

Hepatosteatozun Tanı ve Takibinde Radyolojik Yöntemler

Dr. Hüseyin Gökhan Yavaş
Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi
Girişimsel Radyoloji Bölümü

Terminoloji Değişikliği: NAFLD'den MASLD'ye

MASLD (Metabolic Dysfunction-Associated Steatotic Liver Disease): Karaciğer yağlanması + en az 1 kardiyometabolik risk faktörü.

MASH (Metabolic Dysfunction-Associated Steatohepatitis): Enflamasyon ve hepatosit hasarı ile seyreden form.

MASLD Spektrumu: Basit steatoz -> MASH -> Fibrozis -> Siroz -> HCC.

Yeni terminoloji, damgalanmayı önlemek ve patofizyolojiyi (metabolik disfonksiyon) vurgulamak amacıyla geliştirilmiştir.

Epidemiyoloji ve MASLD Progresyonu

Küresel prevalans: Yetişkin popülasyonun yaklaşık %30'u.

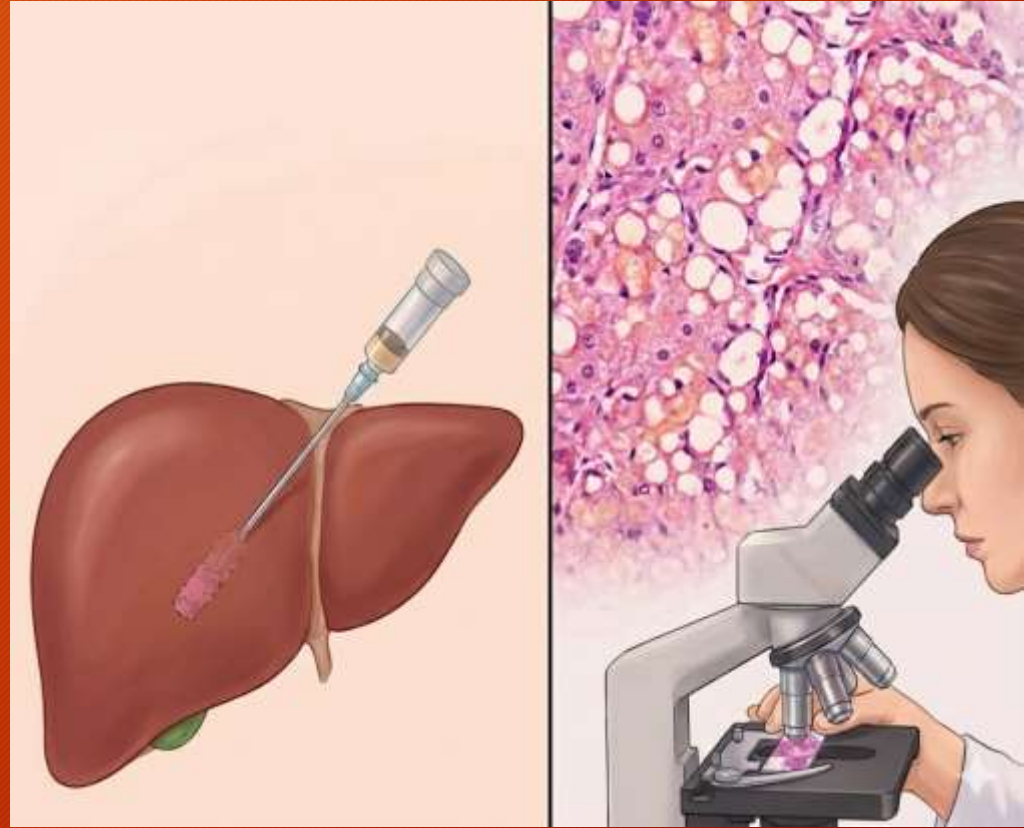
Tip 2 Diyabet (T2D) hastalarında prevalans %70'in üzerinde.

Fibrozis evresi, MASLD hastalarında mortalitenin en güçlü bağımsız prediktör.

Kardiyovasküler hastalıklar, siroz öncesi en sık ölüm nedeni (HR: 1.40).

