepatic steatosis assessment on MRI has evolved from early methods that only gave qualitative estimates (*i.e.* dual echo chemical shift imaging) to more advanced and fully quantitative methods, meeting the ultimate goal of accurate and precise steatosis measurement. Identification and incorporation of the main confounders were essential steps. These confounders on MRI are R2* decay, the complexity of the fat spectrum and T_1 weighting due to the differing T_1 values of fat and water.[57, 60] Confounder corrected chemical shift-encoded MRI corrects for these three confounders by collecting images at multiple echo times with low flip angle to minimise T_1 weighting and by incorporating the multi-peak structure of fat in the analysis algorithm.[57, 61,62] The end result is the PDFF, which is the (liver fat signal)/(total signal).

The liver fat signal generated through PDFF imaging is due almost entirely to protons in TG, which make up virtually all of the pathological fat accumulation in hepatic steatosis.[63] While liver fat may contain trace contributions from other lipids, these are not detected on MR as they have ultrashort T_2s due to being bound in components of normal tissue, *i.e.* cell walls. Water also has an invisible ultrashort T_2 fraction, as it is bound to protein such as collagen. Thus, PDFF signal can be defined as the fraction of proton signal from mobile fat normalised by the total proton signal from all mobile proton species.

❖ WHAT IS IDEAL IQ SEQUENCE?

MEDIC

- IDEAL IQ là một chuỗi xung cung cấp các phép đo tỷ lệ % mỡ toàn bộ gan theo thể tích, và đo nồng độ sắt trong gan, chỉ với một lần nín thở (khoảng 18s)
- Xung IDEAL IQ tách tín hiệu nước và chất béo bằng cách thu hình nhiều lần các phản hồi từ chất béo và nước; trong các giai đoạn tương đối khác nhau. IDEAL IQ cung cấp hai bản đồ:

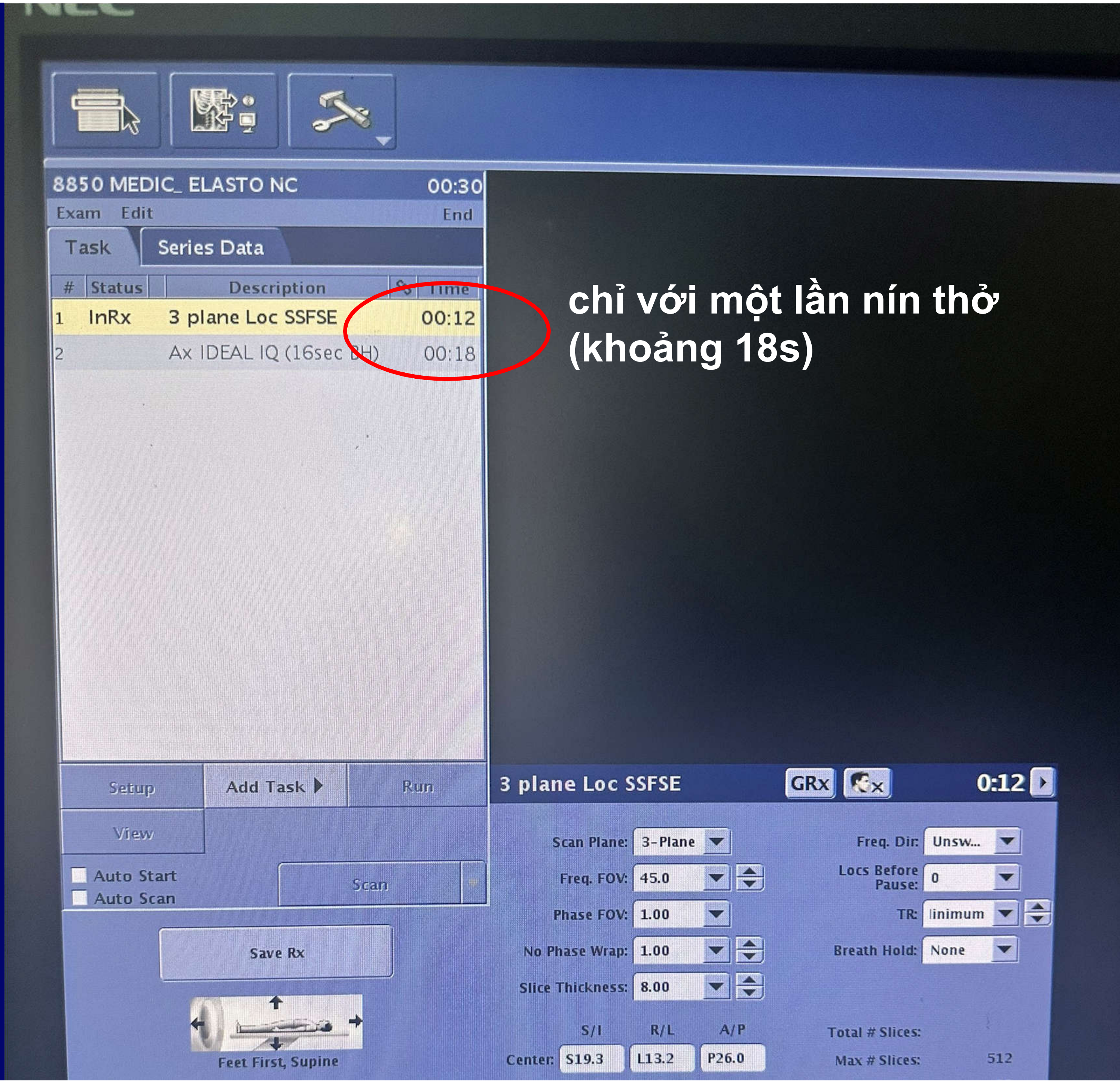
1. Fat Fraction: là thước đo định lượng mỡ gan. Đây là một phương pháp không xâm lấn để định lượng hàm lượng chất béo trong gan.

