

DOI: <https://doi.org/10.34921/amj.2025.3.15>**β-TALASSEMİYALİ UŞAQLARDA QARACİYƏR ELASTOQRAFIYASININ
DİAQNOSTİK ƏHƏMİYYƏTİ****M.S.Pənahova, H.E.Əsgərova***Azərbaycan Tibb Universitetinin Şüa diaqnostikası və terapiyası kafedrası, Bakı, Azərbaycan*

Məqalədə β-talassemiya uşaqlarında qaraciyər fibrozunun erkən diaqnostikası üçün ultrasəs elastoqrafiyasının klinik dəyərini araşdıran tədqiqatın nəticələri təqdim edilmişdir. Tədqiqatda β-talassemiya diaqnozu təsdiqlənmiş, 6-18 yaş arası 50 pasiyent və 20 sağlam həmyaş (kontrol qrupu) iştirak etmişdir. Elastoqrafiya FUJIFILM Arietta 750 aparatı ilə aparılmışdır. Talassemiya pasiyentlərdə qaraciyərin orta sərtliyi $10,5 \pm 2,3$ kPa olmuş, bu göstərici kontrol qrupundan ($5,2 \pm 1,1$ kPa; $p < 0,001$) əhəmiyyətli dərəcədə yüksəkdir və METAVIR şkalası üzrə F2–F3 mərhələlərinə uyğun gəlir. Əsas qrupun 72 %-ində fibroz əlamətləri (≥ 9 kPa) aşkarlanmışdır. Fibroz dərəcəsi ferritin səviyyəsi ($r = 0,68$; $p < 0,001$), son bir ildə qanköçürmə tezliyi ($r = 0,55$; $p < 0,01$) və xəstəliyin müddəti ilə müsbət korrelyasiya etmiş, həmçinin hepatomeqaliya və splenomeqaliya ilə əlaqəli olmuşdur. Aşağı hemoglobin səviyyəsi transfuzion yükün artması və fibrozun proqressiyası ilə müşayiət olunmuşdur. Nəticələr göstərir ki, ultrasəs elastoqrafiyası β-talassemiya uşaqlarında qaraciyər fibrozunun erkən diaqnostikası və monitorinqi üçün etibarlı, təhlükəsiz və təkrarlana bilən qeyri-invaziv üsuldur; bu metod biopsiyaya olan ehtiyacı azaldır və dəmir yüklənməsi ilə əlaqədar ağırlaşmaların riskini vaxtında qiymətləndirməyə imkan verir.

Açar sözlər: β-talassemiya, fibroz, elastoqrafiya**Ключевые слова:** β-талассемия, фиброз, эластография**Keywords:** β-thalassaemia, fibrosis, elastography**ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ЭЛАСТОГРАФИИ ПЕЧЕНИ
ПРИ β-ТАЛАССЕМИИ У ДЕТЕЙ****М.С.Панахова, Х.Э.Аскерова***Кафедра лучевой диагностики и терапии Азербайджанского медицинского университета,
Баку, Азербайджан*

В статье представлены результаты исследования, проведенного с целью изучения диагностической ценности ультразвуковой эластографии печени у детей с β-талассемией. В работу включены 50 пациентов в возрасте 6–18 лет с подтвержденной β-талассемией и 20 здоровых ровесников контрольной группы. Эластографию выполняли на аппарате FUJIFILM Arietta 750. Средняя жесткость печени у больных талассемией составила $10,5 \pm 2,3$ кПа, что достоверно превышало показатели контроля ($5,2 \pm 1,1$ кПа; $p < 0,001$) и соответствовало стадиям F2–F3 по METAVIR. Признаки фиброза (≥ 9 кПа) выявлены у 72 % пациентов основной группы. Степень фиброза положительно коррелировала с уровнем ферритина ($r = 0,68$; $p < 0,001$), частотой гемотрансфузий за последний год ($r = 0,55$; $p < 0,01$) и длительностью заболевания, а также ассоциировалась с гепато- и спленомегалией. Низкий гемоглобин сопровождался нарастанием трансфузионной нагрузки и прогрессированием фиброза. Полученные данные подтверждают, что ультразвуковая эластография является надежным, безопасным и воспроизводимым неинвазивным методом для ранней диагностики и мониторинга фиброза печени у детей с β-талассемией, позволяя снизить потребность в биопсии и своевременно оценивать риск осложнений, связанных с перегрузкой железом.