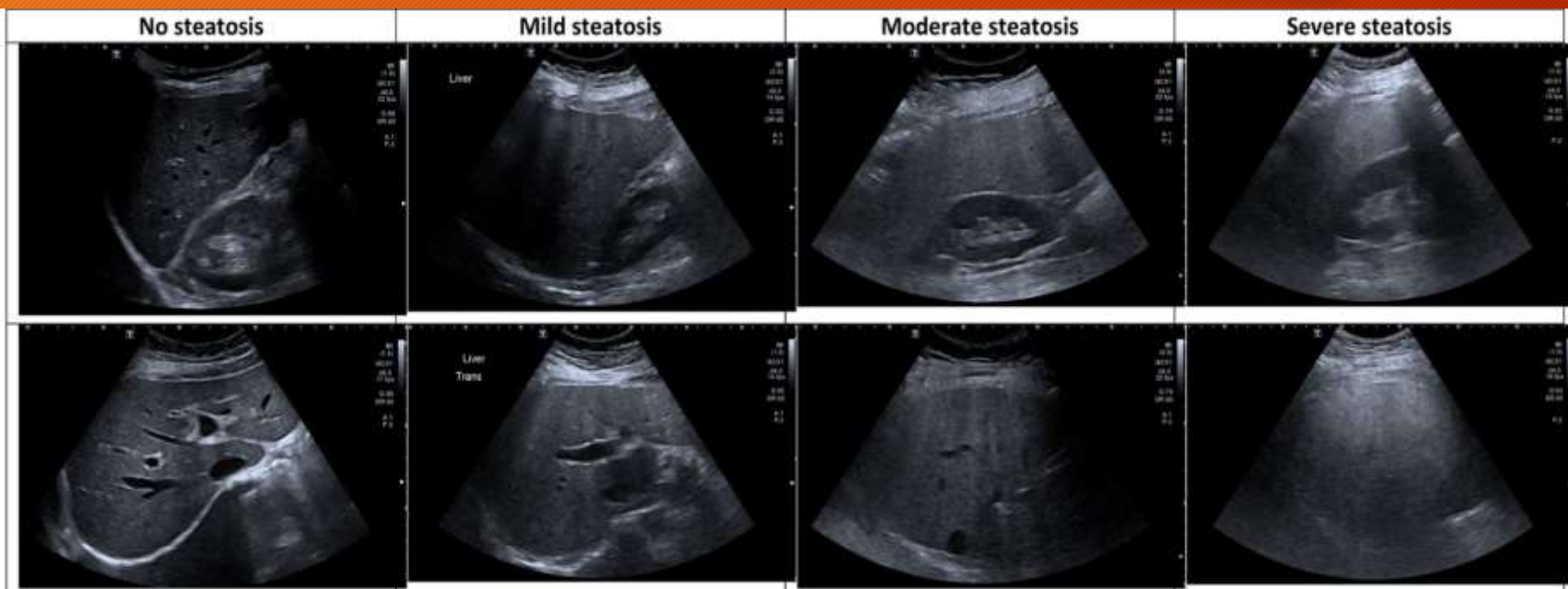
Karaciğer Biyopsisi: Altın Standart mı?

- Hala steatohepatit (MASH) tanısı ve fibrozis evrelemesinde altın standart.
- Kısıtlılıklar: İnvazivlik (%0.01-0.3 komplikasyon riski), örnekleme hatası.
 - Örnekleme Hatası: 1/50.000 oranında karaciğer dokusu (yaklaşık 15-40 mg) tüm organı temsil etmeyebilir.
- Gözlemciler arası değişkenlik (Inter-observer variability) kappa değerleri orta düzeydedir.



Konvansiyonel B-Mod Ultrasonografi

- Birinci basamak görüntüleme yöntemi (Duyarlılık: %84.8, Özgüllük: %93.6).
- Görsel Bulgular: Ekojenite artışı ('parlak karaciğer'), vasküler yapıların silinmesi, posterior atenüasyon.
- Dezavantajlar: Hafif yağlanmada (%<20-30) duyarlılık %60'lara düşer.
- Subjektif değerlendirme ve obezitede (BMI > 35) teknik kısıtlılıklar.