2. R2* là nghịch đảo của tốc độ hồi phục T2*. Cho phép đo định lượng nồng độ sắt trong gan.

MEDIC

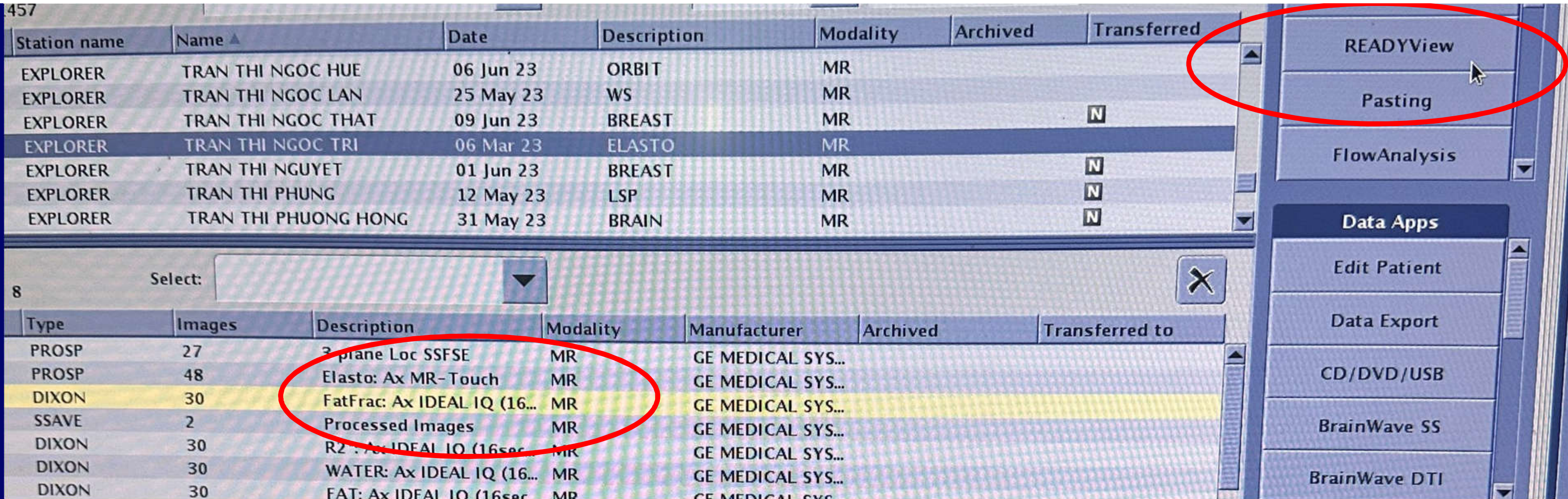
- Ở trung tâm y khoa Medic Hòa Hảo, việc định lượng mỡ trong gan (MRI – PDFF) được thực hiện với tổng thời gian chỉ khoảng dưới 3 phút, với máy MRI GE 1.5Tesla, không tiêm thuốc tương phản


SIGNA
Explorer
MEDIC

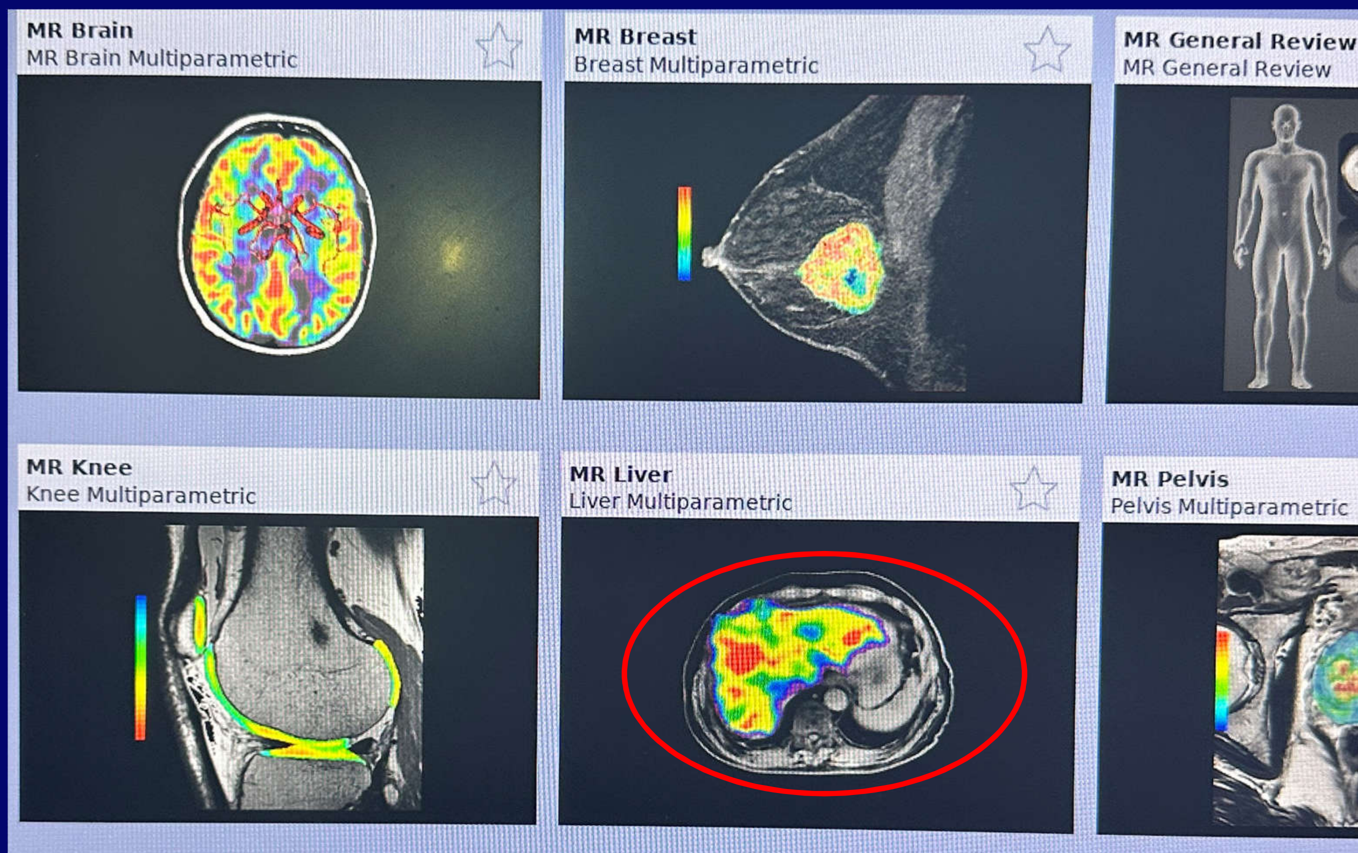


chỉ với một lần nín thở (khoảng 18s)

