

Avaliação do risco de fibrose hepática no pré-operatório da cirurgia bariátrica através do Fibrose-4 score (FIB 4): Análise observacional retrospectivo

Evaluation of the risk of hepatic fibrosis in the preoperative period of bariatric surgery using the Fibrosis-4 score (FIB-4): A retrospective observational analysis

Evaluación del riesgo de fibrosis hepática en el preoperatorio de la cirugía bariátrica mediante el índice Fibrosis-4 (FIB-4): Análisis observacional retrospectivo

Recebido: 01/11/2025 | Revisado: 09/11/2025 | Aceitado: 11/11/2025 | Publicado: 13/11/2025

Jose Daniel Mera Rivas

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6613-3055>
Instituto Carlos Chagas, Brasil
E-mail: danielmera96@gmail.com

Cindy Estephania Franco Cedeño

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-7482-3520>
Instituto Carlos Chagas, Brasil
E-mail: estefyfranco10@hotmail.com

Nathali Eureka Bencosme Veras

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-8340-4434>
Instituto Carlos Chagas, Brasil
E-mail: nathalibencosme@gmail.com

Juan Miguel Machare Torres

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6261-7012>
Instituto Carlos Chagas, Brasil
E-mail: juanmmt96@gmail.com

Frederico Japiassu Santiago

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-2389-0360>
Instituto Carlos Chagas, Brasil
E-mail: fredjsantiago@gmail.com

Gabrielle Vaz de Azevedo David

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-0757-3889>
Instituto Carlos Chagas, Brasil
E-mail: gabi.david13@gmail.com

Guilherme Lemos Cotta Pereira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5196-3796>
Instituto Carlos Chagas, Brasil
E-mail: guilhermelcp@gmail.com

Resumo

Introdução: A fibrose hepática é uma complicação comum em indivíduos com obesidade e doença hepática gordurosa não alcoólica (DHGNA), aumentando o risco de morbimortalidade em cirurgias bariátricas. O índice FIB-4, baseado em parâmetros laboratoriais simples, tem sido proposto como ferramenta não invasiva para estimar o grau de fibrose.

Objetivo: Avaliar o desempenho do escore FIB-4 na predição de fibrose hepática em candidatos à cirurgia bariátrica com esteatose hepática. **Métodos:** Estudo observacional retrospectivo (2015–2023), incluindo 618 pacientes ≥18 anos com esteatose confirmada e exames laboratoriais pré-operatórios. O FIB-4 foi calculado e comparado ao exame histopatológico (padrão-ouro). Análises incluíram regressão logística multivariável e curva ROC.

Resultados: A coorte apresentou média etária de $38,9 \pm 10,2$ anos e predominância feminina (75,2%). O ponto de corte FIB-4 ≥ 1,3 associou-se significativamente à fibrose histológica (OR 21,87; IC95% 10,92–43,79; $p < 0,001$). Após ajuste multivariável, o FIB-4 manteve associação independente (OR 8,79; IC95% 4,19–18,45; $p < 0,001$). A AUC foi 0,744 (IC95% 0,658–0,830), com especificidade de 95,4%, sensibilidade de 51,1% e valor predictivo negativo de 96%.

Conclusão: O FIB-4 demonstrou boa capacidade discriminativa e alta especificidade para exclusão de fibrose hepática significativa em pacientes bariátricos. Sua aplicação pré-operatória pode otimizar o rastreamento de baixo custo e reduzir procedimentos invasivos, embora resultados positivos devam ser confirmados por métodos complementares.

Palavras-chave: Fibrose hepática; FIB-4; Doença hepática gordurosa não alcoólica; Cirurgia bariátrica; Obesidade.