Tan ZX, Mehta B, Kusel K, Seow J, Zelesco M, Abbott S, Simons R, Boardman G, Welman CJ, Ayonrinde OT. Hepatic steatosis: Qualitative and quantitative sonographic assessment in comparison to histology. *Australas J Ultrasound Med*. 2024 Apr 25;27(3):179-188. doi: 10.1002/ajum.12381. PMID: 39328258; PMCID: PMC11423484.

Hepatorenal İndeks (HRI): Kantitatif USG

- Karaciğer parankimi ile böbrek korteksi ekojenitesinin ROI ile oranlanmasıdır.
 - Subjektiviteyi azaltır.
- Eşik değer
 - >1.28 - 1.34 aralığı steatozu (% >5) öngörmede yüksek duyarlılık
 - >2.0: Şiddetli steatoz (S3) göstergesi.
- Kısıtlılık: Böbrek hastalığı varlığında (kortikal ekojenite artışı) hatalı sonuç verebilir.

SC6-1s
Adult ABD

AP 93.33% MI 1.4 TIS 0.3

m

L

RC

-0

-5

HRI	1.46
Liver Mean	95.00
Liver ROI Depth	6.07 cm
Liver ROI Diam	0.60 cm
Liver ROI Area	0.29 cm ²
Rt Renal Cortex Mean	65.00
Rt Renal Cortex ROI Depth	5.94 cm
Rt Renal Cortex ROI Diam	0.40 cm
Rt Renal Cortex ROI Area	0.12 cm ²

94/94

2D-Shear Wave Elastografi (2D-SWE)

- Prensip: Akustik radyasyon kuvveti ile dokuda 'shear wave' oluşturulması ve hızının ölçülmesi (m/s veya kPa).
- Anatomik görüntüleme eşliğinde ROI ölçümü (vaskülerite olmayan, homojen alan seçilebilir)
- Fibrozis evrelemesinde kullanılır.
 - F2 (Anlamlı Fibrozis): >7.1 kPa
 - F3 (İleri Fibrozis): >8.7 kPa
 - F4 (Siroz): >10.4 kPa
- Siroz (F4) tanısında sAUC: 0.88; Gelişmiş fibrozis ($F \geq 3$) sAUC: 0.85.

AP 93.33% MI 1.4 TIS 0.6

E 30 kPa



M-STB Index: ★★★★★



RLB Index = 100%

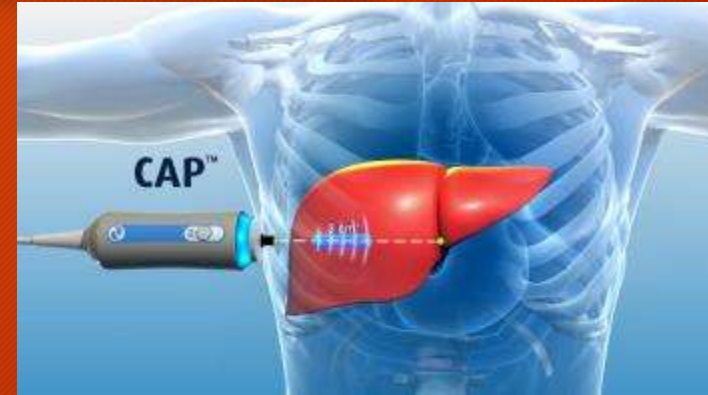
No.1: Elas. Diam: 15mm
E(kPa): A
Mean: 4.82
Max: 11.77
Min: 2.73
SD: 1.14
RLB Index: 100.0%