MEDIC


457
Station name
Name
Date
Description
Modality
Archived
Transferred
EXPLORER TRAN THI NGOC HUE 06 Jun 23 ORBIT MR
EXPLORER TRAN THI NGOC LAN 25 May 23 WS MR
EXPLORER TRAN THI NGOC THAT 09 Jun 23 BREAST MR N
EXPLORER TRAN THI NGOC TRI 06 Mar 23 ELASTO MR
EXPLORER TRAN THI NGUYET 01 Jun 23 BREAST MR N
EXPLORER TRAN THI PHUNG 12 May 23 LSP MR N
EXPLORER TRAN THI PHUONG HONG 31 May 23 BRAIN MR N
READYView
Pasting
FlowAnalysis
Data Apps
Edit Patient
Data Export
CD/DVD/USB
BrainWave SS
BrainWave DTI
Select:
8
Type
Images
Description
Modality
Manufacturer
Archived
Transferred to
PROSP 27 3-plane Loc SSFSE MR GE MEDICAL SYS...
PROSP 48 Elasto: Ax MR-Touch MR GE MEDICAL SYS...
DIXON 30 FatFrac: Ax IDEAL IQ (16... MR GE MEDICAL SYS...
SSAVE 2 Processed Images MR GE MEDICAL SYS...
DIXON 30 MR GE MEDICAL SYS...
DIXON 30 WATER: Ax IDEAL IQ (16... MR GE MEDICAL SYS...
DIXON 30

MEDIC

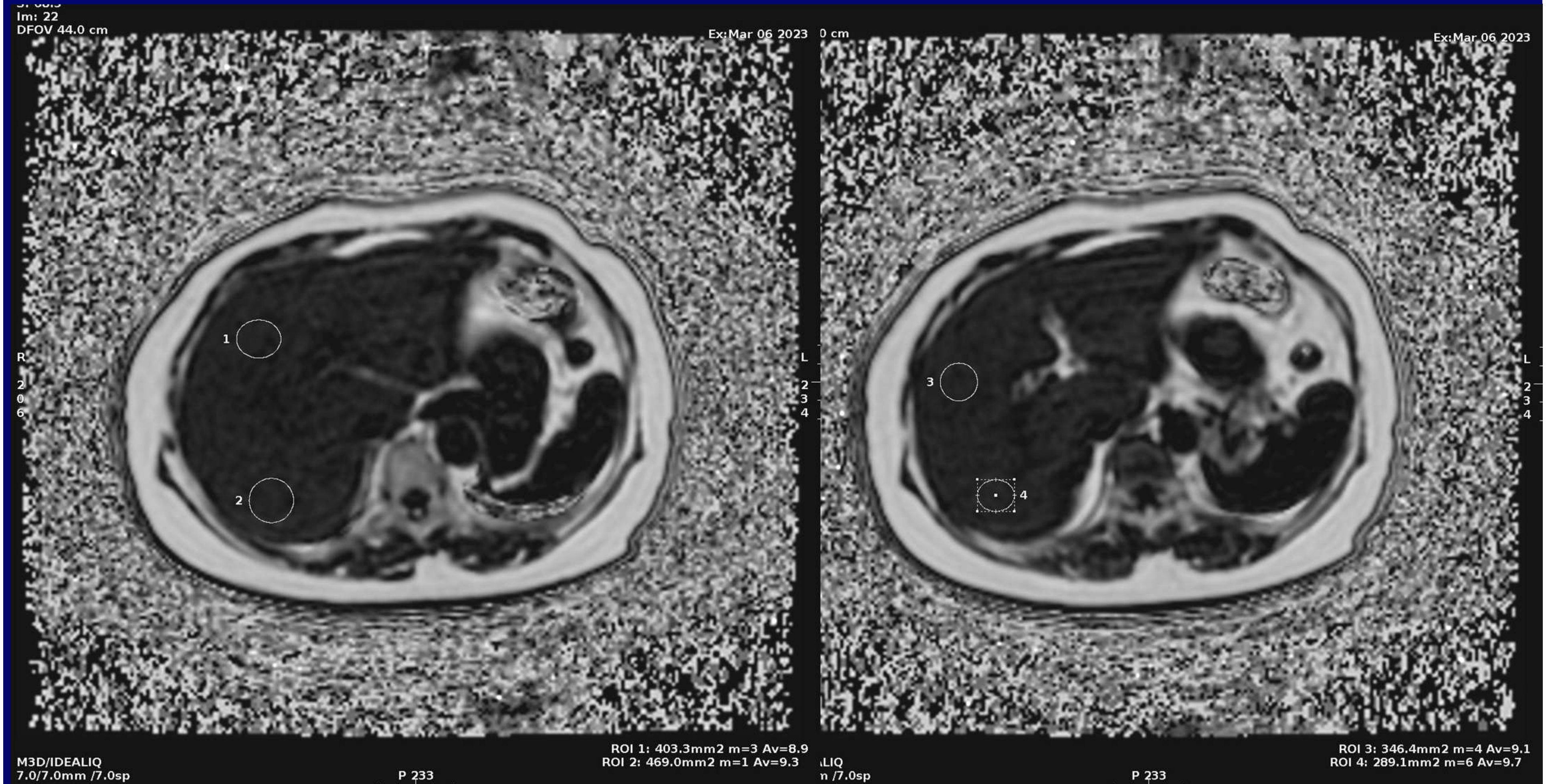

MR Brain
MR Brain Multiparametric
MR Breast
Breast Multiparametric
MR General Review
MR General Review
MR Knee
Knee Multiparametric
MR Liver
Liver Multiparametric
MR Pelvis
Pelvis Multiparametric

MEDIC

CÁCH ĐỊNH LƯỢNG MỠ QUA CHUỖI XUNG IDEAL IQ – MRI:

- Luôn thực hiện IDEAL IQ không tiêm chất tương phản
- Thu hình chưa đến 20s chỉ trong 1 lần nín thở
- Lấy mẫu thùy phải và trái của gan - Đo lường ít nhất 2 ROI (4 ROI)
- Mỗi ROI phải có bán kính ít nhất ~2cm
- Lấy giá trị trung bình của 4 ROI (Av) trên ảnh FF (tính bằng %)
- Tránh các mạch máu lớn, đường mật giãn hoặc các xảo ảnh khi vẽ ROI