Abstract

Introduction: Hepatic fibrosis is a common complication in individuals with obesity and nonalcoholic fatty liver disease (NAFLD), increasing the risk of morbidity and mortality in bariatric surgery. The FIB-4 index, based on simple laboratory parameters, has been proposed as a noninvasive tool to estimate the degree of fibrosis. **Objective:** To evaluate the performance of the FIB-4 score in predicting hepatic fibrosis in candidates for bariatric surgery with hepatic steatosis. **Methods:** Retrospective observational study (2015–2023) including 618 patients aged ≥18 years with confirmed steatosis and preoperative laboratory tests. The FIB-4 was calculated and compared with histopathological examination (gold standard). Analyses included multivariable logistic regression and ROC curve. **Results:** The cohort had a mean age of 38.9 ± 10.2 years and a predominance of females (75.2%). A FIB-4 cutoff ≥ 1.3 was significantly associated with histological fibrosis (OR 21.87; 95%CI 10.92–43.79; $p < 0.001$). After multivariable adjustment, FIB-4 maintained an independent association (OR 8.79; 95%CI 4.19–18.45; $p < 0.001$). The AUC was 0.744 (95%CI 0.658–0.830), with specificity of 95.4%, sensitivity of 51.1%, and negative predictive value of 96%. **Conclusion:** FIB-4 demonstrated good discriminative ability and high specificity for excluding significant hepatic fibrosis in bariatric patients. Its preoperative application may optimize low-cost screening and reduce invasive procedures, although positive results should be confirmed by complementary methods.

Keywords: Hepatic fibrosis; FIB-4; Nonalcoholic fatty liver disease; Bariatric surgery; Obesity.

Resumen

Introducción: La fibrosis hepática es una complicación frecuente en individuos con obesidad y enfermedad hepática grasa no alcohólica (EHGNA), que aumenta el riesgo de morbilidad y mortalidad en las cirugías bariátricas. El índice FIB-4, basado en parámetros de laboratorio simples, ha sido propuesto como una herramienta no invasiva para estimar el grado de fibrosis. **Objetivo:** Evaluar el rendimiento del puntaje FIB-4 en la predicción de fibrosis hepática en candidatos a cirugía bariátrica con esteatosis hepática. **Métodos:** Estudio observacional retrospectivo (2015–2023) que incluyó 618 pacientes ≥ 18 años con esteatosis confirmada y exámenes de laboratorio preoperatorios. El FIB-4 fue calculado y comparado con el examen histopatológico (patrón oro). Los análisis incluyeron regresión logística multivariable y curva ROC. **Resultados:** La cohorte presentó una edad media de $38,9 \pm 10,2$ años y predominio femenino (75,2%). El punto de corte FIB-4 $\geq 1,3$ se asoció significativamente con fibrosis histológica (OR 21,87; IC95% 10,92–43,79; $p < 0,001$). Tras el ajuste multivariable, el FIB-4 mantuvo una asociación independiente (OR 8,79; IC95% 4,19–18,45; $p < 0,001$). El AUC fue 0,744 (IC95% 0,658–0,830), con especificidad de 95,4%, sensibilidad de 51,1% y valor predictivo negativo de 96%. **Conclusión:** El FIB-4 mostró buena capacidad discriminativa y alta especificidad para excluir fibrosis hepática significativa en pacientes bariátricos. Su aplicación preoperatoria puede optimizar el tamizaje de bajo costo y reducir procedimientos invasivos, aunque los resultados positivos deben confirmarse con métodos complementarios.

Palabras clave: Fibrosis hepática; FIB-4; Enfermedad hepática grasa no alcohólica; Cirugía bariátrica; Obesidad.

1. Introdução

A fibrose hepática constitui uma complicação frequente em indivíduos com obesidade, sobretudo naqueles portadores de doença hepática gordurosa não alcoólica (DHGNA), condição metabolicamente associada à síndrome metabólica e à resistência insulínica. Estima-se que entre 30% e 90% dos indivíduos obesos apresentem algum grau de DHGNA, dos quais aproximadamente 20–30% evoluem para graus variáveis de fibrose hepática (Haddad et al., 2024). Em pacientes com obesidade mórbida, a prevalência de fibrose é substancialmente superior, refletindo a progressão da agressão hepatocelular crônica.

