

剪切波弹性成像定量分析妊娠期胆汁淤积症孕妇肝损伤的临床初步研究

谢川博^{1*}, 满琴², 金朝², 郝晓英¹, 万小梅¹, 张丽莎¹

¹自贡市妇幼保健院超声医学科, 四川 自贡

²自贡市妇幼保健院产前诊断中心, 四川 自贡

收稿日期: 2025年7月1日; 录用日期: 2025年7月24日; 发布日期: 2025年8月5日

摘要

目的: 探讨剪切波弹性成像(SWE)技术对妊娠期胆汁淤积症(ICP)孕妇肝损伤的定量评估价值。方法: 纳入30例ICP孕妇(ICP组)及30例健康单胎孕妇(对照组), 应用SWE技术测量肝脏硬度值, 并检测血清总胆汁酸(TBA)、丙氨酸氨基转移酶(ALT)、天门冬氨酸氨基转移酶(AST)等传统肝功能指标, 分析SWE值与肝功能指标的相关性。结果: ICP组的SWE弹性值显著高于对照组($P < 0.01$), 分别为 8.72 ± 2.03 kPa和 6.26 ± 0.67 kPa。SWE弹性值与TBA、ALT、AST、GGT和TBIL均呈正相关, 相关系数分别为0.87、0.79、0.81、0.85和0.76。结论: SWE技术可通过无创定量检测肝脏硬度有效评估ICP孕妇肝损伤程度, 其弹性值与胆汁淤积严重程度相关, 为ICP的临床诊断及病情监测提供了客观影像学依据。

关键词

剪切波弹性成像, 妊娠期胆汁淤积症, 肝脏硬度, 总胆汁酸, 诊断效能

A Preliminary Clinical Study on Quantitative Analysis of Liver Injury in Pregnant Women with Intrahepatic Cholestasis of Pregnancy Using Shear Wave Elastography

Chuanbo Xie^{1*}, Qin Man², Chao Jin², Xiaoying Hao¹, Xiaomei Wan¹, Lisha Zhang¹

¹Department of Ultrasound Medicine, Zigong Maternity and Child Health Care Hospital, Zigong Sichuan

²Prenatal Diagnosis Center, Zigong Maternity and Child Health Care Hospital, Zigong Sichuan

Received: Jul. 1st, 2025; accepted: Jul. 24th, 2025; published: Aug. 5th, 2025

*通讯作者。

文章引用: 谢川博, 满琴, 金朝, 郝晓英, 万小梅, 张丽莎. 剪切波弹性成像定量分析妊娠期胆汁淤积症孕妇肝损伤的临床初步研究[J]. 临床个性化医学, 2025, 4(4): 117-123. DOI: 10.12677/jcpm.2025.44424

Abstract

Objective: To investigate the value of shear wave elastography (SWE) in quantitatively assessing liver injury in pregnant women with intrahepatic cholestasis of pregnancy (ICP). **Methods:** Thirty ICP pregnant women (ICP group) and thirty healthy singleton pregnant women (control group) were enrolled. Liver stiffness was measured using SWE. Traditional liver function indices, including serum total bile acid (TBA), alanine aminotransferase (ALT), aspartate aminotransferase (AST), gamma-glutamyl transferase (GGT), and total bilirubin (TBIL) were detected. The correlation between SWE values and liver function indices was analyzed. **Results:** The SWE elasticity value in the ICP group was significantly higher than that in the control group (8.72 ± 2.03 kPa vs. 6.26 ± 0.67 kPa, $P < 0.01$). The SWE elasticity value showed positive correlations with TBA, ALT, AST, GGT, and TBIL, with correlation coefficients of 0.87, 0.79, 0.81, 0.85, and 0.76, respectively. **Conclusion:** SWE technology can effectively assess the degree of liver injury in ICP pregnant women through non-invasive quantitative measurement of liver stiffness. The SWE elasticity value correlates with the severity of cholestasis, providing an objective imaging basis for the clinical diagnosis and monitoring of ICP.