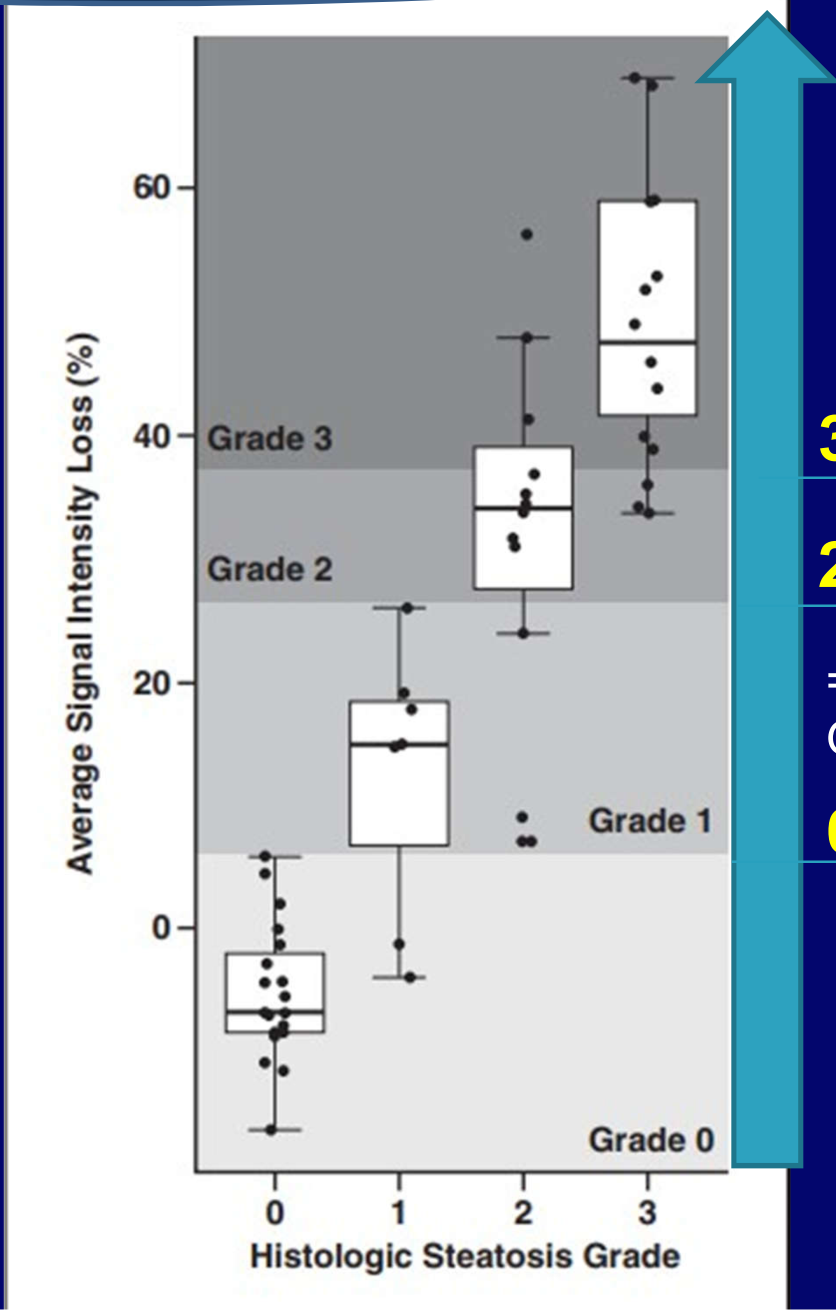
IDEAL IQ – FAT FRACTION



ROI 1: 8.9
ROI 2: 9.3
=> AVG: 9.25%

ROI 3: 9.1
ROI 4: 9.7

❖ Reference scores of MRI – PDFF:



36.9 %

26.2%

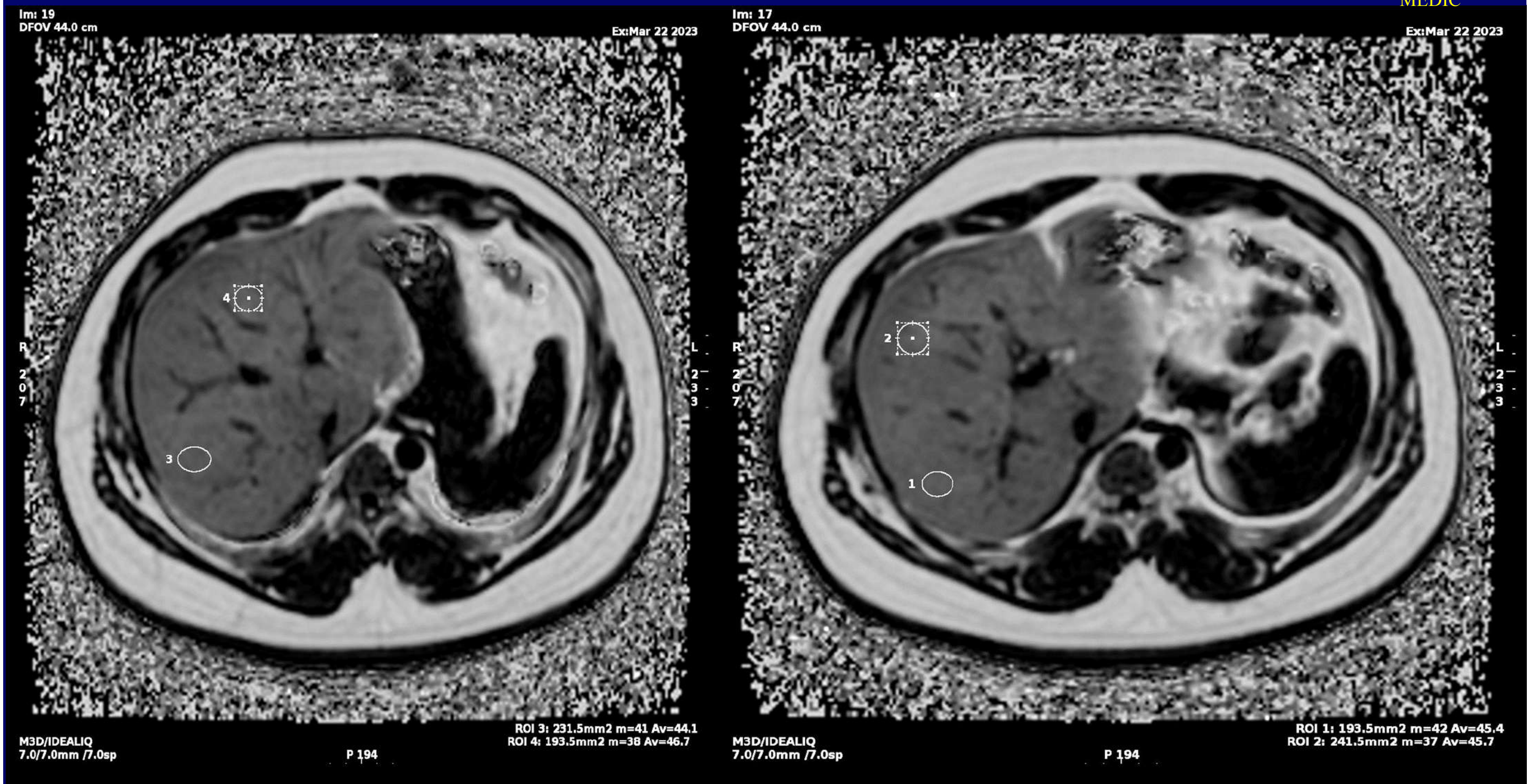
=> AVG: 9.25% = >
GAN NHIỄM MỠ ĐỘ I

6%

https://www.ajronline.org/doi/pdf/10.2214/AJR.11.6729

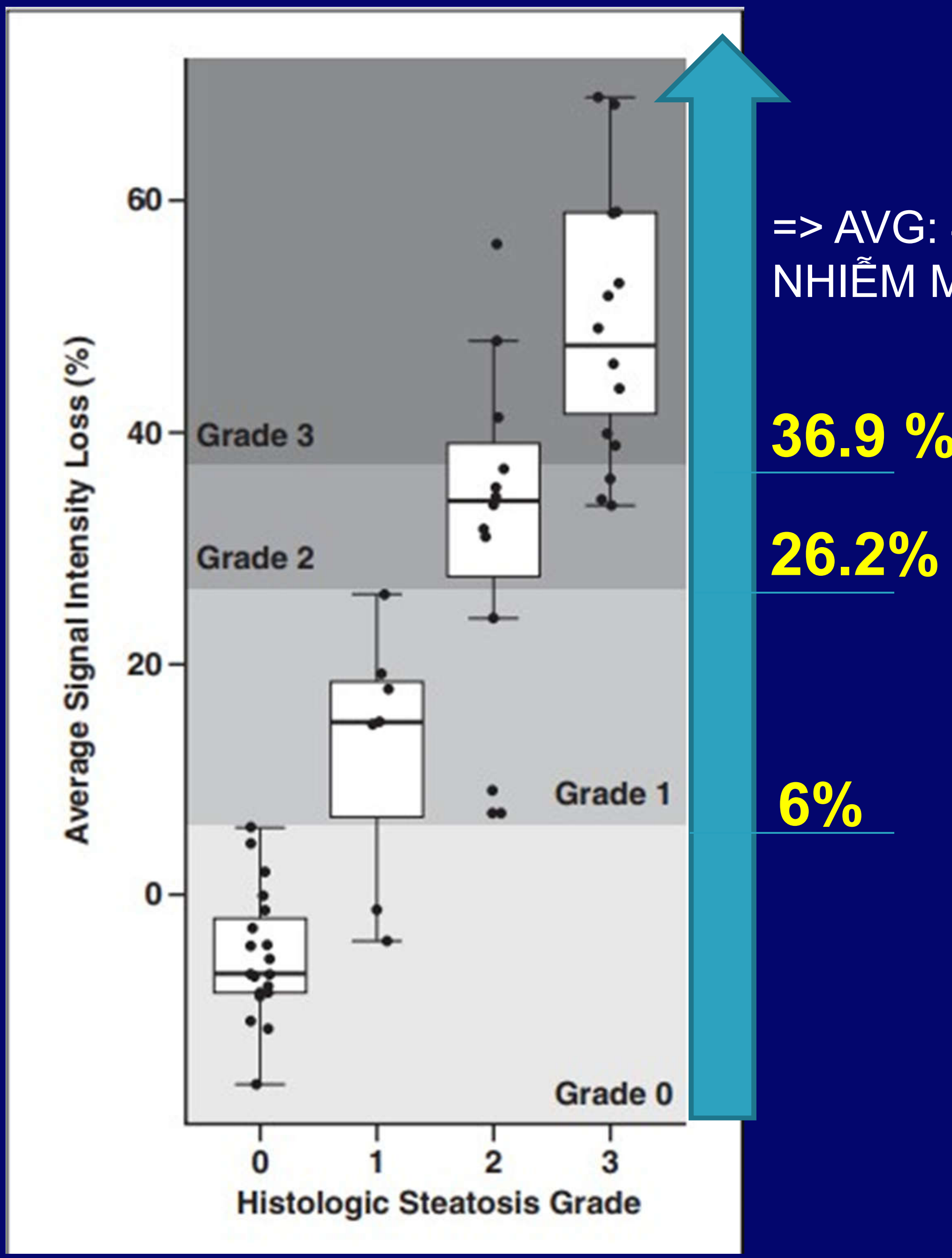
IDEAL IQ – FAT FRACTION

MEDIC



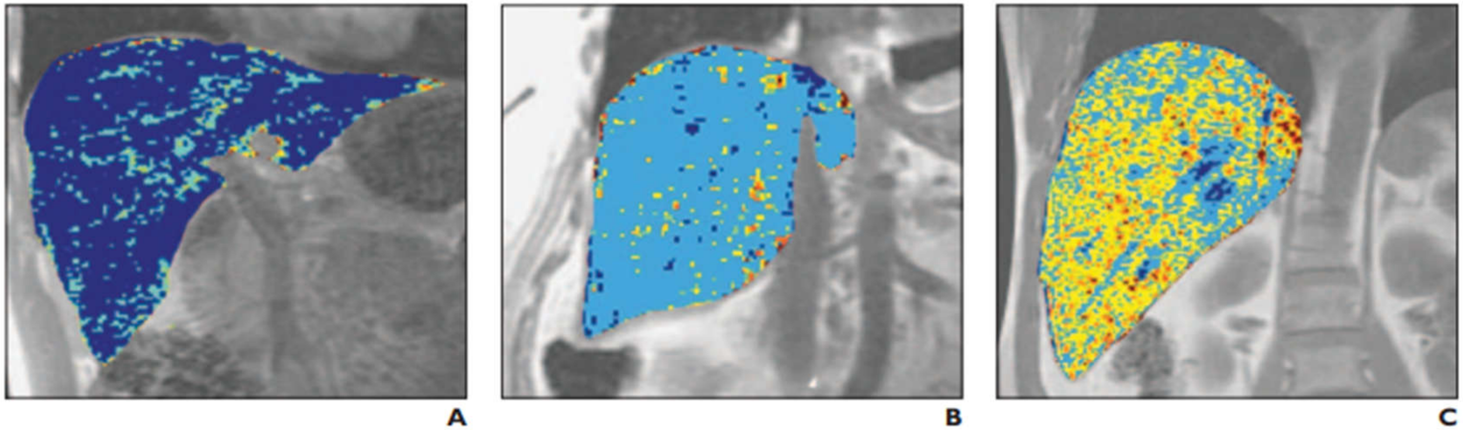