β-талассемия представляет собой одну из наиболее распространенных форм наследственной анемии, которая оказывает систем-

ное воздействие на организм, включая поражение печени [1,2]. Основной причиной поражения печени при данном заболевании

является хронический гемосидероз — избыточное накопление железа в тканях из-за частых гемотрансфузий и повышенного разрушения эритроцитов [3-5]. Токсическое действие железа приводит к повреждению гепатоцитов, активации звездчатых клеток печени и развитию фиброза, который, если его не контролировать, может прогрессировать до цирроза. Традиционные методы диагностики фиброза печени, такие как биопсия, являются инвазивными и сопряжены с риском осложнений, что ограничивает их применение у детей. В этой связи неинвазивные методы оценки состояния печени приобретают особую актуальность. Эластография, основанная на измерении жесткости тканей, предоставляет возможность раннего выявления фиброза без необходимости травматичного вмешательства. Этот метод обладает высокой точностью и воспроизводимостью, что делает его ценным инструментом для мониторинга пациентов с β -талассемией. Целью данного исследования является оценка возможностей эластографии для определения степени поражения печени у детей с β -талассемией и сравнение результатов с показателями контрольной группы здоровых детей. Это позволит уточнить роль данного метода в диагностике и мониторинге состояния печени у данной категории пациентов. [6,7]

Материалы и методы исследования. В данном исследовании использовался ультразвуковой аппарат Fujifilm Arietta 750, оснащенный современным модулем для проведения эластографии. Это оборудование обеспечивает высокую точность измерений и позволяет проводить количественную оценку жесткости тканей печени через анализ скорости распространения сдвиговых волн. Исследование проводилось в Учебно-терапевтической клинике Азербайджанского Медицинского университета с января по июнь текущего года, что обеспечивало контроль качества проведения всех процедур. Исследование включало две группы участников. Основную группу составили 50 детей с подтвержденным диагнозом β -талассемия, возраст которых варьировался от 6 до 18 лет. Контрольная группа включала 20 здоровых детей соответствующего возраста без признаков заболеваний печени.

Критериями включения в исследование яв-

лялись подтвержденный диагноз β -талассемия и отсутствие острых инфекционных заболеваний. Исключались дети с сопутствующими хроническими заболеваниями печени, такими как гепатит или стеатоз, а также дети, получающие терапию, способную повлиять на состояние печени (например, хелаторная терапия).

Каждому пациенту проводилось стандартное ультразвуковое обследование для исключения грубых структурных изменений печени, после чего выполнялась эластография. Процедура выполнялась в положении лежа на спине с минимизацией дыхательных движений. Для обеспечения надежности данных каждому пациенту проводилось не менее 10 измерений в правой доле печени. Полученные результаты усреднялись, и итоговые показатели выражались в килопаскалях (кПа). Основные статистические методы включали тест Манна-Уитни для сравнения групповых данных и коэффициент корреляции Спирмена для анализа взаимосвязи между показателями жесткости печени и клиническими параметрами, такими как уровень ферритина. Уровень значимости устанавливался на уровне $p < 0,05$, что гарантировало достоверность полученных результатов.

Результаты исследования. У детей с β -талассемией среднее значение жесткости печени составило $10,5 \pm 2,3$ кПа, тогда как у здоровых детей из контрольной группы этот показатель находился в пределах $5,2 \pm 1,1$ кПа ($p < 0,001$). Среди пациентов основной группы у 72% было выявлено значительное увеличение жесткости печени ($> 9,0$ кПа), что указывает на наличие фиброза.

Анализ уровня ферритина в крови показал сильную положительную корреляцию с показателями жесткости печени ($r = 0,68$, $p < 0,001$) [7,8]. При стратификации по степени фиброза наблюдалась следующая картина: у 30% детей с β -талассемией диагностирован умеренный фиброз, у 42% — выраженный фиброз, а у 28% — начальные стадии фиброза (рис.). У детей из контрольной группы признаки фиброза отсутствовали. Дополнительный анализ показал, что у детей с выраженным фиброзом (жесткость печени > 12 кПа) уровень ферритина превышал среднее значение в 2,5 раза по сравнению с пациентами с умеренным фиброзом ($p < 0,01$).