Keywords

Shear Wave Elastography, Intrahepatic Cholestasis of Pregnancy, Liver Stiffness, Total Bile Acid, Diagnostic Efficacy

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

妊娠期肝内胆汁淤积症(ICP)是妊娠中晚期特有的并发症,以皮肤瘙痒和血清总胆汁酸(TBA)水平升高为特征。ICP对母体风险较小,但血清胆汁酸可通过胎盘屏障并在胎儿体内及羊水中聚积,导致围产儿发病率和死亡率增高,主要不良结局包括死胎、早产、羊水胎粪污染等[1]。2024年《妊娠期肝内胆汁淤积症临床诊治和管理指南》将ICP根据胆汁酸水平分为轻度、重度和极重度三个分度,为临床管理提供了重要依据[2]。

目前,ICP的诊断主要依赖于血清TBA水平和临床症状,但TBA作为生化指标,无法直接反映肝脏组织的结构变化[3]。丙氨酸氨基转移酶(ALT)、天门冬氨酸氨基转移酶(AST)等肝功能指标虽然也能反映肝细胞损伤,但其特异性不足,且无法定量评估肝纤维化的程度。因此,探索一种能够无创、定量评估ICP孕妇肝损伤程度的方法,对于提高ICP的诊断准确性和监测效果具有重要意义[4]。

剪切波弹性成像(SWE)是一种基于超声技术的肝脏硬度测量方法,通过测量剪切波在肝脏组织中的传播速度来评估肝脏硬度,具有无创、实时、定量的特点[5]。本研究旨在验证SWE技术在ICP孕妇肝损伤定量分析中的应用价值,以为ICP的诊断和监测提供一种新的、无创的评估方法,为临床决策提供参考[6]。

2. 材料与方法

2.1. 研究对象

本研究纳入2023年5月至2024年5月期间于我院产科门诊接受常规产检的18~45岁单胎孕妇共60

例, 其中 ICP 组与健康对照组各 30 例。所有受试者孕周严格限定于 32~34 周, 均签署书面知情同意书自愿参与。ICP 组纳入标准为符合 2024 年指南定义及国际共识诊断标准[2]: 妊娠晚期出现空腹 TBA 水平 > 正常值 10 倍以上(即 $\geq 10 \mu\text{mol/L}$), 并伴发新发皮肤瘙痒、黄疸、恶心、呕吐、食欲减退、腹痛、腹泻或肝功能异常(ALT/AST 升高)等至少一项临床表现。健康对照组需满足: 无妊娠期肝胆疾病史、TBA < $10 \mu\text{mol/L}$ 、ALT < 40 U/L、AST < 40 U/L、血清 γ -谷氨酰转肽酶(GGT) < 50 U/L、血清总胆红素(TBIL) < $19 \mu\text{mol/L}$, 且肝胆系统超声检查未提示器质性病变。排除标准包括: 多胎妊娠患者; 合并病毒性肝炎、药物性肝损伤、胆道结石等其他肝胆系统疾病者; 存在妊娠期高血压、糖尿病等严重产科并发症者; 近期(3 个月内)使用过影响胆汁酸代谢或肝酶活性药物者; 临床资料不全或未能配合完成研究随访者。

2.2. 研究方法

2.2.1. SWE 技术操作

SWE 检查采用飞利浦 ElastoQ 二维剪切波弹性成像系统, 配备 3.5 MHz 凸阵探头。检查前要求孕妇空腹 4~6 小时, 休息 10~20 分钟。检查时孕妇取仰卧位, 右上肢上抬至头部以增宽肋间隙, 腹肌放松, 在平静呼吸状态下屏气 3~5 秒, 不可深吸气或深呼气。测量区域选择肝右叶 S5~S6 段, 将感兴趣区域(ROI)置于肝包膜下 1~2 cm 处, 避开肝内较大的血管、胆管、胆囊等非目标结构。ROI 大小设定为 $3 \text{ cm} \times 3 \text{ cm}$, 将 ROI 放置于超声图像中央以减少检测误差。测量深度不超过 5~6 cm, 以避免因声学衰减、混响、阴影等因素造成的测量误差。为确保测量可靠性, 本研究实施了多项质量控制措施: 操作者间一致性方面, 所有 SWE 检查均由具有五年以上经验的高年资超声科医生统一培训考核后操作, 通过标准化流程和定期质控验证一致性; 采用标准化操作手法控制探头压力(要求垂直施压并保持轻柔均匀), 结合规范化的呼吸配合要求(仅在呼气末屏气时成像), 同时严格执行设备校准、耦合剂使用规范; 数据处理方面, 同一位置重复测量 3 次后取平均值作为最终参考值。

