

## РОЛЬ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ЭЛАСТОГРАФИИ СДВИГОВОЙ ВОЛНЫ И ЭХОМОРФОМЕТРИИ ШЕЙКИ МАТКИ В ПРОГНОЗИРОВАНИИ ПРЕЖДЕВРЕМЕННЫХ РОДОВ

Тухбатуллин М.Г.<sup>1</sup>, Янакова К.В.<sup>2</sup>

**Цель исследования.** Определение роли ультразвуковой эластографии сдвиговой волны и эхоморфометрии шейки матки в прогнозировании преждевременных родов у беременных женщин на сроке беременности 16-32 недели.

**Материалы и методы.** С 1 января 2018 г. по 1 января 2019 г. в исследование были включены 348 беременных женщин на сроке беременности 16-32 недели (средний срок: 22,4±3,16). Средний возраст женщин составил 28,44±6,28 лет (17-44). На первом этапе исследования было проведено ультразвуковое измерение шейки матки, в результате которого мы выделили группу женщин (N=33) высокого риска по преждевременным родам (длина шейки матки ≤ 25 мм). На втором этапе исследования у женщин группы высокого риска при помощи ультразвуковой эластографии сдвиговой волны (УЭСВ) проведено исследование жесткости шейки матки. Путем статистического анализа методом бинарной регрессии и дальнейшего построения ROC-кривых (receiveroperatingcharacteristic – кривая операционных характеристик приемника) изучена эффективность эхоморфометрии в прогнозировании преждевременных родов.

**Результаты.** Средняя длина шейки матки составила 26,6±2,8 мм (16-27). При этом у беременных, у которых в результате были преждевременные роды, длина шейки матки составила 25,3±3,3 мм, а у беременных, которые родили в срок, составила 27±2,5 мм (p<0,0001). Соотношение жесткости шейки матки к жесткости передней стенки матки (референтная точка) у женщин с короткой шейкой матки и с преждевременными родами статистически достоверно (p<0,0001) было ниже (0,89 ± 0,2; 0,46-1,45) по сравнению с беременными с короткой шейкой, которые родили в срок (1,19±0,32; 0,63-2,7). Построение ROC-кривых показало, что диагностические характеристики при сочетании трансвагинального измерения шейки матки и количественной эластографии показывают высокую эффективность прогнозирования преждевременных родов (AUC=0,74, p<0,0001) по сравнению только с трансвагинальным измерением длины шейки матки.

**Заключение.** Ультразвуковые методы исследования шейки матки, включающие трансвагинальное измерение длины шейки матки и определение жесткости шейки матки методом ультразвуковой эластографии сдвиговой волны, являются эффективным способом прогнозирования преждевременных родов во втором и третьем триместре беременности.

**Ключевые слова:** ультразвуковая эластография сдвиговой волны, эхоморфометрия шейки матки, преждевременные роды, длина шейки матки, жесткость шейки матки.

Контактный автор: Тухбатуллин М.Г., e-mail: munir.tuhbatullin@tatar.ru

*Для цитирования:* Тухбатуллин М.Г., Янакова К.В. Роль ультразвуковой эластографии сдвиговой волны и эхоморфометрии шейки матки в прогнозировании преждевременных родов. REJR 2019; 9(4):97-105. DOI:10.21569/2222-7415-2019-9-4-97-105.

Статья получена: 18.08.19

Статья принята: 28.10.19

1 – Казанская государственная медицинская академия – филиал ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России.  
г. Казань, Россия.  
2 – ГАУЗ «Городская клиническая больница №7».  
г. Казань, Россия.

## SHEAR-WAVE ELASTOGRAPHY AND ECHOMORPHOMETRY OF UTERINE CERVIX IN PRETERM BIRTH PREDICTION

Tukhbatullin M.G.<sup>1</sup>, Yanakova K.V.<sup>2</sup>

**Purpose.** To determine the role of shear-wave elastography and echomorphometry of the uterine cervix in the prediction of preterm birth in pregnant women on the gestational age 16-32 weeks.

**Materials and methods.** From 1st of January, 2018 till 1st of January, 2019 348 pregnant women were included in the investigation on the gestational age 16-32 weeks (mean: 22.4±3.16). Mean women age was 28.44±6.28 y.o. (min-max: 17-44). On the first stage of the investigation was carried out the transvaginal ultrasound measurement of the cervical length. As a result of this measurement we determined a group of pregnant women (N=33) with high risk of preterm birth (cervical length ≤ 25mm). On the second stage in these women a Shear-Wave Elastography was carried out in order to determine cervical elasticity. We performed statistical analysis with the binary regression method and further construction of ROC (receiver operating characteristic)-curves.

