

Evaluasi Pemeriksaan *Magnetic Resonance Elastography* Untuk Menentukan Fibrosis Hati Dengan Metode *Counting Confidence MAP*

Clara Ulisia¹ Mahfud Edy² Nurul Rosita Indrianti³
^{1,2,3} Poltekkes Jakarta II, Indonesia

Corresponding Author: Clara Ulisia
e-mail: claraulisias@gmail.com

ABSTRACT

Background: Magnetic Resonance Elastography (MRE) is a non-invasive liver imaging technique used to assess tissue stiffness by measuring liver stiffness values expressed in kilopascals (kPa). In relation to which, this research was undertaken to describe the technical aspects of hepatic MRE examination and to analyse the distribution of fibrosis stages based on kPa values obtained from the upper, middle, and lower regions of the liver.

Methods: This research employed a qualitative method with descriptive design. Research undertaken at Radiology Medistra Hospital Jakarta. The data collection methods employed were observation, interviews, and document review. The study participants consisted of two radiographers and one radiologist, each with more than three years of experience in MRE examinations.

Results: ROI measurement results for the liver are clearly displayed, including the conversion values to stiffness (Table 1). The MRE technique produces a color-coded elastogram designed to assist physicians in their interpretation (Table 4). The contouring confidence map method was shown to improve the reliability of ROI selection by ensuring that measurement areas were located within regions of good elastogram quality. This approach yielded reliable mean liver stiffness values, which were subsequently classified into fibrosis stages and analysed as the percentages.

Conclusions: Magnetic Resonance Elastography (MRE) using the contouring confidence map method provides accurate and representative evaluation of hepatic tissue stiffness.

Keywords : Magnetic Resonance Elastography; Liver Stiffness; Liver Fibrosis; Confidence map

Pendahuluan

Magnetik Resonansi Elastografi (MRE) digunakan untuk mengevaluasi kekakuan jaringan di berbagai organ seperti hati, payudara, otot, ginjal, dan limpa. Telah terbukti sangat sensitif untuk berbagai aplikasi klinis, khususnya dalam mendeteksi fibrosis hati. (2)

Fibrosis jaringan merupakan akibat dari proses penyembuhan luka kronis yang terjadi sebagai respons terhadap kerusakan dan peradangan yang berlangsung lama. Fibrosis hati dapat bersifat klinis tanpa gejala hingga berkembang menjadi stadium akhir sirosis dengan tingkat mortalitas tinggi dan komplikasi terkait (3) Dipraktikkan sejak akhir abad ke-19, biopsi hati telah menjadi standar emas untuk mendiagnosis etiologi dan menilai stadium fibrosis. MRE dilakukan karena merupakan alternatif non-invasif dari biopsi hati untuk mendeteksi fibrosis

yang menyebabkan peningkatan kekakuan hati. (1) Elastografi adalah teknik pencitraan yang memantau dan mengukur sifat mekanis jaringan biologis. Mengukur respons stimulus mekanis tertentu adalah prinsip dasar elastografi. MRE merupakan teknik kontinu dengan stimulasi berbasis dinamis. (3) Pada kasus fibrosis hati MRE memiliki akurasi diagnostik yang lebih tinggi dibandingkan metode elastografi berbasis USG dengan keberhasilan teknis lebih tinggi 94-99 persen dan kegagalan lebih rendah. (2) Fakta bahwa MRE memiliki kemampuan untuk mengevaluasi hampir seluruh volume hati dan pengukuran yang lebih konsisten. (2) Teknik ini mencakup pembuatan gelombang geser (baik transien maupun kontinu) dengan perangkat penggerak, pencitraan gelombang geser yang merambat dengan sekuens MRI fase-kontras yang diubah dan penggunaan algoritma inversi untuk memproses gambar