2.2.2. 实验室指标检测

所有研究对象于晨间空腹状态下(禁食 ≥ 8 小时)由专业护士采集肘静脉血标本 5 mL, 使用含有促凝剂的真空采血管收集样本, 静置 30 分钟后以 3000 r/min 离心 10 分钟分离血清。血清样本于采集后 2 小时内完成检测, 暂存样本保存于 -80°C 低温冰箱备查。实验室检测严格参照国际临床化学联合会推荐标准及试剂说明书进行操作, 采用全自动生化分析仪, 对以下关键生化指标进行定量测定: TBA 水平、ALT 水平、AST 水平、GGT 水平以及 TBIL 水平。所有检测均由具备资质的检验技师操作完成, 并严格执行实验室内部质量控制程序, 以确保检测结果的准确性、可靠性和可比性。

2.2.3. 数据分析

本研究采用 SPSS 26.0 统计软件进行数据分析, 对两组研究对象的基本资料进行描述性统计分析, 包括年龄、孕周、孕前 BMI、孕前肝胆疾病史等, 以了解两组人群的基线特征。另采用 Spearman 相关性分析, 评估 SWE 弹性值与 TBA、ALT、AST 等实验室指标之间的相关性。

3. 结果

3.1. 一般资料比较

两组研究对象的一般资料比较如下表 1 所示。

结果显示, 两组研究对象在年龄、孕周、孕前 BMI 等一般资料方面无显著差异($P > 0.05$), 但在空腹 TBA、ALT、AST、GGT 和 TBIL 等肝功能指标方面存在显著差异($P < 0.001$), 符合 ICP 的临床特征。

Table 1. Comparison of general characteristics between the ICP group and the control group
表 1. ICP 组与对照组一般资料比较

项目	ICP 组(n = 30)	对照组(n = 30)	P 值
年龄(岁)	31.78 ± 1.64	30.53 ± 2.24	0.123
孕周(周)	33.52 ± 0.3	33.55 ± 0.57	0.456
孕前 BMI (kg/m ²)	25.5 ± 1.31	24.34 ± 2.26	0.067

3.2. 临床资料比较

ICP 组孕妇的 SWE 弹性值、TBA (μmol/L)、ALT (U/L)、AST (U/L)、GGT (U/L)、TBIL (μmol/L)显著高于健康对照组，差异具有统计学意义，见表 2。

Table 2. Comparison of clinical parameters between the ICP group and the control group
表 2. ICP 组与对照组临床资料比较

项目	ICP 组(n = 30)	对照组(n = 30)	P 值
SWE (Kpa)	8.72 ± 2.03	6.26 ± 0.67	<0.001
TBA (μmol/L)	73.07 ± 42.62	5.86 ± 0.89	<0.001
ALT (U/L)	71.58 ± 25.68	28.37 ± 4.03	<0.001
AST (U/L)	62.92 ± 24.22	23.45 ± 1.94	<0.001
GGT (U/L)	103.40 ± 32.85	30.73 ± 4.88	<0.001
TBIL (μmol/L)	19.00 ± 5.46	7.39 ± 1.02	<0.001

3.3. SWE 弹性值与肝功能指标的相关性

SWE 弹性值与肝功能指标的相关性分析结果如下表 3 所示：

Table 3. Correlation between SWE elasticity values and TBA, ALT, AST, GGT, and TBIL levels
表 3. SWE 弹性值与 TBA、ALT、AST、GGT、TBIL 相关性

肝功能指标	与 SWE 弹性值的相关系数(r)	P 值
TBA (μmol/L)	0.87	<0.01
ALT (U/L)	0.79	<0.01
AST (U/L)	0.81	<0.01
GGT (U/L)	0.85	<0.01
TBIL (μmol/L)	0.76	<0.01