-0
-5
-10

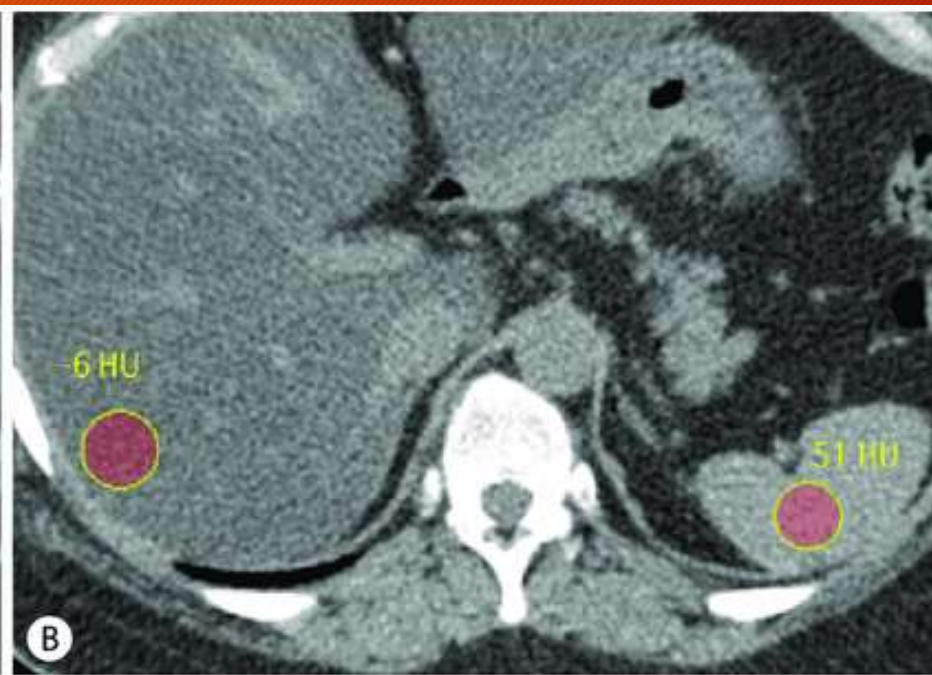
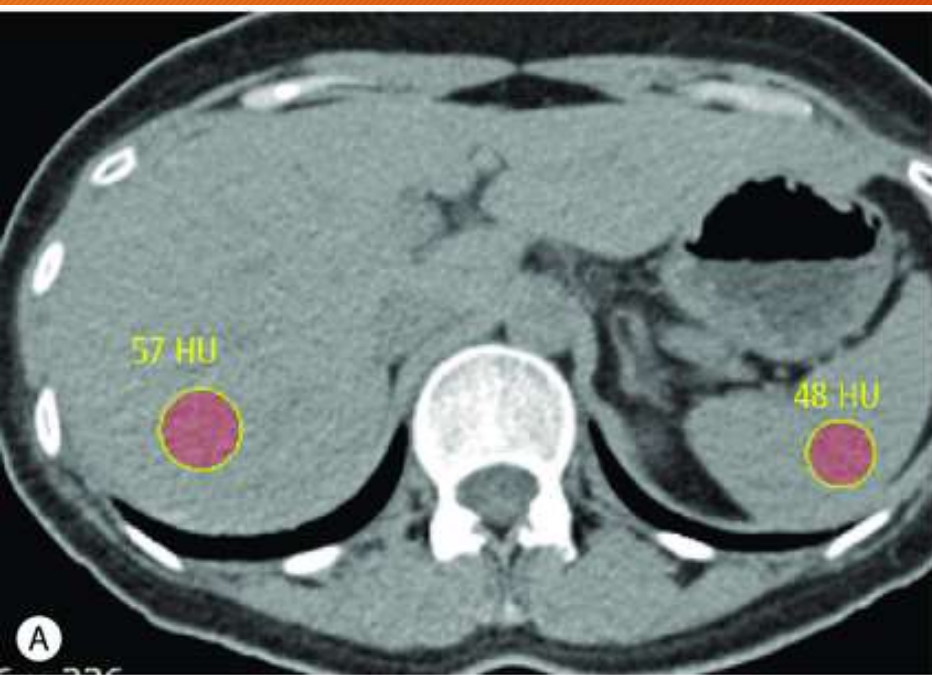
FibroScan (VCTE) ve CAP

- Vibration-Controlled Transient Elastography (VCTE): Karaciğer sertliği ölçümü (LSM).
- Controlled Attenuation Parameter (CAP): Ultrason sinyalindeki zayıflamayı (dB/m) ölçerek steatozu derecelendirir.
- S1 (>%5 yağlanma): >248-268 dB/m
- S2 ve S3 ayırımında yüksek doğruluk sağlar.
 - S2 (>%33 yağlanma): >280-300 dB/m
 - S3 (>%66 yağlanma): >310-330 dB/m