A presença de fibrose avançada ou cirrose hepática associa-se a um risco significativamente aumentado de complicações pós-operatórias, quando comparada àqueles sem comprometimento hepático. Entre as principais intercorrências observam-se maior propensão ao sangramento intra e pós-operatório, prolongamento do tempo de internação hospitalar e incremento das taxas de mortalidade intra-hospitalar (Eddowes et al., 2021- Khajeh et al., 2022).

Importante destacar que, mesmo na ausência de cirrose estabelecida, casos de descompensação hepática podem manifestar-se após a cirurgia bariátrica. Tal condição caracteriza-se clinicamente por fadiga, icterícia, edema periférico e ascite, enquanto os achados histopatológicos costumam evidenciar esteatose macrovesicular, degeneração hepatocelular, inflamação portal e alterações ductulares.

Nesse contexto, a avaliação não invasiva da fibrose hepática assume papel fundamental na estratificação de risco pré-operatório. O índice FIB-4 constitui uma ferramenta amplamente validada, baseada na combinação de parâmetros laboratoriais simples — idade, níveis séricos de aminotransferases (AST e ALT) e contagem plaquetária —, permitindo estimar o grau de fibrose hepática. A aplicação desse escore em pacientes candidatos à cirurgia bariátrica viabiliza a identificação precoce daqueles sob maior risco de complicações hepáticas, contribuindo para o planejamento individualizado e seguro da abordagem cirúrgica. O objetivo do presente artigo é avaliar o desempenho do escore FIB-4 na predição de fibrose hepática em candidatos à cirurgia bariátrica com esteatose hepática.

2. Metodologia

Realizou-se um estudo observacional retrospectivo, unicêntrico, de natureza quantitativa (Pereira et al., 2018) com uso de estatística descritiva com classes de dados, valores de média, desvio padrão, frequência absoluta e frequência relativa porcentual (Shitsuka et al., 2014) e com análise estatística (Bekman & Costa Neto, 2009), com objetivo de avaliar o desempenho do escore FIB-4 na estimativa do risco de fibrose hepática em candidatos à cirurgia bariátrica com esteatose hepática associada à obesidade.

Foi realizada revisão de prontuários clínicos e de bases de dados pré-operatórias de um programa de cirurgia bariátrica em hospitais de referência. Período do estudo: 2015–2023. Foram coletados exames laboratoriais e avaliações pré-operatórias realizados de rotina.

Participantes

Na análise dos critérios de inclusão, foram considerados pacientes ≥ 18 anos; diagnóstico de esteatose hepática documentado na avaliação pré-operatória por ultrassonografia; exames laboratoriais pré-operatórios de AST/TGO, ALT/TGP e plaquetas disponíveis para o cálculo do FIB-4; e registro de resultados histopatológicos pós-cirúrgicos.

Como critérios de exclusão, consideraram-se a ausência de dados mínimos para o cálculo do FIB-4; presença de doenças hepáticas distintas da esteatose; e registros duplicados ou incompletos.

Variáveis

Desfecho principal: presença de fibrose hepática na biópsia (dicotômico: sim/não, conforme laudo histopatológico institucional).

Exposição/preditor principal: FIB-4, calculado segundo a fórmula:

$$\text{FIB-4} = \frac{\text{Idade} \times \text{AST}}{\text{Plaquetas} \times \sqrt{\text{ALT}}}$$

Foram considerados valores de FIB-4 $\geq 1,3$ para determinação do risco de fibrose hepática, posteriormente confirmada ou descartada por exame histopatológico. Outras variáveis foram incluídas como potenciais fatores de confusão: sexo, IMC e grau de obesidade; GGT, fosfatase alcalina, albumina, TAP e PTT.

