

М.: Медгид. 1942; 42 с. [Pokrovskiy M.P. *Tsitologiya ranevogo ekssudata kak pokazatel' protsessy zazhivleniya ran.* (Cytology of wound exudate as the parameter of wounds healing process.) Moscow: Medgid. 1942; 42 p. (In Russ.)]

12. Третьяков А.А., Петров С.В., Неверов А.Н., Щетинин А.Ф. Лечение гнойных ран. *Новости хир.* 2015; (6): 680–687. [Tret'yakov A.A., Petrov S.V., Neverov A.N., Shchetinin A.F. Treatment of purulent wounds. *Novosti khirurgii.* 2015; (6): 680–687. (In Russ.)]

13. Шевченко Ю.Л., Стойко Ю.М., Рябов А.Л., Кулабухов В.В. Современные возможности комплексного лечения гнойных ран. *Вестн. нац. мед.-хир. центра им. Н.И. Пирогова.* 2009; (2): 9–12. [Shevchenko Yu.L., Stoiko Yu.M., Ryabov A.L., Kulabukhov V.V. Current opportunities for combination treatment of septic wounds. *Vestnik Natsional'nogo mediko-khirurgicheskogo tsentra*

*im. N.I. Pirogova.* 2009; (2): 9–12. (In Russ.)]

14. Фомин П.Д. Применение антисептика Декасан при нагноительных процессах в мягких тканях. *ЛікиУкраїни.* 2006; (11): 74–75. [Application of antiseptic Dekasan in suppurative process in soft tissues. Fomin P.D. *LikiUkraini.* 2006; (11): 74–75. (In Russ.)]

15. Шабловская Т.А., Панченков Д.Н. Современные подходы к комплексному лечению гнойно-некротических заболеваний мягких тканей. *Вестн. эксперим. и клин. хир.* 2013; (4): 498–517. [Shablovskaya T.A., Panchenkov D.N. Modern approaches to complex treatment of necrotic tissue diseases. *Vestnik eksperimental'noy i klinicheskoy khirurgii.* 2013; (4): 498–517. (In Russ.)]

16. Dowset C. The management of surgical wound sina community setting. *Br. J. Community Nurs.* 2002; (7): 33–38.

17. Shi E. Maggot debridement therapy a systemate rewiew. *Br. J. Community Nurs.* 2014; (6): 6–13.

УДК 618.146: 616-073.43: 616-007: 616-072.7

## ВОЗМОЖНОСТИ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ЭЛАСТОГРАФИИ В ИССЛЕДОВАНИИ СОСТОЯНИЯ ШЕЙКИ МАТКИ БЕРЕМЕННЫХ ГРУППЫ ВЫСОКОГО РИСКА НА РАННИХ СРОКАХ БЕРЕМЕННОСТИ

Мунир Габдулфатович Тухбатуллин<sup>1,2</sup>, Кристина Васильевна Янакова<sup>1,3\*</sup>

<sup>1</sup>Казанская государственная медицинская академия, г. Казань, Россия;

<sup>2</sup>Республиканская клиническая больница, г. Казань, Россия;

<sup>3</sup>Городская клиническая больница №7, г. Казань, Россия

Поступила 26.11.2015; принята в печать 10.03.2016.

### Реферат

DOI: 10.17750/КМЖ2015-656

**Цель.** Изучение возможностей количественного эластографического исследования в оценке эластичности шейки матки у беременных с хромосомной патологией плода на ранних сроках беременности.

**Методы.** В данное исследование были включены 230 беременных группы высокого риска на сроке беременности 11–13,6 нед (копчико-теменной размер 45–84 мм). Первую группу составили 213 женщин без патологии со стороны плода. Во вторую группу вошли 17 женщин, у плодов которых была выявлена различная хромосомная патология. При ультразвуковом исследовании беременных в I триместре беременности, кроме стандартных методов исследования, была проведена количественная эластография шейки матки.