**Results.** Mean cervical length was 26.6±2.8 mm (16-27). The pregnant women, who had preterm the cervical length was 25.3± 3.3 mm, meanwhile in the women, who delivered at term, the cervical length was 27± 2.5 mm (p<0,0001). The SWE-ratio in the women with shorter cervix and who had preterm was significantly (p<0,0001) less (0.89 ± 0.2; 0.46-1.45) than in pregnant women with short cervix who delivered at term (1.19±0.32; 0.63-2.7). While constructing ROC-curves we determined, that diagnostic performance of the transvaginal measurement of cervical length and Shear Wave Elastography is higher in the prediction of preterm birth (AUC=0.74 , p<0.0001) then in the case of cervical measurement.

**Conclusion.** Shear-wave elastography in combination with echomorphometry of uterine cervix is an effective tool of the prediction of preterm birth during second and third trimesters of pregnancy.

Keywords: Shear-wave elastography, echomorphometry of uterine cervix, preterm birth, cervical length, SWE-ratio.

Corresponding author: Tukhbatullin M.G., e-mail: munir.tukhbatullin@tatar.ru

For citation: Tukhbatullin M.G., Yanakova K.V. Shear-wave elastography and echomorphometry of uterine cervix in preterm birth prediction. REJR 2019; 9(4):97-105. DOI:10.21569/2222-7415-2019-9-4-97-105.

Received: 18.08.19

Accepted: 28.10.19

С тех пор, как некоторыми исследователями была доказана связь между короткой длиной шейки матки (ШМ) в третьем триместре беременности и последующими преждевременными родами, измерение шейки матки во время ультразвукового исследования в третьем триместре стало рутинной процедурой [1–3]. Однако фактический уровень преждевременных родов варьирует в зависимости от группы риска беременных с короткой шейкой. Например, у первородящих с короткой шейкой матки (≤ 25 мм) без преждевременных родов в анамнезе (группа низкого риска), частота преждевременных родов составляет 14%-16,2% [4, 5]. И наоборот, короткая шейка матки у беременных группы высокого риска ассоциируется со значительно высоким риском преждевременных

родов: 44%-55% [6, 7].

С другой стороны, очевидно, что частота преждевременных родов не всегда точно прогнозируется методом ультразвукового измерения шейки матки, учитывая, что в ранее проведенных исследованиях преждевременные роды по факту произошли менее чем у половины пациентов с короткой ШМ. Например, в одном корейском когортном исследовании, с последовательным включением 3296 женщин с одноплодной беременностью, регулярно измеряли длину шейки матки между 20 и 24 неделями, и в результате выявили, что преждевременные роды (< 34 недели) были зарегистрированы всего у 26% женщин с короткой шейкой матки (≤ 25 мм) [8].

Ультразвуковая эластография, оценивающая механические свойства шейки матки, яв-

1 – Kazan State Medical Academy – Branch of Federal State Budget Educational Establishment for Complementary Professional Education “Russian Medical Academy of Continuous Professional Education” of Ministry of Health of Russia.

Kazan, Russia  
2 – Municipal Clinical Hospital No.7.  
Kazan, Russia

ляется перспективным вспомогательным инструментом в контексте классического ультразвукового исследования [9, 10]. В клинической практике в настоящее время применяются 2 основных типа эластографического исследования: компрессионная эластография и эластография сдвиговой волны с качественными и количественными показателями. Последняя основана на измерении жесткости тканей под воздействием сдвиговых волн. В основе исследования лежит принцип, что при сжатии мягкие ткани деформируются больше по сравнению с жесткими [11 – 13].

С учетом вышеописанного, мы поставили цель: определение роли ультразвуковой эластографии сдвиговой волны и эхоморфометрии шейки матки в прогнозировании преждевременных родов у беременных женщин на сроке беременности 16-32 недель.

#### **Материалы и методы исследования.**

На базе Перинатального центра ГАУЗ «Республиканская клиническая больница» Министерства здравоохранения Республики Татарстан г. Казани с 1 января 2018 г. по 1 января 2019 г. были изучены 348 женщин по заранее отобраным критериям включения: одноплодная беременность, срок беременности не менее 16 недель и не более 32 недель. Критериями исключения служили многоплодная беременность, аномалии плаценты или ее предлежания (placenta previa, abruptio placentae), наличие беременности с применением токолитиков или кольца Мейера на шейке матки. При обнаружении короткой шейки матки ( $\leq 25$  мм) у беременных женщин, во время того же ультразвукового исследования, проводилось изучение жесткости шейки матки при помощи УЭСВ. За беременными женщинами с короткой ШМ наблюдали до родов и регистрировали как исход беременности, так и различные акушерско-гинекологические характеристики.

Исследования проводились на аппарате Aixplorer® компании SuperSonicImagine (Франция), способного генерировать сдвиговые волны, измерять скорость их распространения (м/с) и оценивать жесткость тканей (в кПа).