Fontes de dados e mensurações

As variáveis foram obtidas a partir de registros clínicos e laboratoriais pré-operatórios. Para o cálculo do FIB-4, utilizaram-se os valores mais próximos à data da avaliação cirúrgica. As unidades laboratoriais foram padronizadas.

Tamanho amostral

Planejou-se incluir todos os pacientes elegíveis no período definido. O tamanho final da amostra é apresentado nos Resultados. A precisão das estimativas foi expressa por intervalos de confiança de 95% (IC95%).

Métodos estatísticos

As variáveis foram descritas por meio de médias e desvios-padrão, além de frequências absolutas e relativas. Realizou-se teste de odds ratio (OR) para estimar o risco de fibrose hepática em pacientes com valores de FIB-4 $\geq 1,3$.

A capacidade discriminatória do FIB-4 para determinar risco de fibrose hepática foi avaliada por meio da curva ROC e da área sob a curva (AUC), com intervalo de confiança de 95%. Foram calculadas sensibilidade e especificidade em comparação ao exame histopatológico, reportando-se seus IC95%.

Ajustou-se um modelo multivariável de regressão logística, tendo como desfecho o resultado histopatológico e como preditor principal o FIB-4, com controle dos confundidores previamente definidos. Relataram-se odds ratios com IC95% e valores de p, além de explorar a colinearidade.

A validação interna e a calibração do modelo foram realizadas por Bootstrap e pelo Brier score. Adotou-se nível de significância de $\alpha = 0,05$ (bicaudal).

As análises estatísticas foram conduzidas com Python (pandas, statsmodels, scikit-learn) e SPSS.

3. Resultados

A seguir, o Quadro 1 apresenta dados da avaliação da Ferramenta Fibrose- 4 $\geq 1,3$ para avaliar risco de fibrose:

Quadro 1-Avaliação da Ferramenta FIB-4 $\geq 1,3$.

FERRAMENTA FIB4	BIOPSIA		Total
	FIBROSIS HEPATICA	SEM FIBROSIS HEPATICA	
RISCO DE FIBROSIS	24	26	50
SEM RISCO DE FIBROSIS	23	545	568
Total	47	571	618
OR	21.87 IC95%[10.92: 43.79]		P<0.001

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

A coorte incluiu 618 pacientes, predominantemente mulheres (75,2%), com idade média de $38,9 \pm 10,2$ anos. Como observado no Quadro 1, dos 618 pacientes, a ferramenta FIB-4 classificou 50 como “risco de fibrose”; destes, 24 apresentaram fibrose na biópsia e 26 não. No grupo “sem risco” (568 pacientes), 23 apresentaram fibrose e 545 não. A associação entre a classificação pelo FIB-4 e a presença de fibrose na biópsia foi estatisticamente significativa, com um OR = 21,87 e IC95% 10,92–43,79 ($p < 0,00$).

A continuação, o Quadro 2 exibe os resultados do modelo logístico ajustado multivariável.

Quadro 2 - Fibrose 4 scores (FIB-4) como preditor independente de cirrose hepática.

Variaveis	coef	OR	CI95 inf	CI95 sup	P value
FIB4	2.17	8.79	4.19	18.45	0.00
GGT	0.01	1.01	1.00	1.01	0.04
Fosfatase alcalina	-0.01	0.99	0.97	1.01	0.18
SEXO Masculino	0.47	1.60	0.78	3.28	0.20
IMC	0.04	1.04	0.98	1.10	0.24
PTT	0.05	1.06	0.96	1.17	0.28
ALBUMINA	0.13	1.14	0.88	1.48	0.32
TAP	0.00	1.00	0.78	1.27	0.97