**Результаты.** По результатам количественной эластографии у 14 (82,35%) беременных из 17 (вторая группа) была выявлена та или иная степень размягчения ткани шейки матки, а у 3 (17,64%) беременных с хромосомной патологией плода шейка матки была плотной (все 3 случая с синдромом Дауна). В контрольной группе у 10 (4,7%) беременных из 213 была выявлена относительно мягкая шейка матки, а у 203 (95,3%) женщин плотность шейки матки была выше по сравнению с плотностью миометрия. Обнаружена статистически значимая разница между показателями SWE-Ratio в группах. Количественная эластография в качестве диагностического теста, прогнозирующего риск невынашивания по причине хромосомных аномалий плода, обладает высокой чувствительностью (84,38%) и ещё более высокой специфичностью (95,26%) при прогностическом значении отрицательного результата 97,57%.

**Вывод.** Количественная эластография выявляет достоверное снижение эластичности шейки матки (размягчение) у беременных с хромосомной патологией плода в I триместре беременности, что позволяет рекомендовать данный метод ультразвукового исследования в качестве дополнительного маркера ранней диагностики невынашивания по причине хромосомной патологии у плода.

**Ключевые слова:** эластография, шейка матки, хромосомная патология плода, синдром Дауна, диагностический тест.

## ULTRASOUND ELASTOGRAPHY CAPABILITIES IN STUDYING UTERINE CERVIX STATE IN PREGNANT WOMEN OF HIGH-RISK GROUP IN THE FIRST TRIMESTER OF PREGNANCY

M.G. Tukhbatullin<sup>1,2</sup>, K.V. Yanakova<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Kazan State Medical Academy, Kazan, Russia;

<sup>2</sup>Republican Clinical Hospital, Kazan, Russia;

<sup>3</sup>City Clinical Hospital №7, Kazan, Russia

**Aim.** To study capabilities of quantitative elastographic study to assess the elasticity of the uterine cervix in women with a fetal chromosomal abnormality in the first trimester of pregnancy.

**Methods.** 230 pregnant women of high-risk group at 11–13.6 weeks of pregnancy (parietal-coccygeal length 45–84 mm) were included in this study. The first group consisted of 213 women without fetal pathology. The second group

included 17 women, in whose fetuses different chromosomal abnormalities were detected. In ultrasound examination of pregnant women in the I trimester of pregnancy, in addition to standard methods of examination, quantitative cervical elastography was performed.

**Results.** According to results of quantitative elastography in 14 (82.35%) out of 17 pregnant women (second group) one or another degree of the cervical tissue softening was found, and 3 (17.64%) pregnant women with fetal chromosomal pathology had stiff cervix (all 3 cases with Down syndrome). In the control group in 10 (4.7%) of 213 pregnant women relatively soft cervix was identified, and in 203 (95.3%) women cervical density was higher than the myometrial density. A statistically significant difference between the indices of SWE-Ratio in groups was revealed. Quantitative elastography, as a diagnostic test predicting the risk of miscarriage due to chromosomal abnormalities, has a high sensitivity (84.38%) and even higher specificity (95.26%) of negative predictive value 97.57%.

**Conclusion.** Quantitative elastography reveals a significant decrease in the cervical elasticity (softening) in pregnant women with fetal chromosomal abnormality in the I trimester of pregnancy, which allows us to recommend this method of ultrasound examination as an additional marker for early diagnosis of miscarriage due to fetal chromosomal abnormality.

**Keywords:** elastography, uterine cervix, fetal chromosomal abnormality, Down syndrome, diagnostic test.

В настоящее время эластографическое исследование применяется для оценки плотности тканей и базируется на оценке смещения тканей под воздействием колебательного нажатия [6]. Данный метод оценивает три механические характеристики: (1) сжатие, (2) растяжимость и (3) деформацию.

Сжатие определяется как давление на единицу структуры. Само давление производит смещение и изменение формы, называемое растяжением или деформацией, а плотность характеризует сопротивление тканей или структур смещению или деформации и обратно пропорциональна растяжимости [9].

В аппаратах некоторых производителей растяжимость отображается в виде цветной шкалы, где синий и пурпурный цвет классически соответствуют тканям с высокой плотностью, зелёный указывает на среднюю плотность/жесткость, а красный цвет соответствует мягким тканям [7]. Растяжимость может также иметь цифровые значения, которые соответствуют проценту смещения тканей в пределах поля зрения [7, 9].