#### **Методика измерения длины шейки матки.**

Длина шейки матки измерялась трансвагинально. Измерение проводилось после опорожнения мочевого пузыря, при исключении любой компрессии датчиком, строго в средне-сагиттальной плоскости. В процессе измерения определялось расстояние между наружным и гистологическим внутренним зевом по прямой линии (рис. 1).

#### **Методика проведения УЭСВ шейки матки.**

У беременных с короткой шейкой УЭСВ проводилась во время того же исследования на

том же ультразвуковом аппарате. Во время исследования беременная лежала в положении дорсальной литотомии и шейка визуализировалась в режиме серой шкалы в средне-сагиттальном срезе. Измерения проводились непосредственно во время исследования. Во время движений плода мы не проводили измерения. Все эластографические измерения шейки матки были проведены одним и тем же исследователем. При выполнении УЭСВ отсутствовала необходимость компрессии датчиком, нужно только соприкосновение поверхности датчика и шейки. Что касается «референсной ткани», то нами была разработана авторская методика сравнения жесткости шейки матки с жесткостью миометрия [14]. На последнем этапе проводилась количественная оценка упругости (в кПа) с помощью специальной измерительной метки (Q-box). После того, как исследователь размещает Q-box в зоне интереса, аппарат измеряет максимальные, минимальные и средние значения эластичности, а также стандартное отклонение от среднего в данной зоне (рис. 2). При установке Q-box на эластограмме, он автоматически дублируется на ультразвуковом изображении в серой шкале. Помимо определения жесткости в заданной зоне, имеется возможность рассчитать соотношение значений жесткости с определением SWE-Ratio. Измерительные метки ставятся в различных зонах: обычно Q-box 1 ставится в зоне изучаемой ткани (в данном исследовании метка устанавливалась в проекции средней трети шейки матки, исключая зону внутреннего зева), а Q-box 2 – в зоне референсной ткани. В результате измерения соотношения  $SWE = Q\text{-box } 1 / Q\text{-box } 2$  выводится абсолютное значение, при этом если  $SWE > 1$ , то жесткость изучаемой ткани выше жесткости референсной ткани и, наоборот, если  $SWE < 1$ , то изучаемая ткань мягче референсной ткани.

В качестве «референсной ткани» для сравнения жесткости шейки матки во время беременности мы предлагаем область на уровне нижней трети передней стенки тела матки. Передняя стенка тела матки была выбрана не случайно: во-первых, эта область доступна, как при трансвагинальном, так и при трансабдоминальном исследовании (что сокращает время обследования), во-вторых, данный подход делает исследование наиболее безопасным для плода [15].

#### **Статистический анализ.**

Базовые и акушерские характеристики беременных женщин с или без преждевременных родов сравнивались при помощи теста  $\chi^2$ , точного критерия Фишера и U теста Mann-Whitney. Также были рассчитаны частота встречаемости признака, средние и межквартильные интервалы, и сравнивались между со

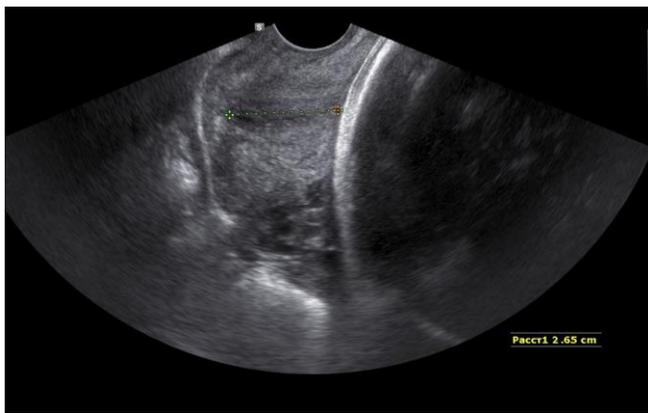


Рис. 1 (Fig. 1)

**Рис. 1. Сонограмма.**

Трансвагинальное измерение длины шейки матки на 30-й неделе беременности.

**Fig. 1. Ultrasound.**

Transvaginal measurement of the length of uterine cervix on the 30th gestational week.

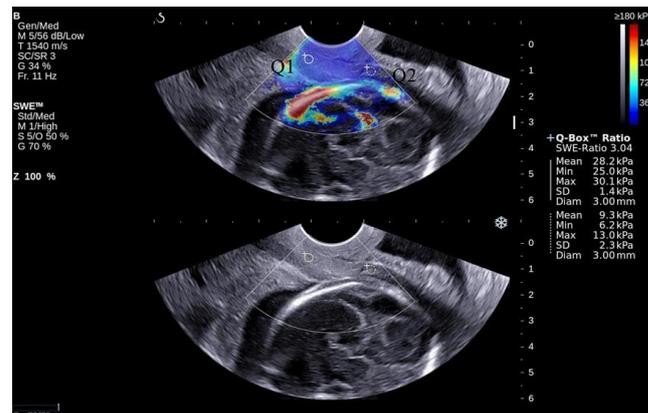


Рис. 2 (Fig. 2)

**Рис. 2. Эластография сдвиговой волны на сроке беременности 26 недель.**

Метка Q1 расположена в области шейки матки и метка Q2 на нижней трети передней стенки матки.