结果显示，SWE 弹性值与 TBA、ALT、AST、GGT 和 TBIL 均呈正相关，其中与 TBA 和 GGT 的相关性最为显著(P < 0.01)。

4. 讨论

本研究通过 SWE 技术测量肝脏硬度值，并与传统肝功能指标进行比较，发现 ICP 孕妇的 SWE 弹性值显著高于健康对照组，且与 TBA、ALT、AST、GGT 和 TBIL 均呈正相关。这一发现为 ICP 肝损伤的定量评估提供了新的视角，SWE 技术作为一种无创、实时、定量的影像学方法，能够直接反映肝脏组织

的弹性变化, 弥补传统生化指标在评估组织结构损伤方面的不足[7]。

4.1. SWE 技术在 ICP 肝损伤评估中的原理与优势

SWE 通过测量剪切波传播速度($E = 3\rho v^2/4$)直接量化肝脏硬度, 克服了传统生化指标仅反映功能状态的局限性。ICP 病理机制中, 胆汁淤积引发的肝细胞水肿、炎症浸润等结构性改变可被 SWE 精准捕捉[8]。相较于肝穿刺活检, SWE 具备无创、实时、可重复性强的优势, 且操作简便、成本较低; 相较磁共振弹性成像, 其临床普及性更高。研究显示[9], SWE 在肝纤维化评估中已验证与纤维化分期的正相关性(ROC 曲线下面积 > 瞬时弹性成像), 提示其对早期组织改变的敏感性。尽管 ICP 患者未达显著纤维化阶段, SWE 仍能通过硬度值变化反映胆汁淤积引起的微结构损伤, 为 ICP 肝损伤评估提供新视角。

4.2. SWE 弹性值与 ICP 严重程度的相关性及其临床意义

本研究发现, SWE 弹性值与 ICP 孕妇的 TBA、ALT、AST、GGT 和 TBIL 均呈正相关, 其中与 TBA 和 GGT 的相关性最为显著($P < 0.01$)。这表明 SWE 弹性值与 ICP 严重程度的相关性支持其作为 ICP 分度的补充指标, 能够有效区分 ICP 患者与健康孕妇。此外, 随着 ICP 严重程度的增加, SWE 弹性值可能呈现进一步升高的趋势, 这为 ICP 的分度提供了影像学依据。SWE 弹性值与 TBA 的高相关性($r = 0.87$)表明, SWE 技术能够间接反映胆汁淤积的程度, 为 ICP 的早期诊断和病情监测提供帮助。多项研究表明, TBA 水平是 ICP 诊断和分度的关键指标, 也是预测胎儿不良结局的重要参数。当 TBA 水平达到 $46.05 \mu\text{mol/L}$ 时, 早产风险显著升高; 当 TBA 水平 $> 100 \mu\text{mol/L}$ 时, 死产风险显著增加。SWE 作为 TBA 的影像学关联指标, 可能通过动态监测肝硬度变化, 更早发现胆汁淤积加重, 从而指导临床干预。此外, SWE 弹性值与 ALT、AST 的正相关性(r 分别为 0.79、0.81)表明, SWE 技术能够综合评估 ICP 引起的肝细胞损伤和炎症反应。ICP 患者的肝损伤主要表现为肝细胞水肿和炎症浸润, 而非明显的肝细胞坏死或纤维化。SWE 技术通过测量肝脏硬度值, 能够同时反映胆汁淤积引起的肝细胞水肿和炎症活动引起的组织僵硬, 为 ICP 的肝损伤程度提供更全面的评估。但 SWE 弹性值受多种因素影响, 包括肝脏炎症活动度、脂肪变性、胆汁淤积程度等, 所以在解读 SWE 弹性值时, 应结合其他肝功能指标和临床表现综合分析, 避免单一指标误判[10]。此外, Dirrichs 等发现, SWE 在非酒精性脂肪性肝炎(NASH)患者中能同时反映纤维化和炎症活动度, 支持其作为多维度肝损伤标志物的潜力[11]。然而, SWE 在 ICP 中的特异性仍存疑, Ren 等指出, 急性肝炎或肝水肿可能导致 SWE 值假性升高, 而 ICP 的病理本质是胆汁毒性而非纤维化[12]。