В акушерской практике при помощи эластографического исследования шейки матки можно получить клинически значимую информацию, учитывая физиологические изменения, происходящие во внеклеточной матрице шейки матки, приводящие к снижению плотности и увеличению растяжимости [13]. Эластография даёт возможность документально регистрировать степень плотности/мягкости шейки матки, которая вместе с длиной шейки матки может предоставить дополнительную информацию для выявления беременных с высоким риском преждевременных родов.

Целью данного исследования было изучение возможностей эластографического исследования эластичности шейки матки у беременных группы высокого риска по хромосомной патологии плода на ранних сроках беременности.

На базе МГК ГАУЗ «Республиканская клиническая больница» (РКБ) г. Казани с 1 января 2014 г. по 1 мая 2014 г. в рамках комбинированного скрининга I триместра беременности, помимо ультразвукового исследования плода по стандартному протоколу, была проведена количественная эластография (эластография сдвиговой волной — SWE, от англ. Shear Wave Elastography) шейки матки 230 беременным на

сроке 11–13,6 нед беременности (копчиково-теменной размер 45–84 мм). В исследование включали беременных группы высокого риска по хромосомным аномалиям плода.

Высокий риск хромосомной патологии определяли при помощи программы «Астрая» (Мюнхен, Германия), куда предварительно вводили данные о возрасте беременной, а также данные пренатального биохимического и ультразвукового скрининга. В результате анализа, основанного на алгоритмах Фонда медицины плода, программа рассчитывает риск по хромосомной патологии, в частности по трисомиям 21, 18 и 13. Риск считают высоким, если результат соотношения получается выше чем 1:100 (например, 1:50, 1:40 и т.д.).

Исследование проводили на аппарате Aixplorer® компании Super Sonic Imagine (Франция) с применением микроконвексного универсального полостного датчика SE 12-3.

По результатам кариотипирования, проведённого в рамках комбинированного скрининга I триместра беременности в РКБ, у 17 плодов были выявлены хромосомные аномалии.

213 беременных с нормальным кариотипом плода были распределены в первую (контрольную) группу, а 17 беременных с хромосомной патологией плода были отнесены ко второй (основной) группе.

В основной группе в 11 случаях у плода был выявлен синдром Дауна (47XY+G), в 3 — синдром Шерешевского–Тёрнера (45X), в 2 — синдром Эдвардса (47XX+18), а в 1 случае у плода была выявлена триплоидия (69XXY). Возраст беременных составлял 16–48 лет (28,3±0,31 года). Преждевременные роды в анамнезе отсутствовали.

Измерение длины шейки матки выполнено в режиме серой шкалы по критериям, предъявляемым Фондом медицины плода. При этом в сагитальном сечении при полной визуализации цервикального канала калиперы накладывают на внутренний и наружный зев. Измерение проводят по прямой между двумя точками. Было выполнено три измерения, оценивали минимальное значение.

Количественная эластография проведена на аппарате Aixplorer® компании Super Sonic Imagine (Франция), который способен генерировать сдвиговые волны, измерять скорость их распростране-

## Характеристика беременных контрольной и основной групп

Название измеряемых данных	Контрольная группа, медиана (min–max)	Основная группа, медиана (min–max)	p
Возраст, годы	26,8 (23–37)	25,9 (21–35)	>0,05
Количество беременностей	2 (1–6)	2 (0–4)	>0,05
Срок беременности, нед	12,2 (11–13)	12,8 (11,3–13,6)	>0,05

Примечание: min — минимальное значение; max — максимальное значение; p — статистическая значимость разницы между основной и контрольной группами.