**Fig. 2. Shear Wave elastography (Cervical elastogram) on the 26th gestational week.**

Q1 is situated on the uterine cervix, and Q2 is situated on the lower third of the anterior uterine wall.

бой. Для оценки диагностических характеристик были построены кривые соотношений правильного или ложного обнаружения сигналов (ROC-curve – receiver operating characteristic curve) и рассчитаны площади под кривыми (AUC). При наличии множественных параметров для анализа мы применили модели логистической регрессии для построения прогностического алгоритма.

**Результаты исследования.**

Базовые и акушерские характеристики беременных приведены в таблице №1 (возраст, срок беременности, количество родов, наличие преждевременных родов в анамнезе, наличие сопутствующей патологии, индекс массы тела). При применении значения «cut-off» длины шейки матки 25 мм, рекомендованный Фондом Фетальной Медицины в качестве порогового значения [16] для выявления риска преждевременных родов, мы выделили группу из 33 беременных с короткой шейкой матки (группа высокого риска по преждевременным родам), у которых провели УЭСВ шейки матки. Краткие характеристики беременных приведены в таблице №2, из которой следует, что статистически достоверной разницы (двухсторонний  $p < 0,05$ ) не выявлено ни по одному из факторов. У беременных группы высокого риска по преждевременным родам (с короткой шейкой матки) было проведено УЭСВ, данные которой приведены в таблице №3.

Следующим шагом было определение диагностических характеристик трансвагинального

измерения длины шейки матки в качестве прогностического теста для преждевременных родов. На рисунке 3 приведена ROC-кривая. Площадь под кривой (AUC – area under the curve) составила 0,357 (0,284-0,431). Как видно из диаграммы, кривая полностью располагается ниже классификационной биссектрисы, что говорит о высокой чувствительности и низкой специфичности теста (cut off 25мм; Sn= 88,9%; Sp=6,7%).

Далее, построена ROC-кривая для комбинированного теста, включающая определение жесткости шейки матки у женщин с короткой длиной шейки (рис. 4). Как видно из рисунка, кривая располагается выше классификационной биссектрисы и площадь над кривой значительно больше (AUC=0,74). Это говорит о высокой чувствительности и специфичности теста (при значении cut off прогнозируемой вероятности наступления преждевременных родов (predict edprobability) 0,24;0 Sn= 69%; Sp=67%).

Так как беременные женщины наблюдались до момента исхода родов, в таблице №4 резюмированы основные данные относительно исхода родов и сопутствующего лечения при необходимости.

Как видно их таблицы №4, после измерения длины шейки матки план ведения беременности и мероприятия по профилактике преждевременных родов не отличались в обеих группах.

**Обсуждение.**

Процесс созревания шейки матки, кото

**Таблица №1. Базовые характеристики беременных женщин.**

Характеристика	Без спонтанных преждевременных родов (N=277)	Спонтанные преждевременные роды (N=71)	p
Возраст*	29 (24-34)	29 (25-33)	0,7
Роды в анамнезе (повторнородящие)**	190 (68,6%)	45 (63,4%)	0,4
Преждевременные роды в анамнезе*	35 (12,7 %)	13 (18,3%)	0,25
ИМТ до беременности*	21 (20-23)	21 (19-22)	0,3
Сопутствующие заболевания**	13 (4,6%)	9 (12,7%)	0,064
СД I	5 (1,8%)	3 (4,2%)	0,49
ГБ	3 (1,1%)	1 (1,4%)	0,32
Курение	5 (1,8%)	5 (7,0%)	0,11
Срок беременности*	22 (20-26)	22 (20-23)	0,06
Длина шейки матки*	27 (25-29)	26 (24-28)	<b>0,0002</b>

**Примечание:** \* - непрерывные переменные представлены в виде медианы и межквартильного интервала в скобках.

\*\* - для дихотомических переменных данные представлены в виде частоты признака и его процентной доли в скобках.