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

No modelo multivariável com ajuste para fatores de confusão que incluiu FIB-4, GGT, fosfatase alcalina, sexo masculino, IMC, TTP, albumina e TAP, o FIB-4 foi associado de forma independente e robusta ao desfecho: OR = 8,79 (IC95% 4,19–18,45; p = 0,00). Ou seja, para cada aumento de 1 unidade no FIB-4, as probabilidades do evento aumentam aproximadamente 8,8 vezes, mantendo constantes as demais variáveis do modelo. Entre as covariáveis, a GGT apresentou uma associação positiva pequena, mas estatisticamente significativa (OR = 1,01; IC95% 1,00–1,01; p = 0,04). O restante das variáveis não atingiu significância estatística (seus IC95% incluem 1 e p>0,05): fosfatase alcalina (OR 0,99; p=0,18), sexo masculino (OR 1,60; p=0,20), IMC (OR 1,04; p=0,24), TTP (OR 1,06; p=0,28), albumina (OR 1,14; p=0,32) e TAP (OR 1,00; p=0,97)

A seguir o Quadro 3 com os resultados da Capacidade discriminativa e calibração global do FIB-4: com AUC e Brier corrigido por bootstrap.

Quadro 3 - FIB-4: AUC e Brier corrigido por bootstrap.

Área sob a curva			
Área	P-Valor	95% de intervalo de confiança	
0.744	0.000	Límite inferior	Límite superior
		0.658	0.83
AUC corrigida bootstrap	Brier aparente	Brier corrigido bootstrap	Accuracy umbral ≥1,3
0.728	0.056	0.060	92.071
Sensibilidade	VPP		0.48
Especificidade	VPN		0.96

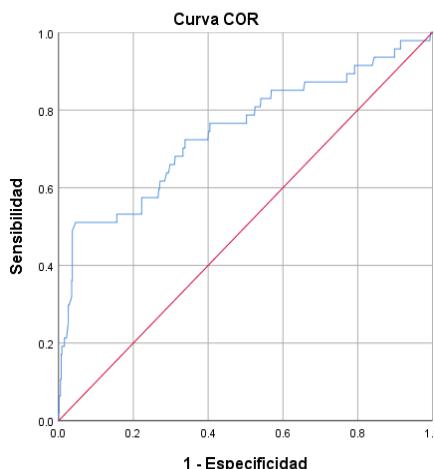
Fonte: Dados da pesquisa (2025).

A capacidade discriminativa do FIB-4 foi moderada, uma vez que a área sob a curva alcançou 0,744, com intervalo de confiança de 95% entre 0,658 e 0,830 e valor de p menor que 0,001; após correção por otimismo através de bootstrap, a AUC foi de 0,728, mantendo sua capacidade discriminativa. Com o ponto de corte pré-especificado de FIB-4 $\geq 1,3$, a sensibilidade foi de 0,511 e a especificidade de 0,954; o valor preditivo positivo foi de 0,48, o valor preditivo negativo de 0,96 e a acurácia global de 92,1%. Além disso, o cálculo de Brier aparente foi de 0,056 e o Brier corrigido por bootstrap foi de 0,060, indicando bom desempenho preditor das probabilidades estimadas pelo modelo (Tabela 3). Em conjunto, o FIB-4 apresenta capacidade discriminativa moderada, com alta especificidade e valor preditivo negativo, o que favorece seu uso para descartar fibrose

quando o resultado é negativo, enquanto a sensibilidade limitada aconselha a confirmação dos resultados positivos ou seu complemento com outros testes, conforme o objetivo clínico.

Nas linhas seguintes, a Figura 1 apresenta a curva ROC do FIB-4 para detecção de fibrose hepática

Figura 1 - Curva ROC do FIB-4 para detecção de fibrose hepática.



Fonte: Dados da pesquisa (2025).