gelombang yang akan menghasilkan gambar kuantitatif shear stiffness (juga dikenal sebagai elastogram). Pada MRE diperlukan perangkat keras tambahan yang disebut driver aktif dan driver pasif (5) Driver aktif dapat mengeluarkan suara yang cukup keras saat beroperasi, maka dari itu tidak disarankan untuk menempatkan driver aktif di dekat konsol pemindai. Tabung plastik (PVC, 9 meter) yang menghubungkan driver aktif dan pasif memasuki ruangan melalui lubang di dinding antara ruang pemindai dan peralatan. (4) Perangkat kaku seperti drum, atau disebut driver pasif yang terhubung ke driver aktif melalui tabung plastik dan diikat ke tubuh dengan tali elastis. Saat memposisikan driver pasif pastikan berada di atas bagian terbesar hepar, dan penempatannya tepat agar terhindar dari kesalahan interpretasi. (6) rekuensi gelombang geser yang merambat yang paling umum digunakan untuk MRE hati klinis adalah 60 Hz; pergeseran fase yang dihasilkan oleh gelombang geser yang merambat dapat diamati dalam kisaran micron. (1) Dengan menggunakan data pergeseran fasa, algoritma inversi secara otomatis membuat peta kekakuan. Untuk area yang diminati pada jaringan target, nilai shear stiffness dalam kilopascal (kPa) ditunjukkan. (8)

Besar modulus geser kompleks adalah sifat mekanis yang diukur oleh algoritma inversi. Pengukuran ini menunjukkan sifat elastisitas dan viskositas jaringan dalam satuan kilopascal (kPa). Saat ini, elastogram yang tersedia secara komersial menunjukkan skala warna standar yang sama, dan rentang nilai yang sama yaitu 0–8 kPa, dengan area yang reliabel secara statistik sesuai dengan daerah dengan kualitas gelombang yang memadai disertakan. (2) Fibrosis hati ditentukan salah satunya berdasarkan dengan nilai kekakuan hati utama diukur dalam satuan (kPa). Yang dalam penelitian didapatkan garis besarnya nilai kPa untuk menunjukkan jaringan normal <2,5-3 kPa, sedangkan fibrosis lanjut ditandai oleh nilai >5 kPa. Nilai tersebut didapatkan dari pengukuran menggunakan ROI (Regions of Interest) yang harus berada di wilayah dengan amplitudo gelombang yang cukup. (10) selain itu penempatan ROI harus sangat diperhatikan. perhatian khusus harus diberikan untuk menghindari area interferensi gelombang, pembuluh darah besar (lebih dari 3 mm), fosa kandung empedu yang sangat melebar, fisura hati yang melebar, dan artefak gambar di dalam hati. Pada penelitian ini nilai rata-rata dari empat tingkat hati dan ukuran dilaporkan untuk setiap ROI. (5) Pada penelitian pemeriksaan MRE yang telah dilakukan ini umumnya dilakukan

dengan 4 potongan axial dengan tingkat atom hati yang berbeda. (3) Dalam MRE algoritma inversi dapat digunakan juga untuk menghasilkan gambar data mentah ini untuk membuat lebih banyak gambar dan peta setelah citra magnitudo dan fase telah dibuat. Gambar yang diadaptasikan berupa elastogram skala abu-abu umumnya digunakan untuk menyediakan pengukuran kekakuan kuantitatif, dalam kiloPascal. Elastogram warna umumnya digunakan untuk evaluasi area yang menunjukkan kekakuan jaringan. Elastogram warna yang digunakan secara klinis memiliki rentang kekakuan 0–8 kPa. (11) Perhatian khusus juga diberikan dalam penelitian mengenai teknik penggambaran area hati yang dibutuhkan atau kita sebut ROI. Dalam teknik ROI ini dilakukan harus menggunakan citra magnitude, elastogram skala abu-abu.