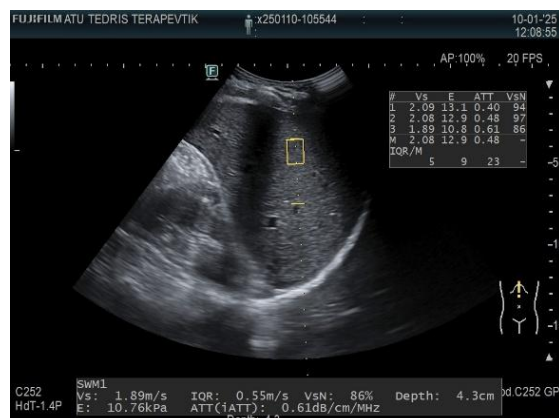
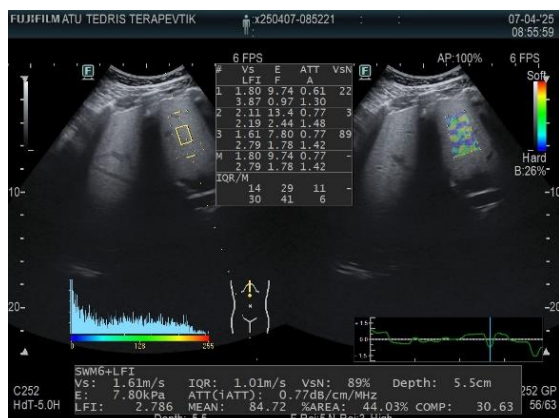


Рис. Ультразвуковая эластография печени

- а) Пациент 2, 11 лет. Комбинированная SWE + AТТ: модуль упругости **7,80 кПа** (F1), умеренный фиброз;
б) Пациент 2, 17 лет. ROI в правой доле: модуль упругости **10,76 кПа** (F2–F3), выраженный фиброз

При этом степень фиброза коррелировала не только с уровнем ферритина, но и с частотой переливаний крови за последние 12 месяцев ($r=0,55$, $p<0,01$). Эти данные подчеркивают ключевую роль перегрузки железом в патогенезе фиброза печени. Также было выявлено, что пациенты с длительностью заболевания более 10 лет демонстрировали значительно более высокие показатели жесткости печени по сравнению с детьми, у которых диагноз был установлен менее 5 лет назад ($11,8 \pm 2,7$ кПа против $9,2 \pm 1,9$ кПа; $p<0,05$). Это указывает на прогрессирующий характер фиброза при отсутствии адекватной терапии. Низкий уровень гемоглобина отрицательно коррелировал с частотой переливаний крови ($r=-0,65$, $p<0,01$). Увеличение размеров печени (гепатомегалия) и селезенки (спленомегалия) наблюдалось у детей с β -талассемией и коррелировало с выраженностью фиброза. Увеличение селезенки усиливало анемию из-за повышенного разрушения эритроцитов, что в свою очередь повышало потребность в переливаниях крови [1,3]. Более низкий уровень гемоглобина приводил к большей потребности в трансфузиях, что усугубляло перегрузку железом ($r=0,72$, $p<0,001$) и прогрессирование фиброза ($r=0,68$, $p<0,01$) у пациентов с талассемией.

Обсуждение. Результаты исследования подтвердили высокую диагностическую ценность эластографии для оценки состояния печени у детей с β -талассемией. Зна-