4. Discussão

Neste estudo, avaliamos o desempenho do índice FIB-4 na detecção de fibrose hepática em candidatos à cirurgia bariátrica com esteatose hepática associada à obesidade. A análise evidenciou que o FIB-4, com ponto de corte de 1,3, apresentou associação significativa e independente com a presença de fibrose confirmada histologicamente, com OR ajustado de 8,79 (IC95% 4,19–18,45; $p < 0,001$). Além disso, a ferramenta demonstrou elevada especificidade (95,4%) e valor preditivo negativo (96%), embora com sensibilidade limitada (51,1%). Esses achados sugerem que o FIB-4 pode ter utilidade prática como instrumento de triagem negativa, permitindo descartar fibrose em pacientes de baixo risco, mas deve ser interpretado com cautela quando positivo, em razão do valor preditivo positivo relativamente baixo (48%).

A prevalência de fibrose histologicamente confirmada na coorte foi de 7,6%, o que está de acordo com a literatura que reporta taxas de 5–15% em pacientes submetidos à avaliação bariátrica (Haddad, 2024-Albert & Wood, 2024). Estudos prévios têm demonstrado desempenho variável do FIB-4 nessa população, frequentemente limitado pela baixa sensibilidade em faixas etárias mais jovens (Eddowes et al., 2021 & Newsome et al., 2022). Em nossa análise, ainda que a AUC tenha sido moderada (0,744; IC95% 0,658–0,830), os valores de calibração e a validação por bootstrap sugerem estabilidade dos resultados. Comparativamente, trabalhos que avaliaram elastografia transitória relataram AUCs superiores (0,80–0,90), porém com custo e disponibilidade limitados em muitos contextos (Loomba & Adams, 2024; Aminian et al., 2023). Assim, embora não substitua métodos avançados de imagem, o FIB-4 mostra-se uma alternativa acessível e de fácil aplicação no rastreamento inicial.

Do ponto de vista clínico, a identificação de fibrose hepática antes da cirurgia bariátrica é de particular importância, pois pacientes com doença avançada apresentam risco aumentado de complicações perioperatórias e maior mortalidade (Khajeh et al., 2022; Lassailly et al., 2020). O presente estudo corrobora a possibilidade de empregar o FIB-4 como ferramenta de triagem no pré-operatório, permitindo identificar indivíduos em que a realização de exames complementares, como elastografia ou biópsia, seja mais justificada. A elevada especificidade reforça sua aplicabilidade para excluir pacientes sem fibrose significativa, otimizando recursos e reduzindo procedimentos invasivos desnecessários.

Interessantemente, além do FIB-4, apenas a GGT demonstrou associação estatisticamente significativa com fibrose, ainda que de magnitude modesta. Outros parâmetros, como IMC, albumina e TAP, não apresentaram associação significativa após ajuste multivariável. Esses achados sugerem que, embora fatores metabólicos e antropométricos estejam relacionados ao risco de DHGNA, a predição histológica de fibrose parece depender mais fortemente de biomarcadores específicos da função hepática e do remodelamento tecidual (Eddowes et al., 2021; Loomba & Adams, 2024).

Entre as limitações do estudo, destaca-se seu delineamento retrospectivo e unicêntrico, o que pode restringir a generalização dos resultados. Além disso, a utilização do ponto de corte fixo de 1,3, ainda que previamente validado em populações gerais, pode não refletir de forma ideal a realidade dos pacientes bariátricos, tipicamente mais jovens e com parâmetros laboratoriais distintos (Green et al., 2024; Eddowes et al., 2021). Finalmente, apesar de a biópsia ter sido considerada padrão-ouro, a possibilidade de erro amostral ou variação interobservador não pode ser excluída.

Em termos de perspectivas futuras, estudos multicêntricos e prospectivos são necessários para validar o desempenho do FIB-4 em populações bariátricas heterogêneas, explorar diferentes pontos de corte otimizados por faixa etária e avaliar sua associação com desfechos pós-operatórios (Khajeh et al., 2022; Lassailly et al., 2020). Ademais, a integração do FIB-4 com outros escores não invasivos ou métodos de imagem pode aprimorar a acurácia diagnóstica e contribuir para uma estratificação de risco mais robusta.