**Таблица №2. Характеристики беременных женщин с короткой шейкой матки (длина ≤25 мм).**

Характеристика	Без спонтанных преждевременных родов (N=15)	Спонтанные преждевременные роды (N=18)	p
Возраст*	35 (20-36)	26,5 (20-30)	0,054
Роды в анамнезе (повторнородящие)**	15 (100%)	12 (70,6%)	0,05
Преждевременные роды в анамнезе*	1 (6,7%)	11 (61,1%)	0,05
ИМТ до беременности*	21 (20-23)	22 (20-22)	0,63
Сопутствующие заболевания**	1 (6,7%)	5 (11,1%)	0,6
СД I	0	2 (11,8%)	-
ГБ	0	0	-
Курение	1 (6,7%)	0	-
Срок беременности*	22 (20-25)	20 (20-25)	0,5
Длина шейки матки*	20 (20-22)	20 (19-22)	0,74

**Примечание:** \* - непрерывные переменные представлены в виде медианы и межквартильного интервала в скобках.

\*\* - для дихотомических переменных данные представлены в виде частоты признака и его процентной доли в скобках.

**Таблица №3. Результаты УЭСВ у беременных с короткой шейкой матки на сроке 16-32 недель.**

	Жесткость шейки матки (Q1)	Жесткость референтной точки стенки матки (Q2)	SWE-ratio (Q1/Q2)
Основная группа	16 (14-18)	24,5 (22-30)	0,7 (0,6-0,8)
Группа контроля	28 (24-34)	24 (22-26)	1,1 (0,9-1,3)
P	<0,00001	0,18	0,0001
Общая	19 (16-28)	24 (22-28)	0,92 (0,77-1,04)

**Примечание: переменные представлены в виде медианы и межквартильного интервала в скобках.**

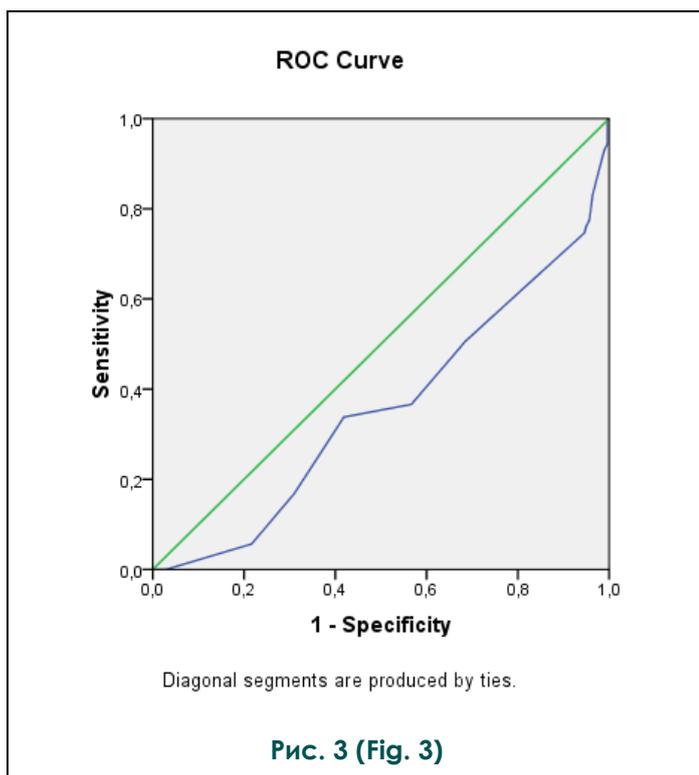
**Таблица №4. Особенности клинического течения после измерения длины шейки матки до момента исхода беременности.**

Характеристика	Без спонтанных преждевременных родов (N=277)	Спонтанные преждевременные роды (N=71)	p
Профилактический серкляж после измерения длины ШМ	19 (6,9%)	14 (19,7%)	0,072
Токोलитики после измерения длины ШМ	8 (2,9%)	7 (9,8%)	0,087
Прогестерон после измерения длины ШМ	172 (62%)	68 (95,8%)	0,024
Преэклампсия	5 (1,8%)	1 (1,4%)	0,9
Интервал с момента исследования до родов (дни)	96,2 (65,5-120,5)	65,7 (38,9-74,8)	<b>0,0001</b>
Гестационный возраст на момент родов	38,4 (38,1-39,2)	33,14 (31-36)	<b>&lt;0,0001</b>
Кесарево сечение	92 (33,2%)	29 (40,9%)	0,21

**Примечание: непрерывные переменные представлены в виде медианы и межквартильного интервала в скобках, для дихотомических переменных данные представлены в виде частоты признака и его процентной доли в скобках.**