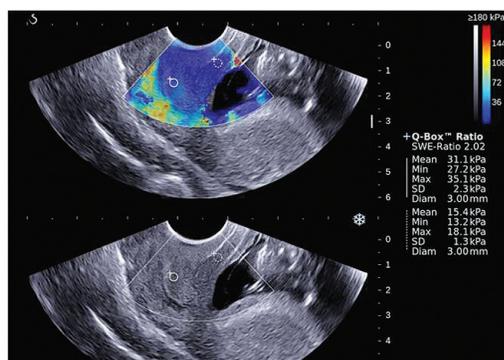


Рис. 1. Эластограмма шейки матки беременной с нормальным кариотипом плода

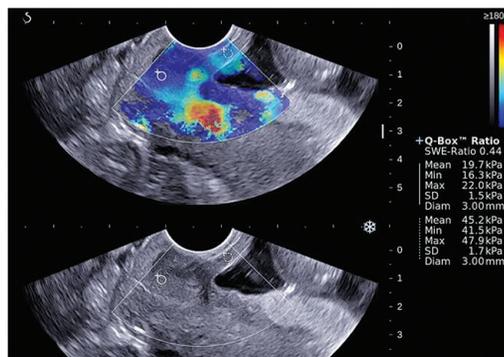


Рис. 2. Эластограмма шейки матки беременной с синдромом Шерешевского–Тёрнера у плода

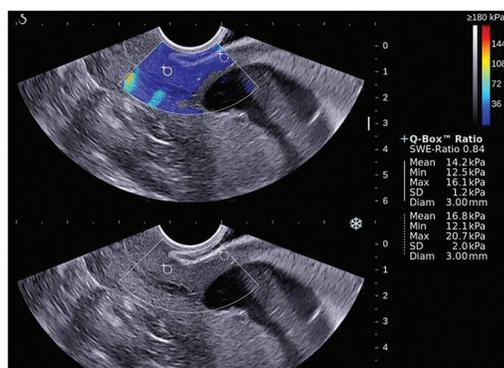


Рис. 3. Эластограмма шейки матки беременной с синдромом Дауна у плода

ния (м/с) и оценивать жёсткость тканей (кПа).

Необходимо отметить три важнейших этапа проведения исследования.

1. Генерирование сдвиговых волн (функция Sonic Touch) — последовательно генерируемые сверхскоростные ультразвуковые сигналы фокусируются в тканях на различной глубине.

2. Регистрация сдвиговых волн (функция Ultra Fast Imaging) — оценка скорости волн (м/с).

3. Качественный анализ с помощью эластографии сдвиговой волной — скорость распространения сдвиговой волны напрямую зависит от степени эластичности исследуемого участка ткани, данная зависимость может быть выражена количественно.

Измерение скорости продвижения сдвиговых волн позволяет измерять упругость исследуемых тканей в цифровых, то есть абсолютных показателях (кПа).

Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью компьютерных программ Statistica 8.0 и Biostat. Статистическую значимость межгрупповых различий определяли с помощью критерия Стьюдента. Для анализа дихотомичных признаков использовали четырёхпольные таблицы.

При ультразвуковом исследовании женщин в I триместре беременности, кроме общепринятых параметров, были определены количественные эхографические характеристики.

Характеристики исследуемых женщин приведены в табл. 1. Группы были сопоставимы по возрасту, количеству предыдущих беременностей и сроку беременности ( $p > 0,05$ ).

На рис. 1 приведено изображение шейки матки беременной с нормальным кариотипом плода, полученное в результате эластографии сдвиговой волной. На эластограмме видно, что зона интереса (Q-Box1) помещена в проекцию шейки матки, а зона сравнения (Q-Box2) — на область передней стенки матки. Соотношение Q-Box1/Q-Box2 равно 31,1 кПа/15,4 кПа. Следовательно, SWE-Ratio=2,02, что означает, что в норме шейка матки плотнее миометрия.

На рис. 2 видно, что Q-Box1=19,7 кПа, а Q-Box2=31,1 кПа. Следовательно, SWE-Ratio=0,44, что указывает на то обстоятельство, что плотность шейки матки ниже плотности миометрия, то есть в данном случае имеет место размягчение шейки матки.

На рис. 3 представлена эластограмма шейки матки при трисомии 21-й пары хромосом у пло-

Показатели SWE-Ratio у беременных основной и контрольной групп

Группа	Среднее значение SWE-Ratio, Mean±SD	Min–max	Частота, %; SWE-Ratio ≤1
Основная группа (беременные с аномальным кариотипом плода, n=32)	1,11±1,7	0,06–5,97	84,4
Контрольная группа (беременные с нормальным кариотипом плода, n=211)	2,39±1,3	0,13–9,45	8,5

Примечание: min — минимальное значение; max — максимальное значение.