ROI 1: 44.1%
ROI 2: 40.7%
=> AVG: 44%

ROI 3: 45.4%
ROI 4: 45.7%



=> AVG: 44% = > GAN NHIỄM MỠ ĐỘ III

MEDIC



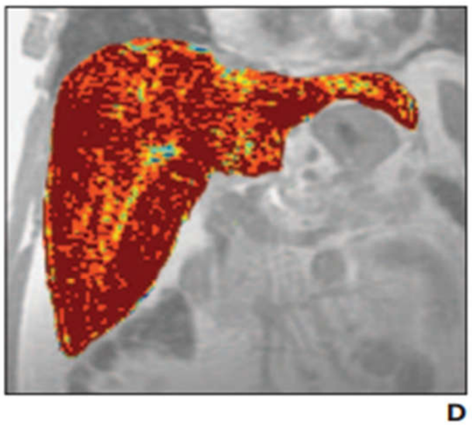
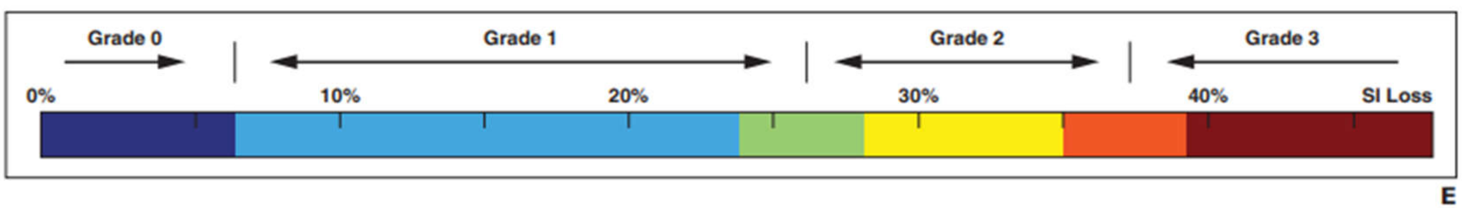
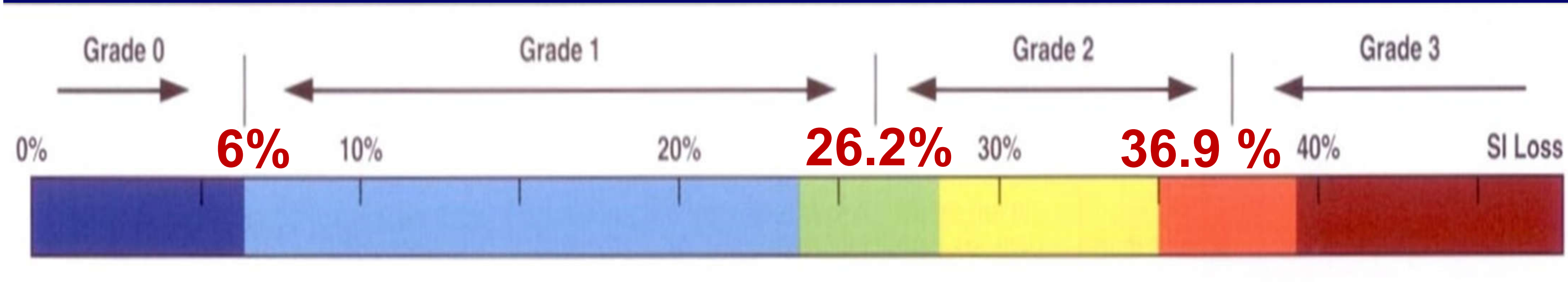