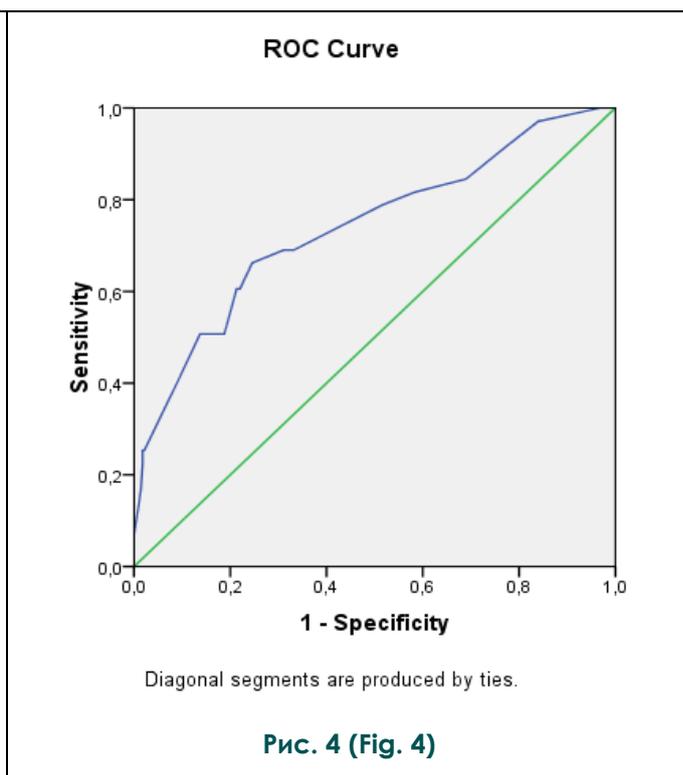
рый характеризуется размягчением, сглаживанием и раскрытием шейки, начинается за несколько дней или недель до родов и доходит до пика собственно перед родами. Традиционно, процесс и степень созревания шейки матки оценивались при помощи 10-балльной шкалы Бишоп [17]. Однако этот метод субъективный и полуколичественный, более того, обладает низкой специфичностью и эта шкала не совсем подходит для прогнозирования преждевременных родов [18]. Оценка состояния шейки матки является самым важным участком диагностики для прогнозирования преждевременных родов, так как изменение шейки матки является маркером, свидетельствующим о возможных преждевременных родах [19]. Исследователями уже доказано, что при влагалищном исследовании недооценивается длина шейки матки, и что трансвагинально измеренная длина шейки матки является намного чувствительным и специфичным методом для прогнозирования преждевременных родов [20]. С другой стороны, как было отмечено выше, созревание шейки матки подразумевает не только ее укорочение, доступное измерению путем трансвагинального УЗИ, но и ее размягчение [11]. По

данным некоторых исследователей, последнее начинается сразу после оплодотворения и более точно отражает биохимические и механические процессы в шейке матки во время беременности [9]. Таким образом, возможность оценки таких компонентов созревания шейки матки, как укорочение и размягчение, при помощи комбинированных эхоморфометрических методов (трансвагинальное ультразвуковое измерение шейки матки и УЭСВ) поможет с большей чувствительностью и специфичностью прогнозировать преждевременные роды. Данное исследование разделено на 2 этапа. На первом этапе при помощи трансвагинального измерения шейки матки выделили группу высокого риска из 33 беременных, у которых длина шейки матки была меньше 25 мм. На втором этапе у данных беременных была проведена УЭСВ. В результате выявлено, что у беременных женщин с короткой шейкой матки, у которых в результате наступили преждевременные роды, плотность шейки матки была статистически достоверно ниже по сравнению с беременными, которые родили в срок. Также, при определении SWE-ratio с выбором в качестве референтной точки область нижней трети передней стенки



**Рис. 3.** ROC-кривая трансвагинально измеренной длины шейки матки в качестве диагностического инструмента для прогнозирования преждевременных родов.

**Fig. 3.** ROC-curve of transvaginal measurement of cervical length as a diagnostic tool for the prediction of preterm birth.



**Рис. 4.** ROC-кривая комбинированной эхоморфометрии в качестве диагностического инструмента для прогнозирования преждевременных родов.

**Fig. 4.** ROC-curve of the combined use of transvaginal measurement of cervical length and SWE of uterine cervix as a diagnostic tool for the prediction of preterm birth.

матки, мы выявили, что при преждевременных родах SWE-ratio статистически достоверно ниже по сравнению с беременными, которые родили в срок. В данном исследовании не выявлена прогностическая роль таких факторов, как роды в анамнезе или преждевременные роды в анамнезе. Между группами не было статистически достоверной разницы по факторам возраста, индекса массы тела или по сопутствующим заболеваниям.

#### Заключение.

На сроке беременности 16-32 недели проведение ультразвуковой эластографии сдвига-

вой волны у беременных женщин с короткой шейкой матки является эффективным диагностическим методом, помогающим прогнозировать преждевременные роды с чувствительностью 69%, со специфичностью 67% и с AUC=0,74.

#### Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

#### Список Литературы:

- Berghella V., Palacio M., Ness A., Alfirevic Z., Nicolaides K.H., Saccone G. Cervical length screening for prevention of preterm birth in singleton pregnancy with threatened preterm labor: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials using individual patient-level data. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2019; 49(3): 322–329.
- Iams J.D., Goldenberg R.L., Meis P.J., Mercer B.M., Moawad A., Das A. et al. The length of the cervix and the risk of spontaneous premature delivery. *National Institute of Child Health and Human Development Maternal Fetal Medicine Unit Network. N Engl J Med.* 1996; 334(9): 567–572.
- Miller E.S., Tita A.T., Grobman W.A. Second-Trimester Cervical Length Screening Among Asymptomatic Women: An Evaluation of Risk-Based Strategies. *Obstet Gynecol.* 2015; 126(1):61–66.
- Esplin M.S., Elovitz M.A., Iams J.D., Parker C.B., Wapner R.J., Grobman W.A. et al. Predictive Accuracy of Serial Transvaginal Cervical Lengths and Quantitative Vaginal Fetal Fibronectin Levels for Spontaneous Preterm Birth Among Nulliparous Women. *JAMA.* 2017; 317(10): 1047–1056.
- Iams J.D., Goldenberg R.L., Mercer B.M., Moawad A.H., Meis P.J., Das A.F. et al. The preterm prediction study: can low-risk women destined for spontaneous preterm birth be identified? *Am J Obstet Gynecol.* 2001; 184(4): 652–655.
- Owen J., Yost N., Berghella V., Thom E., Swain M., Dildy G.A. Mid-trimester endovaginal sonography in women at high risk for spontaneous preterm birth. *JAMA.* 2001; 286(11):1340–1348.
- Winer N., Bretelle F., Senat M. V., Bohec C., Deruelle P., Perrotin F. et al. 17 alpha-hydroxyprogesterone caproate does not prolong pregnancy or reduce the rate of preterm birth in women at high risk for preterm delivery and a short cervix: a randomized controlled trial. *Am J Obstet Gynecol.* 2015; 212(4): 485.e1-485.e10.
- Cho S.H., Park K.H., Jung E.Y., Joo J.K., Jang J.A., Yoo H.N. Maternal Characteristics, Short Mid-Trimester Cervical Length, and Preterm Delivery. *J Korean Med Sci.* 2017; 32(3): 488–494.
- Янакова К.В., Тухбатуллин М.Г., Терезулова Л.Е. Современные аспекты применения соноэластографии в системе пренатальной диагностики. *Неделя науки. Материалы всероссийского молодежного форума с международным участием.* 2015; 38-39.
- Тухбатуллин М., Янакова К.В. Возможности ультра-

- звуковой эластографии в исследовании состояния шейки матки беременных группы высокого риска на ранних сроках. *Казанский медицинский журнал.* 2016. 97(4): 656-661
- Fruscalzo A, Mazza E, Feltovich H, Schmitz R. Cervical elastography during pregnancy: a critical review of current approaches with a focus on controversies and limitations. *J Med Ultrason (2001).* 43(4): 493–504.
- Янакова К., Тухбатуллин М.Г. Эластичность шейки матки у беременных группы высокого риска по хромосомной патологии плода. *Практическая медицина.* 2019; 9 (101): 131-141.
- Тухбатуллин М., Янакова К.В., Терезулова Л.Е. Ультразвуковая эластография в исследовании шейки матки у беременных женщин в I триместре. *Ультразвуковая и функциональная диагностика. Тезисы VII Съезда РАСУДМ, Москва.* 2015; 5S: 176-177.
- Тухбатуллин М.Г., Янакова К.В., Терезулова Л.Е. Патент РФ No 0002629236 Способ отбора беременных женщин для проведения инвазивной диагностики хромосомных аномалий плода в первом триместре беременности методом соноэластографии сдвиговой волны. 2017; 22.
- Sisco R., Dominguez E., and Agüero O. Early signs of pregnancy revealed by genital examination. *AJOG.* 1943; 3: 189–197.
- Liem S.M.S., vande Mheen L., Bekedam D.J., van Pampus M. G., Opmeer B.C., Lim A.C. et al. Cervical Length Measurement for the Prediction of Preterm Birth in Symptomatic Women with a Twin Pregnancy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Obstet Gynecol Int.* 2013; 2013: 1–7.
- Bishop E.H. Pelvic scoring for elective induction. *Obstet Gynecol.* 1964; 24: 266–8.
- Rozenberg P. The secret cervix. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2008; 2: 126–7.
- O'Hara S., Zelesco M., Sun Z. Cervical length for predicting preterm birth and a comparison of ultrasonic measurement techniques. *Australas J Ultrasound Med.* 2013; 16(3): 124–134.
- Lim K., Butt K. C.J. SOGC Clinical Practice Guideline. Ultrasonographic cervical length assessment in predicting preterm birth in singleton pregnancies. *J Obs Gynaecol Can.* 2011;33 (5): 486–499.