Основные характеристики эластографии сдвиговой волной в качестве диагностического теста, прогнозирующего риск невынашивания по причине хромосомных аномалий плода в группе беременных группы высокого риска

Характеристика	Значение	95% доверительный интервал
Чувствительность, %	84,38	67,21–94,72
Специфичность, %	95,26	91,46–97,7
PLR (отношение правдоподобия положительного результата)	17,8	9,55–33,2
NLR (отношение правдоподобия отрицательного результата)	0,16	0,07–0,37
PPV (прогностическое значение положительного результата), %	72,97	55,88–86,21
NPV (прогностическое значение отрицательного результата), %	97,57	94,43–99,21

да. В данном случае SWE=0,84, что тоже указывает на тот факт, что плотность шейки матки ниже плотности миометрия.

Для определения чувствительности и специфичности количественной эластографии шейки матки в I триместре беременности при прогнозировании риска невынашивания по причине хромосомных аномалий плода мы приняли SWE-Ratio ≤1 как положительный результат теста, а SWE >1 — как отрицательный результат.

Как видно из табл. 2, в группе беременных с аномальным кариотипом плода размягчение шейки матки зарегистрировано у 27 (84,4%) из 32 женщин, в то время как у оставшихся 5 беременных шейка матки была плотнее, чем миометрий (SWE-Ratio >1). И наоборот, в группе беременных с нормальным кариотипом плода плотность шейки матки была ниже плотности миометрия только у 10 (8,5%) женщин. Выявлена статистически значимая разница между показателями SWE-Ratio в группах ( $p < 0,0001$ ).

При помощи онлайн программы «medcalc.net» ([https://www.medcalc.net/tests/diagnostic\\_test.php](https://www.medcalc.net/tests/diagnostic_test.php)) мы рассчитали потенциал эластографии сдвиговой волной шейки матки для прогнозирования риска невынашивания плода в I триместре беременности (табл. 3).

Как следует из табл. 3, количественная эластография в качестве диагностического теста, прогнозирующего риск невынашивания по причине хромосомных аномалий плода, обладает высокой чувствительностью (84,38%) и ещё более высокой специфичностью (95,26%) при прогностическом значении отрицательного результата 97,57%. Это означает, что если при проведении эластографии шейки матки мы получим SWE-Ratio >1 (жесткость шейки матки

выше жесткости миометрия), то с уверенностью на 97,57% можно говорить об отсутствии у беременной риска невынашивания плода по причине его хромосомной аномалии.

Таким образом, данные, полученные в результате SWE-эластографии шейки матки на ранних сроках беременности, указывают на статистически значимое снижение плотности шейки матки у беременных основной группы по сравнению с контрольной.

50% случаев прерывания беременности в I триместре и 30% случаев во II триместре, по литературным данным, обусловлено хромосомными аномалиями плода [2]. При хромосомной патологии плода происходят изменения со стороны гормонального фона беременной, на выявлении которых и основан биохимический скрининг.

Шейка матки при хромосомной патологии плода становится отражением ряда изменений во всём маточно-плацентарном комплексе. Особый интерес представляет изучение эластичности шейки матки как гормонозависимого органа, принимающего непосредственное участие в процессе прерывания беременности. С данной точки зрения беременные группы высокого риска по хромосомным аномалиям представляют собой своеобразную модель для изучения невынашивания по причине генетических нарушений со стороны плода.

Созревание шейки матки при нормальной беременности связано с дисперсией и постепенной деполимеризацией коллагена, вызванными увеличением количества металлопротеина в матрице и уменьшением содержания тканевых ингибиторов протеиназ, что приводит к увеличению осмотического давления в тканях шейки

матки с последующим отёком и размягчением. Подобное размягчение необходимо для того, чтобы сокращения матки впоследствии привели к укорочению и расширению шейки в процессе родов [3].

Если указанные изменения происходят слишком рано во время беременности или, наоборот, не происходят вовремя, мы сталкиваемся с преждевременными или запоздалыми родами соответственно [5].