Fibrosis hati memiliki tahapan dan klasifikasinya yang sudah ditetapkan. Dalam prakteknya dokter Radiologi memiliki referensi berbeda, MRE merupakan memberikan informasi estimasi nilai liver stiffness pasien yang dikorelasikan dengan stadium fibrosis hati. (24)

- < 2.5 kPa : Normal
- – 2.9 kPa : Normal or inflammation
- 2.9 – 3.5 kPa : Stage 1 to 2 fibrosis
- 3.5 – 4.0 kPa : Stage 2 to 3 fibrosis
- 4.0 – 5.0 kPa : Stage 3 to 4 fibrosis
- > 5.0 kPa : Stage 4 fibrosis or cirrhosis

Pemeriksaan MRE diperlukan tambahan perangkat keras berupa driver pasif dan driver aktif. Digunakan untuk menerapkan gelombang geser ke abdomen untuk elastografi MRI hati. Gelombang tekanan akustik (pada 60 Hz) dihasilkan oleh penggerak audio aktif, yang terletak jauh dari medan magnet unit pencitraan MRI, dan ditransmisikan melalui tabung fleksibel ke driver pasif yang ditempatkan di atas dinding anterior tubuh. Diagram di sebelah kiri adalah ilustrasi koronal lokasi penggerak pneumatik pasif (lingkaran) terhadap hati. (22) Driver pasif harus diposisikan pada atas lobus hepatic kanan, dengan posisi superior-inferior yang digambarkan di tingkat prosesus xifoideus sternum, dan posisi kiri-kanan berpusat pada garis midklavikula kanan. Dengan tujuannya ialah untuk memposisikan driver pasif di atas bagian terbesar dari hepar, dan penempatannya mungkin perlu disesuaikan pada beberapa pasien karena setiap pasien memiliki anatomi yang berbeda-beda. Pada pemeriksaan ini, driver akan diberikan sabuk yang melingkari tubuh pasien guna

untuk menahan letak driver pasif selama pemeriksaan. Radiografer harus memastikan bahwa sabuk yang menahan driver pasif pada tempatnya sekecang mungkin, sehingga tidak adanya pergeseran posisi selama pemeriksaan. Pastikan sabuk dikencangkan saat pasien keadaan ekspirasi. Petugas juga harus memastikan pasien masih dapat bernapas dengan nyaman. (22) Pengambilan gambar dilakukan saat pasien ekspirasi, karena telah diteliti reproduisibilitas hati lebih tinggi saat ekspirasi. Penelitian lain juga menemukan bahwa nilai kekakuan hati meningkat saat inspirasi, terutama pada pasien dengan fibrosis hati. (22) angkah selanjutnya lakukan pengambilan gambar sekuen MRE yang memanfaatkan urutan gradien fase-kontras-gema (GRE) yang dimodifikasi, yang menggabungkan gradien pengode gerak siklik yang sensitif terhadap gerak tembus bidang. Pengambilan gambar bidang axial 4 irisan dengan ketebalan 5-10 mm, hindari bagian atas hati yang mendekati paru maupun bagian bawah hati karena area ini dapat mempengaruhi nilai kekakuan hati, namun jumlah irisan menyesuaikan dengan luas area anatomi pasien masing-masing. (20) Dalam pemeriksaan MRE akan didapatkan beberapa hasil citra yang saling mendukung.

Pemeriksaan MRE dengan *counturing confidence map* sangat mempengaruhi keakuratan nilai kPa yang dihasilkan. Oleh sebab itu dilakukan evaluasi teknik pemeriksaan MRE dengan melakukan *counturing confidence map* dan menganalisis nilai kPa yang diperoleh untuk menentukan stadium fibrosis hati.

Berdasarkan observasi langsung yang dilakukan di RS Medistra Jakarta dengan jumlah 10 pasien yang dilakukan pada bulan Januari- September 2025. Dengan kriteria seluruh pasien yang datang dengan pengantar untuk pemeriksaan MRE.

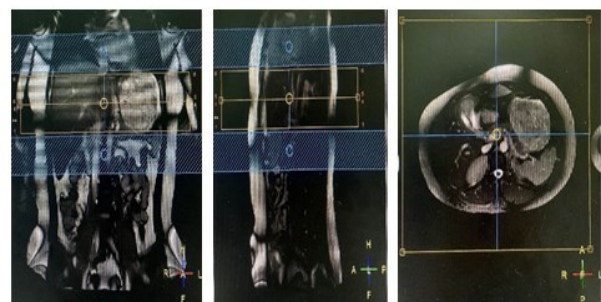
Metode Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah kualitatif dengan data primer dan sekunder, sedangkan subyek penelitian merupakan pasien dengan pemeriksaan MRE di Instalasi Radiologi RS Medistra Jakarta dari bulan Januari – September 2025. Jumlah sampel penelitian sebanyak 10 data pasien. Metode pengambilan data yang digunakan adalah observasi, wawancara dan studi dokument. Responden penelitian adalah 2 orang radiografer dan 1 orang radiologist yang telah memiliki pengalaman > 3 tahun di bidang pemeriksaan MRE. Analisis data dimulai dengan melakukan pengolahan data diperoleh melalui tahapan observasi dan hasil wawancara dengan radiografer