чительное увеличение жесткости печени у пациентов основной группы связано с хроническим гемосидерозом, вызванным частыми переливаниями крови и повышенным разрушением эритроцитов. Полученные данные о корреляции уровня ферритина с жесткостью печени подчеркивают роль избыточного накопления железа как ключевого фактора в развитии фиброза [1]. Эластография доказала свою эффективность как неинвазивный метод, позволяющий не только диагностировать фиброз, но и проводить мониторинг его прогрессирования. Это особенно важно в педиатрической практике, где инвазивные методы исследования ограничены из-за высокого риска осложнений. Сравнение с другими исследованиями подтверждает наши выводы. Например, результаты аналогичных исследований в странах Средиземноморья также показывают высокую частоту фиброза у детей с β -талассемией [6,9,10,12]. Однако в данном исследовании впервые проведена оценка с использованием ультразвукового аппарата Fujifilm Arietta 750, что позволяет уточнить характеристики метода. Таким образом, регулярное применение эластографии у детей с β -талассемией может существенно улучшить качество диагностики и контроля состояния печени, что в конечном итоге способствует своевременному назначению терапии и профилактике осложнений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Askerova T., Hasanzade N., Qafarov, I. Evaluation of ferritin levels during iron overload in children with transfusion-dependent β -thalassemia. *Azerbaijan Medical Journal*, 2022, (1), 32–37. <https://doi.org/10.34921/amj.2022.1.005>
2. Dadashova, A. The impact of hyperhomocysteinemia on the immune system in β 0-thalassemia patients. *Azerbaijan Medical Journal*, 2025, (1), 94–99. <https://doi.org/10.34921/amj.2025.1.016>
3. Borgna-Pignatti C., Galanello R. Thalassemias and Related Disorders: Quantitative Disorders of Hemoglobin Synthesis // *Wintrobe's Clinical Hematology*, 2014, 10, p. 862-913. <https://www.researchgate.net/publication/305249486>
4. Rund D., Rachmilewitz E. "Beta-Thalassemia." *New England Journal of Medicine*. 2005; 353(11):1135-1146. <https://doi.org/10.1056/nejmra050436>
5. Angelucci E., Brittenham G.M., McLaren C.E. et al. Hepatic iron concentration and total body iron stores in thalassemia major // *New England Journal of Medicine*. 2000;343(5):327-331. DOI: 10.1056 / NEJM 200008033430503
6. Fraquelli M., Cassinerio E., Roghi A., et al. Transient elastography in the assessment of liver fibrosis in adult thalassemia patients // *American Journal of Hematology*. 2010;85(8):564-568. DOI: 10.1002/ajh.21752
7. Di Marco V., Bronte F., Cabibi D., et al. Noninvasive assessment of liver fibrosis in thalassemia major by transient elastography: lack of interference by iron overload // *British Journal of Haematology*. 2010;148(3):476-479. DOI:10.1111/j.1365-2141.2009.07996.x
8. Amna Faruqi, Tooba Zafar, Sikander Subuctageen et al. Iron overload and liver function in patients with beta thalassemia major: A cross sectional study // *Pakistan Journal of Medical Sciences*.. Vol. 40 No. 9 (2024): October 2024 <https://doi.org/10.12669/pjms.40.9.8961>
9. Lai M.E., Vacquer S., Palmas M.A. et al. Liver disease in patients with thalassemia major: a long-term follow-up // *Journal of Hepatology*. 2016;64(2):235-241 <https://www.wjgnet.com/1948-5182/full/v16/i5/671.htm>
10. Shahverdiyeva I.J. Changes of cytokine profile in the blood of pregnant women with anemia. *Klinicheskaya Laboratornaya Diagnostika (Russian Clinical Laboratory Diagnostics)*. 2019; 64 (8): 477-480 (in Russ.) <http://dx.doi.org/10.18821/0869-2084-2019-64-8-477-480>
11. Dadashova A., Aliyeva G., Rahimova R., Azizova G., Mammadova K. Hyperhomocysteinemia in pediatric β -thalassemia: links to vitamin cofactor deficiencies and oxidative stress. *Clin Exp Pediatr [Epub ahead of print]*. <https://doi.org/10.3345/cep.2025.00556>

DIAGNOSTIC VALUE OF LIVER ELASTOGRAPHY IN CHILDREN WITH β -THALASSAEMIA

M.S.Panakhova, H.E.Askerova

Department of Radiation Diagnostics and Therapy, Azerbaijan Medical University, Baku, Azerbaijan

Summary. The article presents the results of a study conducted to investigate the diagnostic value of ultrasound elastography of the liver in children with β -thalassaemia. The study included 50 patients aged 6–18 years with confirmed β -thalassaemia and 20 healthy peers in the control group. Elastography was performed using a FUJIFILM Arietta 750 device. The average liver stiffness in patients with thalassaemia was 10.5 ± 2.3 kPa, which significantly exceeded the control values (5.2 ± 1.1 kPa; $p < 0.001$) and corresponded to stages F2-F3 according to METAVIR. Signs of fibrosis (≥ 9 kPa) were detected in 72% of patients in the main group. The degree of fibrosis correlated positively with ferritin levels ($r = 0.68$; $p < 0.001$), the frequency of blood transfusions over the past year ($r = 0.55$; $p < 0.01$) and the duration of the disease, and was also associated with hepatomegaly and splenomegaly. Low haemoglobin was accompanied by an increase in transfusion burden and progression of fibrosis. The data obtained confirm that ultrasound elastography is a reliable, safe and reproducible non-invasive method for the early diagnosis and monitoring of liver fibrosis in children with β -thalassaemia, reducing the need for biopsy and allowing timely assessment of the risk of complications associated with iron overload.

Müəlliflə əlaqə üçün:

Mətanət Surxay qızı Pənahova, Azərbaycan Tibb Universitetinin Şüa diaqnostikası və terapiyası kafedrası

E-mail: dr.matanatpanahova@gmail.com

Təqdim edilmişdir: 17.04.2025

Qəbul edilmişdir: 15.06.2025