В настоящее время ультразвуковой подход для прогнозирования преждевременных родов или оценки возможности стимулирования родов состоит в измерении длины шейки матки [4, 5, 8, 15]. Однако качество ультразвукового исследования может значительно улучшаться при использовании метода эластографии.

E. Hernandez-Andrade и соавт. в своём исследовании показали, что плотность шейки матки во время беременности снижается по мере укорочения длины шейки и увеличения срока беременности и что основные изменения происходят в именно в области внутреннего зева шейки матки [10].

Эти данные совпадают с результатами, полученными другими исследователями [7, 9], которые показали, что физиологические изменения шейки матки во время беременности приводят к её размягчению. Этот процесс разные исследователи объясняли как ремоделированием внеклеточной матрицы (то есть коллагена) [3], так и увеличением количества гидрофильных гликозаминогликанов [13]. Подобными механизмами объясняют также изменения шейки матки у женщин группы высокого риска по преждевременным родам и невынашиванию.

Эластографическая картина шейки матки не является гомогенной. K. Preis, M. Swiatowska-Freund, Z. Rankas и соавт., например, выявили, что ткань шейки матки имеет наивысшую плотность в средней части задней губы [14]. F.S. Molina, L.F. Gomez, J. Florido и соавт. опубликовали похожие результаты, отметив, что самый плотный участок — внутренняя часть задней губы. Авторы полагали, что это связано с тем, что эти участки являются наиболее отдалёнными от датчика и, следовательно, на них применяется давление наименьшей силы, компрессия тканей бывает намного меньше по сравнению с тканями, локализованными в непосредственной близости к датчику [12].

Большинство исследований эластичности шейки матки у беременных с нормальным течением беременности [10] и с высоким риском преждевременных родов [8, 12] проведено в последнем триместре, в то время как в литературе отсутствуют данные об изменениях эластичности шейки матки в I триместре у женщин с хромосомной патологией плода.

В России в качестве пренатального скрининга врождённых хромосомных аномалий у детей был выбран стандарт, разработанный Фондом медицины плода (FMF — от англ. Fetal Medicine 660

Fund), суть которого состоит в проведении ультразвукового исследования плода по определённому алгоритму с одновременным биохимическим анализом сывороточных маркёров крови беременной, таких как сывороточные уровни свободной фракции  $\beta$ -субъединицы хорионического гонадотропина человека и ассоциированного с беременностью плазменного белка А (PAPP-A — от англ. Pregnancy Associated Plasma Protein A) [1].

Несмотря на высокую чувствительность в определении хромосомных аномалий (чувствительность 86–90% при выявлении синдрома Дауна, 90–100% при синдромах Эдвардса и Патау) и не менее высокую специфичность (до 85%), скрининг в I триместре бывает предварительным обследованием, выявляющим женщин группы высокого риска по хромосомным аномалиям. В случае расчёта высокого риска необходимо дополнительное обследование в виде биопсии ворсин хориона либо амниоцентеза с последующим кариотипированием, при этом амниоцентез сопряжён с риском невынашивания от 1 из 300 до 1 из 500 случаев, а при выполнении биопсии ворсин хориона риск невынашивания в 3 раза выше по сравнению с амниоцентезом (1 из 100 случаев) [2].

Указанные недостатки заставляют исследователей искать новые пути неинвазивных исследований в качестве прогностического маркёра невынашивания и дополнительного инструмента, повышающего диагностическую ценность скринингового обследования в целом.

Группа высокого риска по хромосомным аномалиям, сформированная по результатам комбинированного скрининга, была удачной моделью для изучения невынашивания в I триместре беременности.

Применение эластографии сдвиговой волной, выполненной по предложенной нами методике выбора референсной ткани на «промежуточном этапе» скрининга (после определения высокого риска и перед биопсией ворсин хориона), позволит прогнозировать высокий риск невынашивания на ранних сроках беременности.