#### References:

1. Berghella V., Palacio M., Ness A., Alfirovic Z., Nicolaides K.H., Saccone G. Cervical length screening for prevention of preterm birth in singleton pregnancy with threatened preterm labor: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials using individual patient-level data. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2019; 49(3): 322–329.
2. Iams J.D., Goldenberg R.L., Meis P.J., Mercer B.M., Moawad A., Das A. et al. The length of the cervix and the risk of spontaneous premature delivery. National Institute of Child Health and Human Development Maternal Fetal Medicine Unit Network. *N Engl J Med.* 1996; 334(9): 567–572.
3. Miller E.S., Tita A.T., Grobman W.A. Second-Trimester Cervical Length Screening Among Asymptomatic Women: An Evaluation of Risk-Based Strategies. *Obstet Gynecol.* 2015; 126(1):61–66.
4. Esplin M.S., Elovitz M.A., Iams J.D., Parker C.B., Wapner R.J., Grobman W.A. et al. Predictive Accuracy of Serial Transvaginal Cervical Lengths and Quantitative Vaginal Fetal Fibronectin Levels for Spontaneous Preterm Birth Among Nulliparous Women. *JAMA.* 2017; 317(10): 1047–1056.
5. Iams J.D., Goldenberg R.L., Mercer B.M., Moawad A.H., Meis P.J., Das A.F. et al. The preterm prediction study: can low-risk women destined for spontaneous preterm birth be identified? *Am J Obstet Gynecol.* 2001; 184(4): 652–655.
6. Owen J., Yost N., Berghella V., Thom E., Swain M., Dildy G.A. Mid-trimester endovaginal sonography in women at high risk for spontaneous preterm birth. *JAMA.* 2001; 286(11):1340–1348.
7. Winer N., Bretelle F., Senat M. V., Bohec C., Deruelle P., Perrotin F. et al. 17 alpha-hydroxyprogesterone caproate does not prolong pregnancy or reduce the rate of preterm birth in women at high risk for preterm delivery and a short cervix: a randomized controlled trial. *Am J Obstet Gynecol.* 2015; 212(4): 485.e1–485.e10.
8. Cho S.H., Park K.H., Jung E.Y., Joo J.K., Jang J.A., Yoo H.N. Maternal Characteristics, Short Mid-Trimester Cervical Length, and Preterm Delivery. *J Korean Med Sci.* 2017; 32(3): 488–494.
9. Janacova D. K., Tukhbatullin M. G., Teregulova L. E. Modern aspects of the use of sonography in the prenatal diagnosis system. The week of science. Materials of the all-Russian youth forum with international participation. 2015; 38–39. (in Russian).
10. Tukhbatullin M., Janacova K. V. Opportunities of ultrasound elastography in the study of the state of the cervix pregnant women with high risk in the early stages. *Kazan medical journal.* 2016. 97(4): 656–661. (in Russian).
11. Fruscalzo A., Mazza E., Feltovich H., Schmitz R. Cervical elastography during pregnancy: a critical review of current approaches with a focus on controversies and limitations. *J Med Ultrason (2001).* 43(4): 493–504.
12. Janacova K. V., Tukhbatullin M. G. Elasticity of the cervix in pregnant women at high risk for fetal chromosomal abnormalities. *Practical medicine.* 2019; 9 (101): 131–141. (in Russian).
13. Tukhbatullin M. G., Janakova K. V., Teregulova L. E. Ultrasound elastography in the study of the cervix in pregnant women in the first trimester. *Ultrasound and functional diagnostics. Theses of the VII Congress of RASUDM, Moscow.* 2015; 5S: 176–177. (in Russian).
14. Tukhbatullin M. G., yanakova K. V., Teregulova L. E. RF Patent No 0002629236 Method of selection of pregnant women for invasive diagnosis of chromosomal abnormalities of the fetus in the first trimester of pregnancy by shear wave sonoelastography. 2017; 22. (in Russian).
15. Sisco R., Dominguez E., and Agüero O. Early signs of pregnancy revealed by genital examination. *AJOG.* 1943; 3: 189–197.
16. Liem S.M.S., vande Mheen L., Bekedam D.J., van Pampus M. G., Opmeer B.C., Lim A.C. et al. Cervical Length Measurement for the Prediction of Preterm Birth in Symptomatic Women with a Twin Pregnancy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Obstet Gynecol Int.* 2013; 2013: 1–7.
17. Bishop E.H. Pelvic scoring for elective induction. *Obstet Gynecol.* 1964; 24: 266–8.
18. Rozenberg P. The secret cervix. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2008; 2: 126–7.
19. O'Hara S., Zelesco M., Sun Z. Cervical length for predicting preterm birth and a comparison of ultrasonic measurement techniques. *Australas J Ultrasound Med.* 2013; 16(3): 124–134.
20. Lim K., Butt K. C.J. SOGC Clinical Practice Guideline. Ultrasoundographic cervical length assessment in predicting preterm birth in singleton pregnancies. *J Obs Gynaecol Can.* 2011;33 (5): 486–499.