pelaksana yang berkaitan dengan evaluasi pemeriksaan MRE. Hasil observasi yang berupa nilai MRE kemudian akan dibuatkan rekapitulasi hasil nilai ROI dari 10 pasien berdasarkan bagian bidang yang dilakukan ROI setelah itu akan dimasukkan kedalam tabel distribusi stadium fibrosis berdasarkan literatur yang kemudian akan dilakukan analisa berdasar hasil intepretasi dokter radiologi.

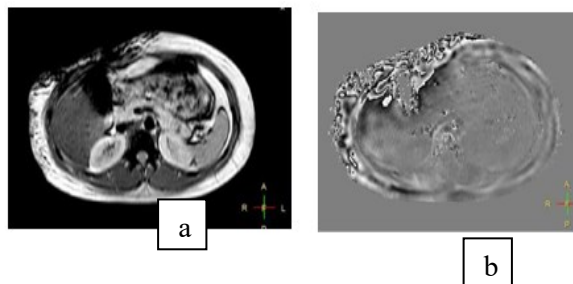
Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini melakukan pemeriksaan MRE dengan metode *counturing confidence map*, dengan jumlah 10 pasien yang didapatkan selama periode Januari-september 2025. Pemeriksaan ini dilakukan dengan alat MRI Phillips Ingenia 1.5 T, memerlukan operator console, perangkat driver, juga *anterior coil* untuk mendapatkan gambaran. Prosedur pemeriksaan ini petugas harus memastikan pasien mengerti jelas dengan intruksi petugas karena sikap kooperatif pasien berperan penting dalam menghasilkan gambaran yang akurat. Pasien harus diberikan edukasi mengenai pemasangan perangkat driver yang tidak nyaman dan harus terpasang diikat dengan sabuk agar tidak terjadi pergeseran letak driver saat pemeriksaa. Pasien juga harus diberikan edukasi terkait cara kerja driver yang akan bergetar selama pengambilan sekuens MRE berlangsung. Petugas melakukan pemasangan perangkat driver dengan benar dan akurat sesuai letak hati setiap pasien agar getaran yang dihasilkan tepat mengenai area hati pasien. Petugas melakukan planning sekuens FFE untuk menentukan bidang irisan, batas atas irisan mencakup upper liver dan batas bawah irisan mencakup lower liver dengan tegak lurus organ liver. Sehingga mendapatkan hasil citra yang optimal dan sesuai dengan yang diperlukan. Field of view (FOV) diatur harus mencakup keseluruhan area hati yang ingin diukur ROI. Area yang dimaksud mencakup bagian upper liver, middle liver dan lower liver seperti pada gambar 1



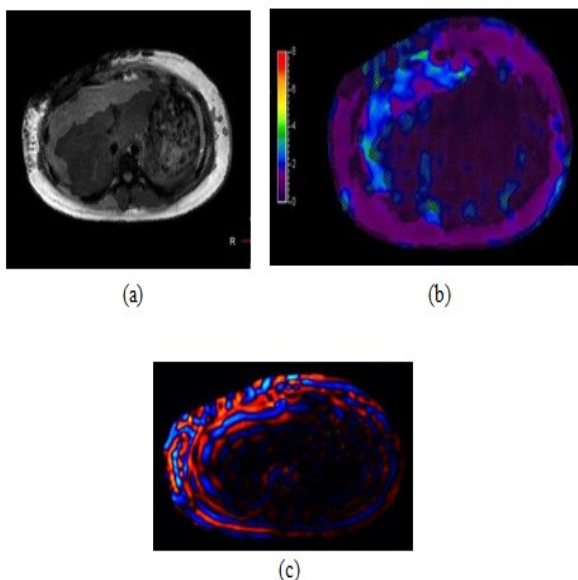
Gambar 1. Planning FFE

Setelah dilakukan sekuens FFE maka akan didapatkan dua citra yaitu merupakan citra magnitude (a) dan citra fase (b) seperti pada gambar 2. Citra magnitude digunakan sebagai informasi radiografer untuk melihat anatomi dan bentuk hati, kemudian citra fase digunakan untuk melihat gerakan gelombang mekanik yang merambat di area hati.