5. Conclusão

Este estudo reforça o papel do FIB-4 como ferramenta útil no rastreamento inicial da fibrose hepática em candidatos à cirurgia bariátrica, destacando seu valor na exclusão de casos de baixo risco. Apesar das limitações inerentes, os achados apoiam sua utilização na prática clínica, especialmente em contextos com recursos limitados, desde que resultados positivos sejam confirmados por métodos adicionais antes da tomada de decisões terapêuticas.

Referências

- Agarwal, L. et al. (2022). Impact of metabolic and bariatric surgery on liver diseases: review of outcomes and mechanisms. *Obes Surg / J Obes Surg*. Lippincott Journals
- Albert, S. G. & Wood, E. M. (2024). FIB-4 as a screening and disease monitoring method in pre-fibrotic stages of metabolic dysfunction-associated fatty liver disease (MASLD). *J Diabetes Complications*. 38(7):108777. doi:10.1016/j.jdiacomp.2024.108777. Epub 2024 May 21. PMID: 38788522.
- Aminian, A., Nissen, S. E., Aron-Wisnewsky, J. et al. (2023). Bariatric surgery and nonalcoholic steatohepatitis: mechanisms and long-term outcomes. *Gastroenterology*. 164(5):1198-212. doi:10.1053/j.gastro.2023.01.032.
- Barum, G., Paladini, L. A., De Oliveira, P. G. S. et al. (2024). Assessment of metabolic and bariatric surgery safety in patients with advanced liver fibrosis. *Obes Surg*. 34(9):3173-3180. doi:10.1007/s11695-024-07434-8.
- Bekman, O. R. & Costa Neto, P. L. O. (2009). Análise estatística da decisão. Editora Edgard Blucher.
- Brol, M. J. et al. (2024). Stage of fibrosis is not a predictive determinant of weight loss after bariatric surgery: cohort study. *Surg Obes Relat Dis. soard.org*
- Eddowes, P. J., Sasso, M., Allison, M. et al. (2021). Accuracy of non-invasive fibrosis scores and transient elastography for the diagnosis of advanced fibrosis in patients with NAFLD. *Gastroenterology*. 160(5):1529-1540. doi:10.1053/j.gastro.2020.12.056.
- Garg, H. et al. (2018). Utility of transient elastography (FibroScan) and impact of bariatric surgery on liver stiffness and steatosis: correlation with intraoperative biopsy. *Surg Obes Relat Dis. soard.org*
- Garteiser, P. et al. (2021). Prospective comparison of transient elastography, MRI and histology for diagnosis of fibrosis in bariatric surgery candidates. *J Hepatol Reports / J Clin Imag. jhep-reports.eu*
- Green, V., Lin, J., McGrath, M., Lloyd, A., Ma, P., Higa, K. & Roytman, M. (2024). FIB-4 reliability in patients with severe obesity: lower cutoffs needed? *J Clin Gastroenterol*. 58(8):825-29. doi:10.1097/MCG.0000000000001937. PMID: 37983815.
- Haddad, G. M., Gestic, M. A., Utrini, M. P., Chaim, F. D. M., Chaim, E. A. & Cazzo, E. (2024). Diagnostic accuracy of the non-invasive markers NFLs, NI-NASH-DS, and FIB-4 for assessment of different aspects of non-alcoholic fatty liver disease in individuals with obesity: cross-sectional study. *Arq Gastroenterol*. 61:e23050. doi:10.1590/S0004-2803.24612023-050. PMID: 38896571.