Bilgisayarlı Tomografi (BT) ile Değerlendirme

- Yağ birikimi karaciğerin X-ışını atenuasyonunu (HU) düşürür.
- Kontrastsız BT: Karaciğer HU < 40 veya Karaciğer-Dalak farkı < -10 HU ise steatoz tanısı konur.
- Kısıtlılıklar: İyonize radyasyon, demir yükü (HU'yu artırır) ve hafif steatozda düşük duyarlılık.
- Fırsat: Kardiyak BT veya abdominal BT tetkiklerinde 'fırsatçı' (opportunistic) steatoz taraması.

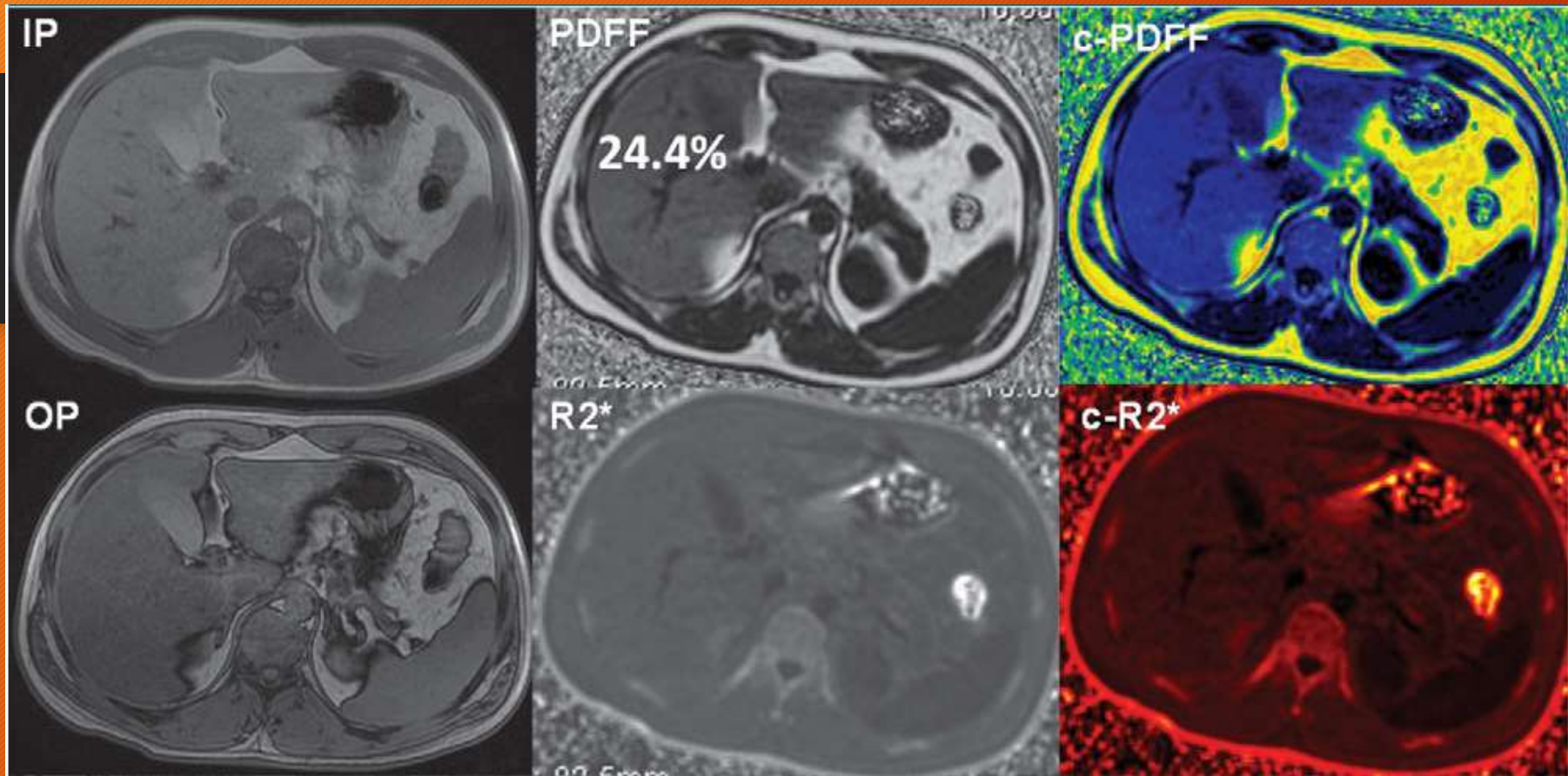


MRG Proton Density Fat Fraction (MR-PDFF)