Gambar 2. (a) hasil citra magnitude
(b) hasil citra fase

Kemudian petugas akan melanjutkan proses pengukuran untuk mendapatkan hasil nilai liver stiffness melalui data citra FFE yang sudah diolah oleh komputer berupa, elastogram (a), elastogram skala warna (b), dan wave image (c) ditampilkan dengan confidence map guna untuk membantu area liver yang lebih akurat dalam melakukan ROI Seperti pada gambar 3.



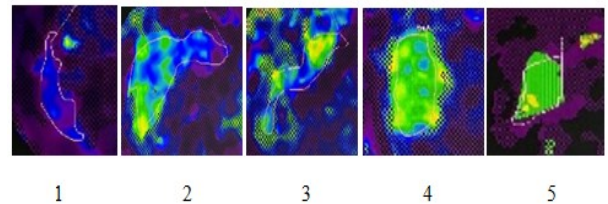
Gambar 3. Hasil MRE

Hasil dari ROI per bagian bidang hati kemudian didapatkan nilai stiffness (kPa) pada Tabel 1 yang merupakan hasil rekapitulasi nilai kPa dari 10 sampel.

Tabel 1. Rekapitulasi hasil nilai kPa

No	Usia	L/ P	Kode pasien	Upper (kPa)	Middle (kPa)	Lower (kPa)
1	65	P	P01	3.74	3.54	3.46
2	45	P	P02	3.58	2.88	2.83
3	32	P	P03	2.26	2.10	2.63
4	67	L	P04	2.83	3.02	2.89
5	25	P	P05	2.81	2.94	2.74
6	75	P	P06	4.15	4.23	4.22
7	48	L	P07	3.26	3.01	2.78
8	53	L	P08	3.38	2.92	2.99
9	74	P	P09	3.96	3.71	3.54
10	55	P	P10	1.88	1.38	1.74

Pemeriksaan MRE juga menghasilkan elastogram skala warna yang bertujuan untuk membantu dokter menegakkan hasil Interpretasinya.



Gambar 4. Hasil elastogram skala warna (stadium 1-5)

hasil elastogram skala warna yang didapat sesuai dengan stadium fibrosis menurut literatur dijelaskan dengan stadium fibrosis (1) menunjukkan warna dominan ungu hingga biru yang menandakan area hati tersebut memiliki jaringan hati yang lunak atau masih normal, kemudian pada stadium fibrosis (2) dilihat gambaran dominan biru hingga hijau gelap yang menunjukkan adanya jaringan hati tersebut lunak atau normal namun sedikit terdapat inflamasi ringan, kemudian stadium fibrosis (3) menunjukkan area gambaran biru hingga hijau terang mencerminkan adanya indikasi kekakuan jaringan hati lebih tinggi sedikit dari normal. Kemudian stadium fibrosis (4) menunjukkan area hati yang didominasi dengan warna hijau terang hingga ada sedikit kuning yang menunjukkan adanya indikasi kekakuan jaringan hati. Pada stadium fibrosis (5) tergambar area hati dengan dominasi warna hijau terang hingga kuning hampir oranye yang mencerminkan area tersebut memiliki kekakuan jaringan hati yang lebih tinggi. Sesuai dengan literatur dijelaskan dimana pada area hati adanya peningkatan stadium fibrosis ditandai dengan perubahan warna pada elastogram skala warna dari gelap ke terang (ungu - biru ke kuning - jingga).

Dari hasil rekapitulasi kPa yang didapat kemudian akan dilakukan distribusi terhadap stadium fibrosis yang ditampilkan pada tabel 2.