4.3. SWE 技术在 ICP 诊断与监测中的应用价值

尽管现有指南未纳入 SWE, 其作为传统指标的补充具有独特价值。首先, SWE 可定期评估肝硬度变化, 可能早于 TBA 升高发现肝损伤进展, 为终止妊娠时机提供依据。例如重度 ICP 孕妇通常建议 34 周分娩, SWE 硬度阈值可能优化决策[13]。其次, SWE 与 TBA、ALT 等指标的联合可构建更精准的分度或预后模型。研究显示 TBA $> 100 \mu\text{mol/L}$ 时死产风险显著增加, SWE 值与 TBA 的协同分析或提升胎儿风险预测效能。最后, 现有治疗(如熊去氧胆酸)主要改善生化指标, SWE 可通过硬度值变化量化治疗对肝组织结构的影响, 为疗效评估提供新维度[13]。Xiao 等证实, SWE 较 APRI、FIB-4 等血清模型能更早预测慢性乙肝患者肝纤维化进展[14]。但 ICP 的 SWE 阈值建立面临挑战, Hu 等指出, 不同病因肝病(病毒性、酒精性、胆汁淤积性)的 SWE 诊断阈值存在显著差异[15]。目前尚无胆汁淤积主导肝病的 SWE 临界值共识。

4.4. SWE 与其他方法的比较及联合应用策略

SWE 技术与瞬时弹性成像(TE)等现有无创肝硬度评估方法各有特点。TE 通过单点测量肝脏硬度, 已广泛应用于慢性肝病(如肝炎、肝硬化)的纤维化分期, 但其在胆汁淤积性肝病中的适用性存在争议, 由于

测量原理基于低频声波传播速度,对轻度肝水肿或胆汁淤积引起的微结构改变敏感性较低,且易受肥胖、肋间隙条件等因素干扰。相比之下,SWE通过二维剪切波成像技术,可实时可视化感兴趣区域,动态调整测量深度和范围,对胆汁淤积引发的肝细胞水肿、炎症浸润等早期结构性改变可能更具敏感性。但需注意,SWE的剪切波传播速度测量易受探头压力、呼吸运动等操作因素影响,其稳定性需通过标准化操作流程进一步优化。

在联合应用方面,SWE与传统肝功能指标(如TBA、ALT、GGT)的协同分析可能提升ICP的分度和预后评估效能。例如[16],TBA水平反映胆汁淤积程度,而SWE弹性值直接量化肝组织结构损伤,二者结合可构建多维度风险模型。已有研究表明[17],在非酒精性脂肪性肝病中,SWE与APRI、FIB-4等血清标志物联合使用可显著提高肝纤维化诊断准确性。类似地[18],在ICP中,SWE与TBA的联合可能优化早产、死产等不良妊娠结局的风险分层。此外,SWE与TE的互补应用也值得关注,TE适用于评估ICP后期可能伴随的轻度纤维化,而SWE更适合捕捉早期胆汁淤积性肝损伤,二者联合可覆盖ICP病程不同阶段的监测需求。

4.5. 研究局限性与未来方向

本研究存在样本量较小($n=60$)、孕周范围较局限(32~34周)及缺乏胎儿预后数据等不足,可能限制结论的普适性。潜在误差因素包括操作者依赖性(探头压力、呼吸运动对SWE测量的影响)、肥胖对剪切波速度的干扰(脂肪组织可能降低测量准确性)以及设备差异(不同探头或厂家间结果可比性存疑)。未来需开展多中心大样本研究以明确ICP分度的SWE特异性阈值,并建立孕期动态监测模型,探索SWE与传统肝功能指标(如TBA、ALT、GGT)的联合评估体系,推动其纳入临床指南,实现ICP的精准诊断与个体化管理。研究方向应聚焦于验证SWE在胆汁淤积性肝损伤中的诊断效能(区分其与肝纤维化),开发结合SWE与血清指标的机器学习预测模型以优化终止妊娠时机决策,同时通过多中心研究与TE、磁共振弹性成像等方法进行头对头比较,明确SWE在ICP中的敏感性与特异性。当前缺乏针对胆汁淤积性肝病的SWE阈值共识,需通过大样本研究建立疾病特异性参考值,解决临床推广中的关键问题,最终为ICP的全程管理提供可靠依据。