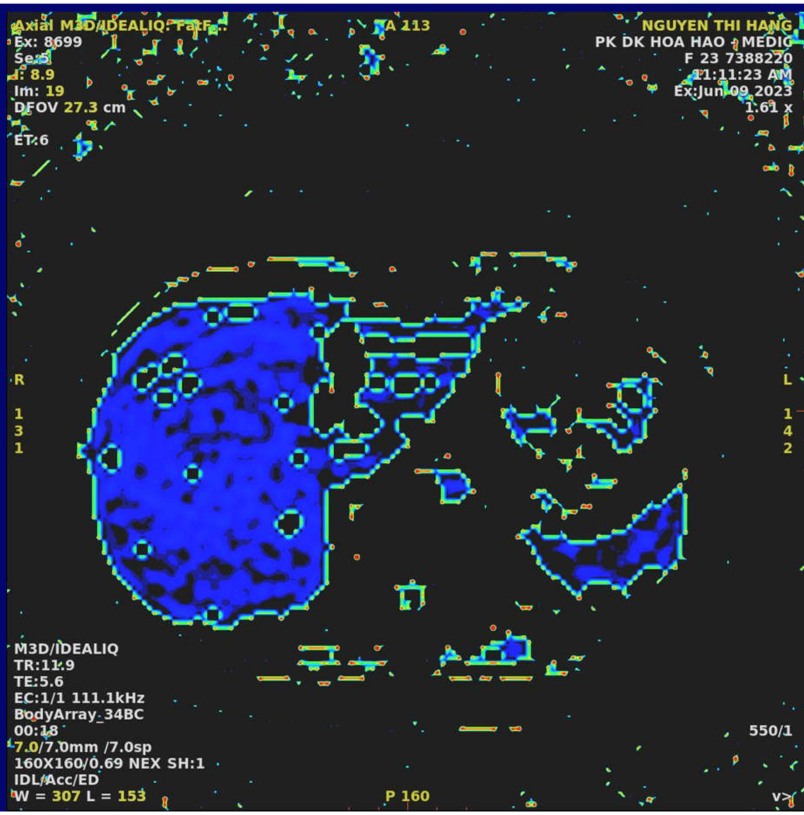
Fig. 3—Sample signal intensity (SI) loss color maps for four different subjects.
A, 28-year-old healthy male volunteer with grade 0 steatosis.
B, 58-year-old woman with grade 1 steatosis.
C, 38-year-old man with grade 2 steatosis.
D, 60-year-old woman with grade 3 steatosis.
E, Corresponding color scale of SI loss percentages used for all color maps.



❖ Color mapping system: Steatosis grades relative to % liver fat.

MEDIC





❖ CONCLUSION:

MEDIC

- MRI-PDFF là kỹ thuật không xâm lấn có độ nhạy và độ đặc hiệu cao nhất, an toàn trong định lượng mỡ trong gan.
- Có thể thay thế phương pháp sinh thiết gan không cần thiết, nguy cơ tai biến.
- Có thể được chỉ định để đo mỡ trong gan của người hiến tạng còn sống, hay định lượng mỡ trong các bệnh lý gan nhiễm mỡ do rối loạn chuyển hóa (trẻ em) mà không cần sinh thiết

❖ CONCLUSION:

MEDIC

- Có mối liên hệ nghịch đảo giữa gan nhiễm mỡ và các biến chứng xơ gan. Gan nhiễm mỡ giảm khi quá trình xơ hóa gan tiến triển thành xơ gan. Suy dinh dưỡng rất phổ biến trong bệnh xơ gan và sự hiện diện của nó mang ý nghĩa tiên lượng quan trọng.
- Do đó, bệnh nhân mắc NAFLD nên được phân độ theo mức độ xơ hóa gan, và phép đo định lượng mỡ trong gan có thể giúp đánh giá tiến triển và tiên lượng của NAFLD.
- <u>Cho nên: Có thể tiến hành đồng thời với chụp cộng hưởng từ đàn hồi gan để định lượng độ xơ hóa gan với tổng thời gian chỉ dưới 7 phút – giúp kết hợp theo dõi và đánh giá đáp ứng điều trị trên các BN NAFLD</u>
- Có thể kết hợp chụp MRI bụng để phát hiện tổn thương / u gan.