Tabel 2. Distribusi stadium fibrosis

No	Stadium fibrosis	Upper (%)	Middle (%)	Lower (%)
1	Normal (<2,5kPa)	20	20	10
2	Normal or inflammation 2.5 - 2.9 kPa	20	10	50
3	Stage 1 to 2 fibrosis 2.9 - 3.5 kPa	20	40	20
4	Stage 2 to 3 fibrosis 3.5 to 4 kPa	30	20	10
5	Stage 3 to 4 fibrosis 4-5 kPa	10	10	10
6	Stage 4 fibrosis or cirrhosis >5 kPa	0	0	0

Pada tabel 2 dapat dilihat bagian upper liver, stadium yang paling banyak ditemukan adalah kategori normal (<2,5 kPa), normal atau inflamasi ringan (2,5–2,9 kPa), dan fibrosis tahap 1–2 (2,9–3,5 kPa), masing-masing dengan persentase 20%. Selain itu, fibrosis tahap 2–3 (3,5–4 kPa) juga menunjukkan persentase yang relatif tinggi yaitu 30%, sedangkan fibrosis tahap 3–4 (4–5 kPa) hanya ditemukan pada 10% pasien. Pada bagian middle liver, distribusi stadium fibrosis didominasi oleh fibrosis tahap 1–2 dengan persentase tertinggi yaitu 40%. Selanjutnya diikuti oleh kategori normal (<2,5 kPa) dan fibrosis tahap 2–3 masing-masing sebesar 20%, serta kategori normal atau inflamasi ringan dan fibrosis tahap 3–4 masing-masing sebesar 10%. Sementara itu, pada bagian lower liver, stadium yang paling dominan adalah normal atau inflamasi ringan dengan persentase sebesar 50%. Kategori normal (<2,5 kPa) dan fibrosis tahap 1–2 masing-masing sebesar 10%, sedangkan fibrosis tahap 2–3 dan fibrosis tahap 3–4 masing-masing ditemukan pada 10% pasien. Tidak ditemukan pasien dengan fibrosis tahap 4 atau sirosis pada seluruh bagian hati. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar subjek penelitian berada pada kategori normal hingga fibrosis tahap awal dan sedang, dengan distribusi fibrosis yang bervariasi antar bagian hati.

Simpulan

Pemeriksaan *Magnetic Resonance Elastography* memerlukan perhatian khusus terhadap pemasangan dan fiksasi driver pasif yang tepat serta kerja sama pasien. Pengukuran liver stiffness menggunakan metode *contouring confidence map* pada ROI yang valid untuk memperoleh nilai kPa di bagian *upper*, *middle*, dan *lower* hati sebagai dasar interpretasi radiolog. Nilai kPa ditampilkan melalui elastogram, elastogram skala warna, dan wave image, di mana warna jingga–merah menunjukkan jaringan lebih kaku. Distribusi stadium fibrosis didominasi kategori normal atau inflamasi ringan, tanpa ditemukan fibrosis lanjut atau sirosis selama penelitian.

Daftar Pustaka

- Serai SD, Yin M. MR elastography of the abdomen: Basic concepts. In: *Methods in Molecular Biology*. Humana Press Inc.; 2021. p. 301–23.
- Idilman IS, Li J, Yin M, Venkatesh SK. MR elastography of liver: current status and future perspectives. *Abdominal Radiology*. 2020 Nov 1;45(11):3444–62.
- Akkaya HE, Erden A, Öz DK, Ünal S, Erden İ. Magnetic resonance elastography: Basic principles, technique, and clinical applications in the liver. Vol. 24, *Diagnostic and Interventional Radiology*. AVES İbrahim KARA; 2021. p. 328–35.
- Pepin KM, Welle CL, Guglielmo FF, Dillman JR, Venkatesh SK. Magnetic resonance elastography of the liver: everything you need to know to get started. Vol. 47, *Abdominal Radiology*. Springer; 2022. p. 94–114.
- Wagner M, Corcuera-Solano I, Lo G, Esses S, Liao J, Besa C, et al. Technical failure of MR elastography examinations of the liver: Experience from a large single-center study. *Radiology*. 2021 Aug 1;284(2):401–12.
- Serai SD, Yin M. MR elastography of the abdomen: Basic concepts. In: *Methods in Molecular Biology*. Humana Press Inc.; 2021. p. 301–23.
- Hoodeshenas S, Yin M, Venkatesh SK. Magnetic resonance elastography of liver current update. Vol. 27, *Topics in Magnetic Resonance Imaging*. Lippincott Williams and Wilkins; 2020. p. 319–33.