- Karaciğerdeki yağ içeriğini tüm organ düzeyinde kantitatif olarak ölçen 'altın standart' görüntüleme yöntemi.
- Histolojik steatoz derecesi ile korelasyonu $r = 0.98$ 'dir.
 - S1: %5 - 15
 - S2: %16 - 25
 - S3: >%25
- Avantaj: Yağ dağılımı heterojen olsa dahi tüm karaciğeri haritalandırabilir.
- Hafif steatoz saptamada USG ve BT'den çok daha üstündür.

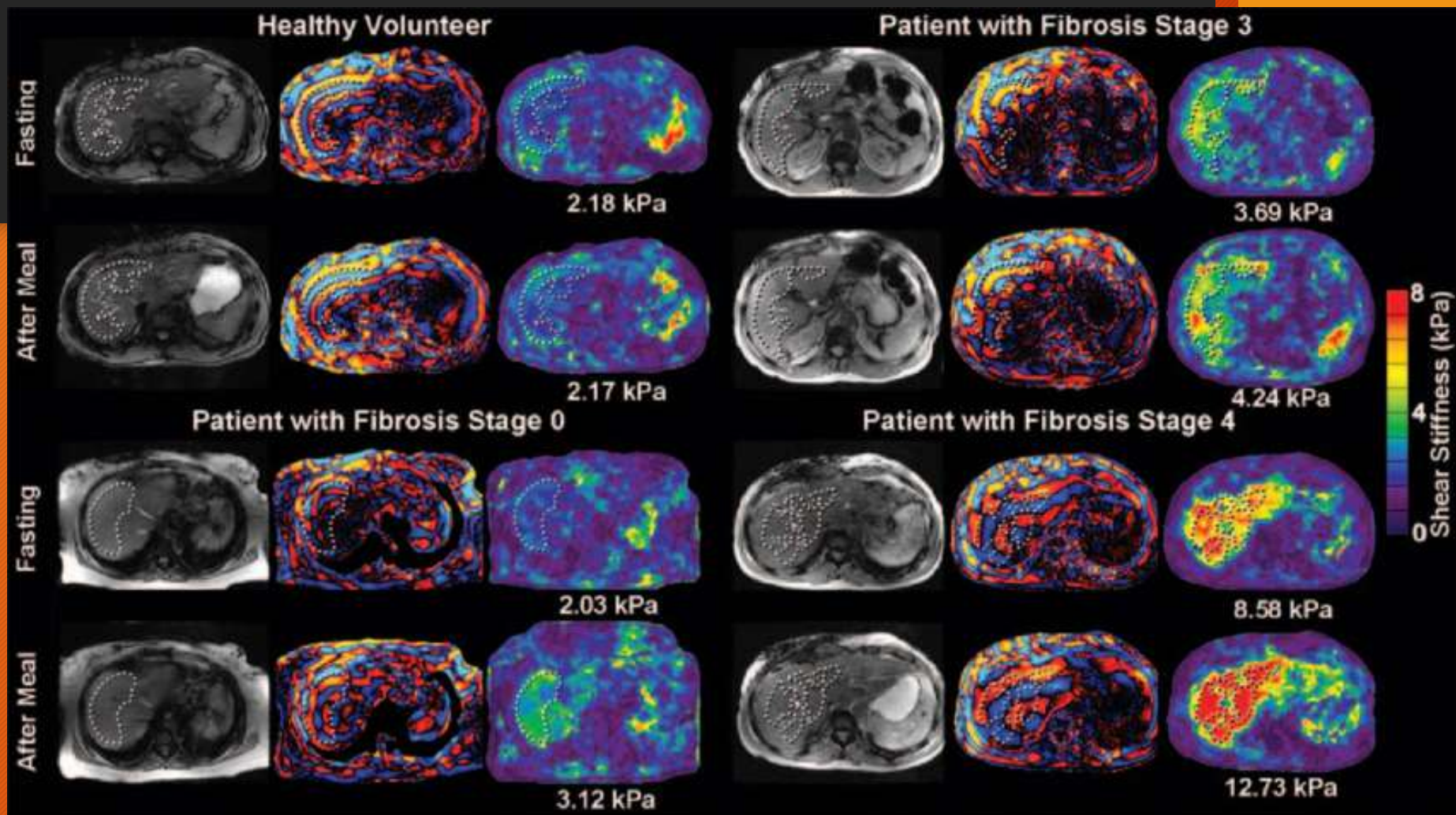
Konvansiyonel MRG: In-Phase / Out-of-Phase