## ВЫВОД

Эластография сдвиговой волной выявляет достоверное снижение эластичности шейки матки (размягчение) у беременных с хромосомной патологией плода в I триместре беременности, что позволяет рекомендовать данный метод ультразвукового исследования в качестве дополнительного маркёра ранней диагностики невынашивания.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Жученко Л.А., Андреева Е.Н., Воскобоева Е.Ю. и др. Реализация мероприятий Национального проекта «Пренатальная (дородовая) диагностика нарушений развития ребёнка» в Московской области. *Рос. вестн. акушера-гинеколога*. 2013; (4): 6–12.

[Zhuchenko L.A., Andreeva E.N., Voskoboeva E.Iu. et al. Implementation of measures of the national project «Prenatal diagnosis of developmental abnormalities in the baby» in the Moscow Region. *Rossiyskiy vestnik akushera-ginekologa*. 2013; (4): 6–12. (In Russ.)]

2. Никифоровский Н.К., Степанькова Е.А., Лукина Н.В. Роль современных методов пренатальной диагностики в выявлении хромосомных аномалий у плода. *Охр. материнства и детства*. 2009; 1 (13): 54–56. [Nikiforovskiy N.K., Stepan'kova E.A., Lukina N.V. The role of modern methods of prenatal diagnosis to identify chromosomal abnormalities in the fetus. *Okhrana materinstva i detstva*. 2009; 1 (13): 54–56. (In Russ.)]

3. Akins M.L., Luby-Phelps K., Bank R.A., Mahendroo M. Cervical softening during pregnancy: regulated changes in collagen crosslinking and composition of matricellular proteins in the mouse. *Biol. Reprod*. 2011; 84: 1053–1062.

4. Burger M., Weber-Rossler T., Willmann M. Measurement of the pregnant cervix by transvaginal sonography: an interobserver study and new standards to improve the interobserver variability. *Ultrasound Obstet. Gynecol*. 1997; 9: 188–193.

5. Celik E., To M., Gajewska K. et al. Cervical length and obstetric history predict spontaneous preterm birth: development and validation of a model to provide individualized risk assessment. *Ultrasound Obstet. Gynecol*. 2008; 31: 549–554.

6. C'espedes I., Ophir J., Ponnekanti H., Maklad N. Elastography: elasticity imaging using ultrasound with application to muscle and breast *in vivo*. *Ultrasound Imaging*. 1993; 15: 73–88.

7. Garra B.S. Elastography: current status, future prospects, and making it work for you. *Ultrasound Q*. 2011; 27: 177–186.

8. Gomez R., Galasso M., Romero R. et al. Ultrasonographic examination of the uterine cervix is better than cervical digital examination as a predictor of the likelihood of premature delivery in patients with preterm labor and intact membranes. *Am. J. Obstet. Gynecol*. 1994; 171: 956–964.

9. Greenleaf J.F., Fatemi M., Insana M. Selected methods for imaging elastic properties of biological tissues. *Annu. Rev. Biomed. Eng*. 2003; 5: 57–78.

10. Hernandez-Andrade E., Hassan S.S., Ahn H. et al. Evaluation of cervical stiffness during pregnancy using semiquantitative ultrasound elastography. *Ultrasound Obstet. Gynecol*. 2013; 41: 152–161.

11. Iams J.D. Cervical ultrasonography. *Ultrasound Obstet. Gynecol*. 1997; 10: 156–160.

12. Molina F.S., Gómez L.F., Florido J. et al. Quantification of cervical elastography: a reproducibility study. *Ultrasound Obstet. Gynecol*. 2012; 39: 685–689.

13. Myers K., Socrate S., Tzeranis D., House M. Changes in the biochemical constituents and morphologic appearance of the human cervical stroma during pregnancy. *Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol*. 2009; 144 (1): S82–S89.

14. Preis K., Swiatkowska-Freund M., Pankrac Z. Elastography in the examination of the uterine cervix before labor induction. *Ginekol. Pol*. 2010; 81: 757–761.

15. Souka A.P., Papastefanou I., Michalitsi V. et al. A predictive model of short cervix at 20–24 weeks using first-trimester cervical length measurement and maternal history. *Prenat. Diagn*. 2011; 31: 202–206.

## Правила для авторов

на сайте «Казанского медицинского журнала»:

[www.kazan-medjournal.ru](http://www.kazan-medjournal.ru)