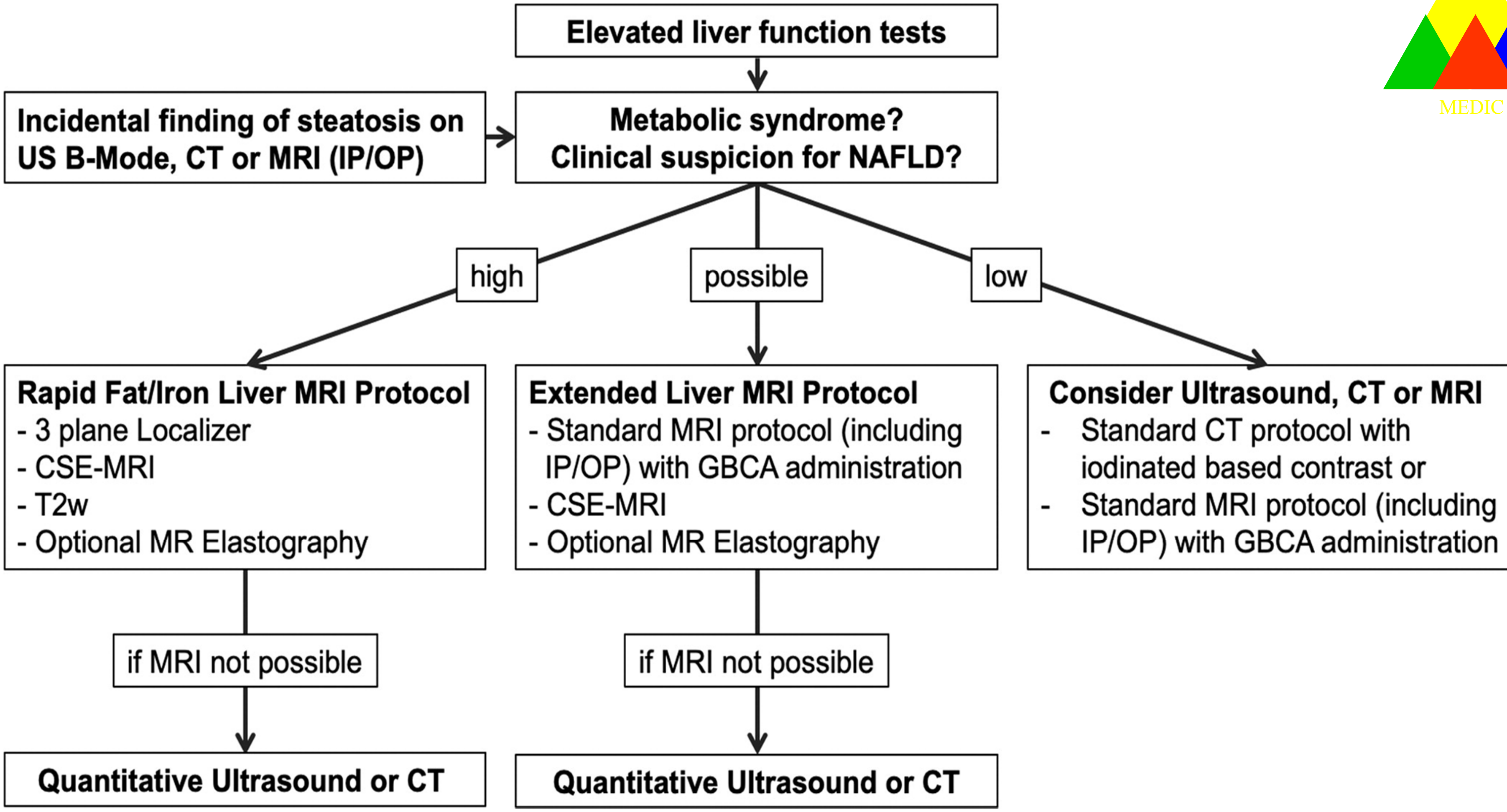
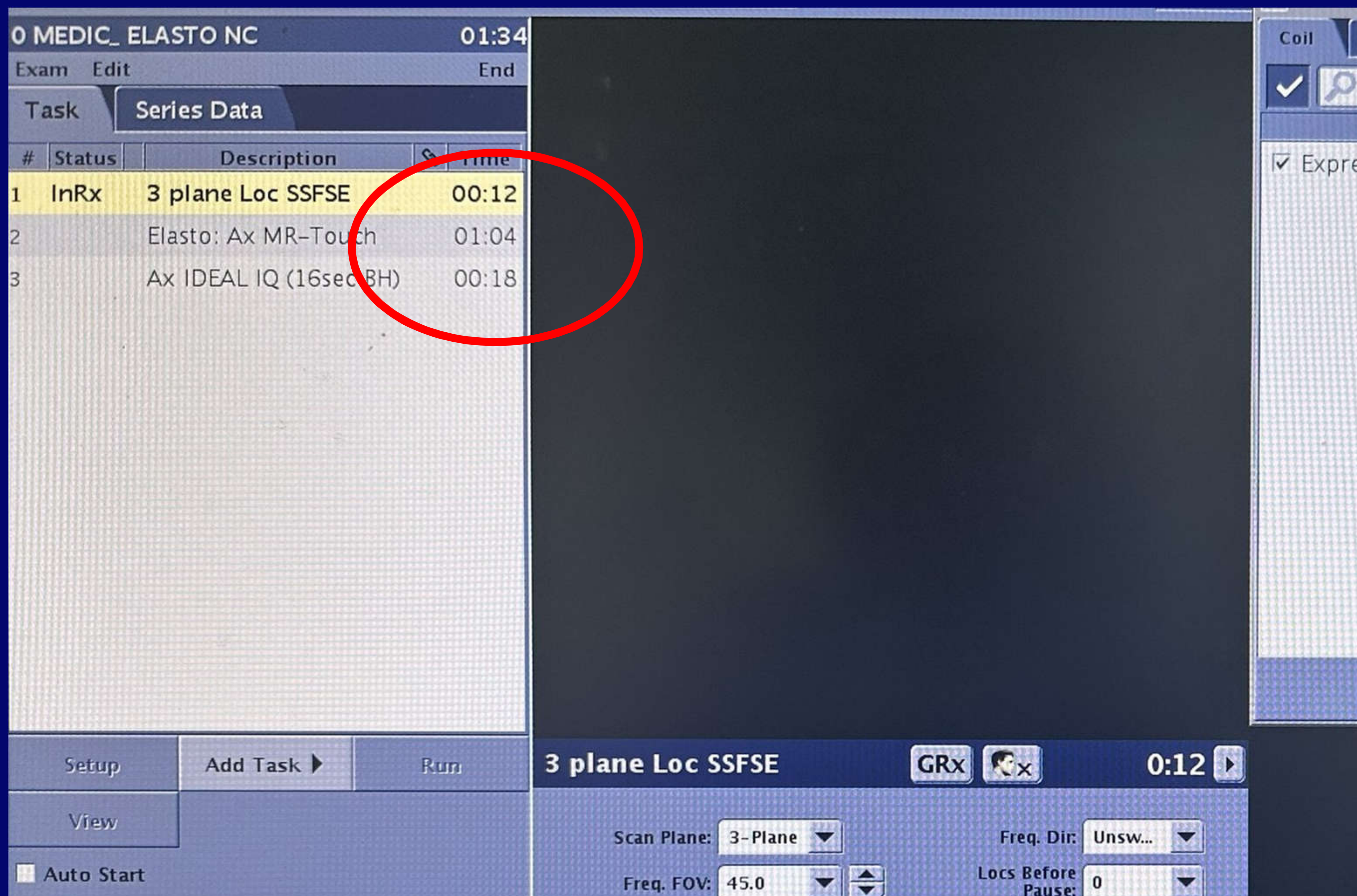


Figure 8: Flow chart shows diagnostic imaging work-up for hepatic steatosis and nonalcoholic fatty liver disease (NAFLD). In patients with abnormal liver function tests or incidental findings of hepatic steatosis at imaging and high clinical suspicion for NAFLD, a rapid MRI protocol targeted for liver fat quantification is the method of choice to estimate steatosis severity. MRI elastography might be added to assess stiffnesses of liver tissue and fibrosis presence. If the probability of having NAFLD is lower, but steatosis cannot be excluded, an extended liver protocol should be considered. CSE-MRI = chemical shift–encoded MRI, GBCA = gadolinium-based contrast agent, IP/OP = in-phase and opposed-phase imaging, T2w = T2-weighted imaging.

Starekova J. Published Online: September 21, 2021
https://doi.org/10.1148/radiol.2021204288
Radiology

CHỤP MRI-PDFF + MR-ELASTOGRAPHY:



CHỨC NĂNG	CHUỖI XUNG	TG CHỤP	Số lần nín thở
1. ĐỊNH LƯỢNG MỠ	3D IDEAL IQ BH	18s	1
2. ĐO ĐỘ ĐÀN HỒI	ELASTO AX MRI TOUCH	1m4s	5

❖ References:

- https://www.ajronline.org/doi/pdf/10.2214/AJR.11.6729
- https://pubs.rsna.org/doi/10.1148/radiol.14140754
- https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6223150/
- https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30899974/
- https://www.nature.com/articles/s41430-022-01215-1
- Các cases lâm sàng từ BN đến khám và chụp MRI tại Medic Hòa Hảo

MEDIC

MEDIC

THANKS FOR LISTENING!