- Han, S. et al. (2022). Diagnostic accuracy of noninvasive fibrosis scoring systems (FIB-4, NFS) in NAFLD: systematic review and meta-analysis. *Gut Liver.* PMC
- Khajeh, E., Aminizadeh, E., Eslami, P. et al. (2022). Outcomes of bariatric surgery in patients with obesity and compensated liver cirrhosis. *Surg Obes Relat Dis.* 18(6):727-737. doi:10.1016/j.soard.2022.03.011.
- Kim, K. H., Kim, J. H., Park, J. et al. (2022). Short-term outcome of bariatric surgery on nonalcoholic fatty liver disease using validated noninvasive instruments. *Obes Surg. (Estudo mostrando melhoria pós-operatória em instrumentos não invasivos).* PMC
- Krishnan, A. et al. (2023). Outcomes after bariatric surgery in patients with obesity and NAFLD: cohort analysis of cardiovascular and mortality outcomes. *JAMA Netw Open. JAMA Network*
- Lassailly, G., Caiazzo, R., Buob, D. et al. (2020). Liver outcomes in severely obese patients undergoing bariatric surgery: a prospective study with intraoperative liver biopsy. *Gastroenterology.* 159(4):1290-302. doi:10.1053/j.gastro.2020.06.020.
- Liu, S. Y. W. et al. (2021). A prospective 5-year study on the use of transient elastography to monitor liver fibrosis after bariatric surgery. *J Hepatol / Hepatology journal. (monitoramento por TE ao longo de 5 anos).* PubMed
- Loomba, R. & Adams, L. A. (2024). Advances in non-invasive assessment of hepatic fibrosis. *Gut.* 73(1):15-26. doi:10.1136/gutjnl-2023-329418.
- Newsome, P. N., Sasso, M., Deeks, J. J. et al. (2022). FibroScan-AST (FAST) score for non-invasive identification of patients with at-risk NASH: an individual patient data meta-analysis. *Lancet Gastroenterol Hepatol.* 7(10):905-915. doi:10.1016/S2468-1253(22)00183-2.
- Nixdorf, L. et al. (2024). Rapid improvement of hepatic steatosis and liver stiffness after metabolic bariatric surgery: early changes in CAP and LSM. *Sci Rep. Nature*
- Park, H. et al. (2023). Diagnostic performance of FIB-4 and NAFLD fibrosis score in lean versus non-lean NAFLD adults. *JAMA Netw Open. JAMA Network*
- Pereira, A. S. et al. (2018). Metodologia da pesquisa científica. [free ebook]. Santa Maria. Editora da UFSM.
- Raverdy, V. et al. (2024). Performance of non-invasive tests for predicting resolution of significant fibrosis after bariatric surgery. *Metabolism / Obes Surg. (comparação de NITs e acompanhamento pós-op).* ScienceDirect
- Sanyal, A. J. et al. (2023). Noninvasive assessment of liver fibrosis in NAFLD: practical guidance and limitations. *Clin Gastroenterol Hepatol. CGH Journal.*
- Shitsuka, R. et al. (2014). Matemática fundamental para a tecnologia. (2ed). Editora Érica.
- Theel, W. B. et al. (2023). Effect of bariatric surgery on NAFLD/NASH: single-centre longitudinal evaluation with noninvasive measures. *BMJ Open. BMJ Open*
- Tomana, D. et al. (2022). Effect of bariatric surgery on fatty liver disease in obese patients — longitudinal assessment with FIB-4 and other indices. *Biomed papers / regional journal. biomed.papers.upol.cz*
- Vande Berg, P., Ulaj, A., de Broqueville, G. et al. (2022). Liver decompensation after bariatric surgery in the absence of cirrhosis. *Obes Surg.* 32(4):1227-1235. doi:10.1007/s11695-022-05930-3.
- Wattacheril, J. J. et al. (2023). AGA clinical practice update: role of noninvasive assessment for NAFLD and fibrosis. *Gastroenterology. Gastro Journal.*
- Younus, H., Sharma, A., Miquel, R. et al. (2020). Bariatric surgery in cirrhotic patients: is it safe? *Obes Surg.* 30(4):1241-1248. doi:10.1007/s11695-019-04214-7.