- İleri PDFF yazılımları olmasa da kimyasal şift görüntüleme ile yağ saptanabilir.
- Out-of-phase sekansında sinyal kaybı: Karaciğerde makroskobik/mikroskobik yağ varlığını gösterir.
- Niteliksel (var/yok) değerlendirme için güvenilirdir ancak derecelendirmede PDFF kadar hassas değildir.



Manyetik Rezonans Elastografi (MRE)

- Fibrozis değerlendirmesinde en yüksek tanısal doğruluğa sahip yöntemdir.
- AUROC değerleri: $F \geq 2$ için 0.87, $F \geq 3$ için 0.90, $F4$ için 0.92.
 - $F2$: >3.0 kPa, $F3$: >3.6 kPa, $F4$ (Siroz): >4.7 kPa.
- BMI'dan bağımsızdır (Obez hastada VCTE'den üstündür).
- Kısıtlılık: Yüksek maliyet ve ek donanım gereksinimi.



Yin M, Talwalkar JA, Glaser KJ, Venkatesh SK, Chen J, Manduca A, Ehman RL. Dynamic postprandial hepatic stiffness augmentation assessed with MR elastography in patients with chronic liver disease. *AJR Am J Roentgenol.* 2011 Jul;197(1):64-70. doi: 10.2214/AJR.10.5989. PMID: 21701012; PMCID: PMC3151663.

Radyolojik Yöntemlerin Karşılaştırmalı Analizi

Parametre	B-Mod USG	FibroScan	BT	MR-PDFF
Duyarlılık	Düşük (Hafif)	Orta-Yüksek	Düşük	Mükemmel
Kantitatif Veri	Yok (HRI yarıkantitatif)	Var (CAP)	Var (HU)	Var (PDFF)
Fibrozis Ölçümü	Yok	Var (VCTE)	Yok	Var (MRE)
Obezitede Başarı	Düşük	Prob bağımlı	İyi	Mükemmel
Erişim/Maliyet	Ucuz/Yaygın	Orta/Spesifik	Orta/Yaygın	Yüksek/Kısıtlı

Tanısal Performans Özeti ($S > 1$ Steatoz için)

- B-Mod USG: Duyarlılık %65-85, Özgüllük %90-95 (Hafif steatozda zayıf).
- CAP (FibroScan): AUC 0.82 - 0.87 (Giderek yaygınlaşan kantitatif yöntem).
- BT: Duyarlılık %50-60 (Özgüllük yüksek, ancak hafif steatozu kaçırır).
- MR-PDFF: AUC 0.98 (En hassas ve tekrarlanabilir yöntem).

Risk Grupları ve Tarama

- Genel popülasyon taraması maliyet-etkin değildir.
- Taranması gerekenler
 - Tip 2 Diyabet (T2D), obezite, 1+ metabolik risk faktörü olanlar.
 - Karaciğer enzim (ALT/AST) yüksekliği olanlar.
 - İnsidental olarak görüntülemeye steatoz saptanan hastalar ileri fibrozis testlerine yönlendirilmelidir.