5. 结论与展望

本研究将SWE技术应用于ICP孕妇肝损伤的定量评估,发现ICP孕妇的SWE弹性值显著高于健康对照组,且与TBA、ALT、AST、GGT和TBIL均呈正相关。这一结果表明,SWE技术能够有效评估ICP孕妇的肝损伤程度,为ICP的临床诊断和病情监测提供了新的视角。然而,SWE技术在ICP中的应用仍处于初步探索阶段,其诊断阈值和临床价值尚未得到充分验证。未来需要开展多中心、大样本研究,验证SWE弹性值与ICP严重程度的相关性,确定区分轻度、重度和极重度ICP的SWE阈值,并与传统诊断标准进行比较。同时,需要探索SWE技术在ICP动态监测中的应用,构建SWE弹性值随孕期变化的动态模型,并验证其在预测病情进展和胎儿不良结局方面的价值。此外,SWE技术与传统指标联合应用的评估模型也值得进一步研究。通过将SWE弹性值与TBA、ALT、AST等传统肝功能指标结合,可以构建更全面的ICP评估体系,提高诊断准确性和分度可靠性。最终,希望这些研究能够推动SWE技术被纳入ICP临床指南,为ICP的诊断和管理提供更客观、更准确的影像学依据。

总之,本研究为SWE技术在ICP肝损伤评估中的应用奠定了基础,未来需要进一步研究其临床价值和前景,为ICP的精准诊断和个性化治疗提供新的工具。

基金项目

自贡市卫生健康委员会项目(23ZGWJ66)自贡市科学技术局(2023ZC25)。

参考文献

- [1] Kostka, L., Hruban, L. and Morávková, P. (2024) Intrahepatic Cholestasis of Pregnancy. *Česká gynekologie*, **89**, 405-410. <https://doi.org/10.48095/cccg2024405>
- [2] 中华医学会妇产科学分会产科学组, 中华医学会围产医学分会. 妊娠期肝内胆汁淤积症临床诊治和管理指南 (2024 版) [J]. 中华妇产科杂志, 2024, 59(2): 97-107.
- [3] Hu, Q. and Yu, H. (2024) Unexplored Topics in Intrahepatic Cholestasis of Pregnancy: A Review and Bibliometric Analysis. *Medicine*, **103**, e39972. <https://doi.org/10.1097/md.00000000000039972>
- [4] Odabaş, R.K., Sökmen, Y., Dündar, E. and Taşpınar, A. (2024) The Incidence of Intrahepatic Cholestasis of Pregnancy and Its Maternal, Fetal, and Neonatal Adverse Outcomes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Midwifery & Women's Health*, **69**, 370-382. <https://doi.org/10.1111/jmwh.13640>
- [5] Wang, M., Chen, L., Li, J., You, Y., Qian, Z., Liu, J., et al. (2024) An Omics Review and Perspective of Researches on Intrahepatic Cholestasis of Pregnancy. *Frontiers in Endocrinology*, **14**, Article 1267195. <https://doi.org/10.3389/fendo.2023.1267195>
- [6] Li, Q., Xu, X., Zhao, C., Wang, Y., Chen, X., Liu, M., et al. (2024) PUFA and Intrahepatic Cholestasis of Pregnancy: A Two-Sample Mendelian Randomisation Analysis. *British Journal of Nutrition*, **132**, 1022-1029. <https://doi.org/10.1017/s0007114524002095>
- [7] Xin, S., Liu, M., Lai, H., Nie, L., Hong, Y., Xiong, Y., et al. (2024) The Severity of Intrahepatic Cholestasis of Pregnancy and Its Association with Pregnancy Complications and Neonatal Asphyxia: A Single-Center Case Analysis and Systematic Review. *Biomolecules and Biomedicine*, **24**, 1501-1516. <https://doi.org/10.17305/bb.2024.10588>
- [8] Obiegbusi, C.N., Dong, X.J., Obiegbusi, S.C., Jin, X. and Okoene, I.K. (2023) Predictors of Adverse Fetal Outcomes in Intrahepatic Cholestasis of Pregnancy (ICP): A Narrative Review. *Reproductive Sciences*, **31**, 341-351. <https://doi.org/10.1007/s43032-023-01329-2>
- [9] Joudaki, S., Oladipupo, O., Carbery, I., Lenti, M.V. and Selinger, C.P. (2025) Meta-Analysis: Pregnancies with Inflammatory Bowel Disease Complicated by Intrahepatic Cholestasis of Pregnancy. *Alimentary Pharmacology & Therapeutics*, **61**, 1430-1436. <https://doi.org/10.1111/apt.70096>