- Ozturk A, Olson MC, Samir AE, Venkatesh SK. Liver fibrosis assessment: MR and US elastography. *Abdominal Radiology*. 2022 Sep 1;47(9):3037–50.
- Cunha GM, Fan B, Navin PJ, Olivie D, Venkatesh SK, Ehman RL, et al. Interpretation, Reporting, and Clinical Applications of Liver MR Elastography. Vol. 310, *Radiology*. Radiological Society of North America Inc.; 2024.
- Abdel-Misih SRZ, Bloomston M. Liver Anatomy. Vol. 90, *Surgical Clinics of North America*. W.B. Saunders; 2020. p. 643–53.
- Sumadewi KT. Embryology , anatomy and physiology of the liver: Review. 2023;10(3):138–44.
- Böttcher K, Pinzani M. Pathophysiology of liver fibrosis and the methodological barriers to the development of anti-fibrogenic agents. Vol. 121, *Advanced Drug Delivery Reviews*. Elsevier B.V.; 2020. p. 3–8.
- Berumen J, Baglieri J, Kisseleva T, Mekeel K. Liver fibrosis: Pathophysiology and clinical implications. Vol. 13, *Wiley Interdisciplinary Reviews: Systems Biology and Medicine*. Wiley-Blackwell; 2021.
- Horowitz JM, Venkatesh SK, Ehman RL, Jhaveri K, Kamath P, Ohliger MA, et al. Evaluation of hepatic fibrosis: a review from the society of abdominal radiology disease focus panel. *Abdominal Radiology*. 2017;42(8):2037–53.
- Grover VPB, Tognarelli JM, Crossey MME, Cox IJ, Taylor-Robinson SD, McPhail MJW. Magnetic Resonance Imaging: Principles and Techniques: Lessons for Clinicians. Vol. 5, *Journal of Clinical and Experimental Hepatology*. Elsevier B.V.; 2021. p. 246–55.
- Maier A, Steidl S, Christlein V, Hornegger J, editors. *Medical Imaging Systems*. Cham: Springer International Publishing; 2018. (Lecture Notes in Computer Science; vol. 11111).
- Manduca A, Bayly P V., Ehman RL, Kolipaka A, Royston TJ, Sack I, et al. MR elastography: Principles, guidelines, and terminology. Vol. 85, *Magnetic Resonance in Medicine*. John Wiley and Sons Inc; 2021. p. la2377–90.
- Akkaya HE, Erden A, Öz DK, Ünal S, Erden İ. Magnetic resonance elastography: Basic principles, technique, and clinical applications in the liver. Vol. 24, *Diagnostic and Interventional Radiology*. AVES İbrahim KARA; 2021. p. 328–35.
- Venkatesh SK, Yin M, Ehman RL. Magnetic resonance elastography of liver: Technique, analysis, and clinical applications. Vol. 37, *Journal of Magnetic Resonance Imaging*. 2020. p. 544–55.
- Pepin KM, Welle CL, Guglielmo FF, Dillman JR, Venkatesh SK. Magnetic resonance elastography of the liver: everything you need to know to get started. Vol. 47, *Abdominal Radiology*. Springer; 2022.
- Ambroziak M, Pietruski P, Noszczyk B, Paluch Ł. Ultrasonographic elastography in the evaluation of normal and pathological skin – a review. *Postepy Dermatol Alergol*. 2021;36(6):667–72.
- Guglielmo, Flavius F. Venkatesh, Sudhakar K. Mitchell, Donald G. Liver MR elastography technique and image interpretation: Pearls and pitfalls. 2019; 39(7): 1983-2002