EASL 2024 Tanı Algoritması

- 1. Basamak: FIB-4 Skoru (Yaş, AST, ALT, Trombosit).
<1.3 ise düşük risk, takip.
- 2. Basamak: Orta-Yüksek riskli hastalarda Elastografi (VCTE/FibroScan veya 2D-SWE).
- LSM < 8 kPa: Gelişmiş fibrozis dışlanır.
- LSM > 12-15 kPa: Gelişmiş fibrozis/siroz şüphesi (Uzman görüşü/Biyopsi).

EASL-EASD-EASO Clinical Practice Guidelines on the management of metabolic dysfunction-associated steatotic liver disease (MASLD)[☆]

European Association for the Study of the Liver (EASL)^{*}, European Association for the Study of Diabetes (EASD), European Association for the Study of Obesity (EASO)

Obez Hastalarda Görüntüleme Zorlukları

- Cilt-Karaciğer kapsül mesafesinin artması ultrason sinyalinin zayıflatır.
- FibroScan'de standart M prob yerine XL prob kullanımı (mesafe > 25mm ise) şarttır.
- 2D-SWE başarısızlık oranları obezite ile artar.
- Bu hasta grubunda BT ve MRG, ultrason tabanlı yöntemlerden daha güvenilirdir.

Tedavi Yanıtının İzlenmesinde Radyoloji

- Kilo kaybı (%5-10) steatozda gerileme sağlar.
- MR-PDFF, %3.5-5'lik mutlak yağ değişimlerini saptayabilecek hassasiyettedir (ilaç çalışmalarında ana parametre).
- FibroScan (CAP) ve HRI, klinik pratikte uzun dönem takip için kullanışlı ve düşük maliyetli araçlardır.

MASLD ve HCC Taraması

- Siroz gelişmiş MASLD hastalarında 6 ayda bir USG (+/- AFP) taraması zorunludur.
- MASLD'nin özelliği: Siroz gelişmeden de HCC görülebilir.
- USG'nin duyarlılığı bu hastalarda (obezite nedeniyle) sınırlıdır; yüksek riskli vakalarda MRG/BT düşünülebilir.

Referanslar

- European Association for the Study of the Liver (EASL), European Association for the Study of Diabetes (EASD), & European Association for the Study of Obesity (EASO). (2024). EASL-EASD-EASO Clinical Practice Guidelines on the management of metabolic dysfunction-associated steatotic liver disease (MASLD). *Journal of Hepatology*, 81(1), 492-542. doi:10.1016/j.jhep.2024.04.031
- Ferraioli, G., & Monteiro, L. B. S. (2019). Ultrasound-based techniques for the diagnosis of liver steatosis. *World Journal of Gastroenterology*, 25(40), 6053-6062. doi:10.3748/wjg.v25.i40.6053
- Nalbantoglu, I., & Brunt, E. M. (2014). Role of liver biopsy in nonalcoholic fatty liver disease. *World Journal of Gastroenterology*, 20(27), 9026-9037. doi:10.3748/wjg.v20.i27.9026
- Park, J., Lee, J. M., Lee, G., Jeon, S. K., & Joo, I. (2022). Quantitative evaluation of hepatic steatosis using advanced imaging techniques: Focusing on new quantitative ultrasound techniques. *Korean Journal of Radiology*, 23(1), 13-29. doi:10.3348/kjr.2021.0112
- Selvaraj, E. A., Mózes, F. E., Jayaswal, A. N. A., Zafarmand, M. H., Vali, Y., Lee, J. A., ... Pavlides, M. (2021). Diagnostic accuracy of elastography and magnetic resonance imaging in patients with NAFLD: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Hepatology*, 75(4), 770-785. doi:10.1016/j.jhep.2021.04.044
- Starekova, J., Hernando, D., Pickhardt, P. J., & Reeder, S. B. (2021). Quantification of liver fat content with CT and MRI: State of the art. *Radiology*, 301(2), 250-262. doi:10.1148/radiol.2021204288
- Zhang, Y. N., Fowler, K. J., Hamilton, G., Cui, J. Y., Sy, E. Z., Balanay, M., ... Sirlin, C. B. (2018). Liver fat imaging—a clinical overview of ultrasound, CT, and MR imaging. *British Journal of Radiology*, 91(1090), 20170959. doi:10.1259/bjr.20170959

TEŞEKKÜRLER