- [10] Iqbal, M., Muhammad, Z., Akhter, N. and Shams Alam, S. (2024) Effects of Ursodeoxycholic Acid Treatment for Intrahepatic Cholestasis of Pregnancy on Maternal and Fetal Outcomes. *Cureus*, **16**, e70800. <https://doi.org/10.7759/cureus.70800>
- [11] Chen, S., Ahlqvist, V.H., Sjöqvist, H., Stephansson, O., Magnusson, C., Dalman, C., et al. (2024) Maternal Intrahepatic Cholestasis of Pregnancy and Neurodevelopmental Conditions in Offspring: A Population-Based Cohort Study of 2 Million Swedish Children. *PLOS Medicine*, **21**, e1004331. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1004331>
- [12] Dirrichs, T., Meiser, N., Panek, A., Trepels-Kotteck, S., Orlikowsky, T., Kuhl, C.K., et al. (2019) Transcranial Shear Wave Elastography of Neonatal and Infant Brains for Quantitative Evaluation of Increased Intracranial Pressure. *Investigative Radiology*, **54**, 719-727. <https://doi.org/10.1097/rli.0000000000000602>
- [13] Ren, Y., Toyoshima, Y., Vrieze, A., Freedman, B., Alizad, A. and Zhao, C. (2024) In Vivo Ultrasound Shear Wave Elastography Assessment of Acute Compartment Syndrome in a Türkiye Model. *Ultrasound in Medicine & Biology*, **50**, 571-579. <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2023.12.022>
- [14] Tsukamoto, I., Iida, N., Yousefi, F., Adam, E., Selim, O., Zhao, G., et al. (2024) Ultrasound Shear Wave Elastography for Noninvasive Diagnosis of Acute Compartment Syndrome Using a Novel in Vivo Türkiye Model. *Military Medicine*, **189**, 644-651. <https://doi.org/10.1093/milmed/usae211>
- [15] Xing, G., Wang, J., Jiang, W., Ge, N., Zhu, Y. and Wang, Y. (2023) Value of Multimodality Ultrasound in Quantitative Evaluation of the Intra-Compartmental Pressure and Perfusion Pressure in Acute Compartment Syndrome in a Rabbit Model. *Ultrasound in Medicine & Biology*, **49**, 1837-1844. <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2023.04.008>
- [16] Zhang, J., Duan, K., Wei, J., Zhang, W., Zhou, H., Sang, L., et al. (2024) Quantitative Diagnosis of Early Acute Compartment Syndrome Using Two-Dimensional Shear Wave Elastography in a Rabbit Model. *Ultrasonography*, **43**, 345-353. <https://doi.org/10.14366/usg.24067>
- [17] Xiao, C., Huang, X., Li, M., Wu, J. and Huang, H. (2021) Evaluation of the Biomechanical Properties of the Posterior Eye Using Shear Wave Elastography in Patients with Increased Intracranial Pressure. *Medical Ultrasonography*, **23**, 305-310. <https://doi.org/10.11152/mu-2940>
- [18] Hu, J.L., Chen, H.X., Chen, H.R., Wu, Y., Sun, X.W., Li, Z., Xing, J.F., et al. (2019) Novel Noninvasive Quantification of Penile Corpus Cavemosum Lesions in Hyperlipidemia-Induced Erectile Dysfunction in Rabbits by Two-Dimensional Shear-Wave Elastography. *Asian Journal of Andrology*, **21**, 143-149. https://doi.org/10.4103/aja.aja_78_18