

УЛЬТРАЗВУКОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ В ДИАГНОСТИКЕ ПРОЦЕССОВ РЕМОДЕЛИРОВАНИЯ ШЕЙКИ МАТКИ ВО ВРЕМЯ БЕРЕМЕННОСТИ

Небышинец Л.М.¹, Шорох И.Г.¹, Томашева В.В.²

¹ *Институт повышения квалификации и переподготовки кадров здравоохранения учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет»,*

² *Учреждение здравоохранения «Клинический родильный дом Минской области»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Резюме. Проведено пилотное исследование по выявлению изменений в ультразвуковой анатомии и гемодинамических параметрах шейки матки, отражающих происходящие во время беременности процессы ремоделирования шейки матки. Установлено, что с увеличением срока беременности происходят статистически значимые изменения следующих параметров: уменьшение длины шейки матки, повышение пиковой систолической скорости кровотока и снижение индекса резистентности в артериях средней трети стромы шейки матки.

Ключевые слова: беременность, ремоделирование шейки матки, ультразвуковое исследование, пиковая систолическая скорость кровотока, индекс резистентности.

Введение. Несмотря на значительные достижения современного акушерства, актуальными остаются вопросы, связанные с функционированием шейки матки на анатомическом, механическом и физиологическом уровнях во время беременности и в родах для решения принципиально различных задач: с одной стороны, сохранение и вынашивание беременности, с другой стороны, обеспечение физиологического течения родового процесса без травматических повреждений шейки матки за счет значительных биохимических и функциональных изменений для её «созревания».

В клинической практике врачи-акушеры-гинекологи для описания изменений шейки матки, возникающих во время беременности и перед родами, используют такие термины, как «размягчение», «укорочение», «созревание» и «проходимость цервикального канала». В совокупности все эти изменения называются ремоделированием шейки матки, и они в полной мере относятся как к внутренним изменениям свойств цервикальной ткани, так и к возникающим в результате этого анатомическим изменениям органа [1].

Интенсивное ремоделирование шейки матки происходит на протяжении всего периода гестации. Фактически можно говорить о том, что шейка матки во время беременности проявляет себя как «метаболически активный орган». Ремоделирование шейки матки во время беременности, родов и в послеродовом периоде рассматривается как единый поступательный процесс, который условно можно разделить на ряд перекрывающихся фаз: размягчение, «созревание», раскрытие/роды и послеродовое восстановление [1]. Установлено, что каждая фаза ремоделирования осуществляется в уникальной эндокринной среде, влияющей на функцию эпителиальных, стромальных, иммунных и эндотелиальных клеток, а также на состав и структуру внеклеточного матрикса [2, 3].

Размягчение – медленно происходящее в течение всей беременности ремоделирование внеклеточного матрикса шейки матки до её укорочения и раскрытия,

связанное с изменениями биохимического состава и биомеханических свойств цервикальной ткани. И, напротив, «созревание» шейки матки – это происходящие в ней изменения как в несущей структуре, что клинически сопровождается увеличением проходимости цервикального канала, повышением количества баллов по Бишопу при вагинальном осмотре и отражает потерю способности шейки матки оставаться «закрытой». Послеродовое восстановление – заключительная фаза ремоделирования, обеспечивающая восстановление целостности тканей и их функциональности после родов [4].

Размягчение шейки матки можно описать как податливость тканей шейки матки по сравнению с их исходным состоянием до беременности или же как первое измеримое снижение прочности на растяжение. Проведенные недавно исследования по изучению биомеханических свойств тканей дистального отдела шейки матки женщин *in vivo* методом аспирации [1] и биомеханические исследования на мышах продемонстрировали, что размягчение шейки матки как первая фаза её ремоделирования начинается в первом триместре беременности у женщин и на 12-й день 19-дневной беременности у мышей [2]. Еще в 1895 году Гегар впервые описал «размягчение» нижнего сегмента матки на 4–6 неделе беременности, что впоследствии вошло как признак Гегара. Долгое время его использовали для клинической диагностики беременности, пока не был открыт хорионический гонадотропин человека.

Принципиальным отличием фазы размягчения шейки матки от её «созревания» и раскрытия является тот факт, что размягчение происходит медленно и в среде, богатой прогестероном. При этом, несмотря на прогрессивное повышение податливости цервикальной ткани к расширению, сохраняется её тканевая прочность. Способность шейки матки размягчаться, оставаясь при этом устойчивой к действующим на нее сторонним силам, требует работы сложных двойных механизмов, при которых происходит изменение геометрии (размера) и плотности шейки матки наряду с сохранением её прочности [5].

«Созревание» шейки матки – более быстрая фаза, сопровождающаяся максимальной потерей эластичности и целостности тканей. Как правило, «созревание» происходит за часы, предшествующие рождению у мышей, и за недели или дни, предшествующие рождению у женщин. После начала родовой деятельности «зрелая» шейка матки может в достаточной степени «раскрыться», чтобы обеспечить прохождение доношенного плода.

Модели на мышах демонстрируют четкое разделение между ранней фазой ремоделирования, которая начинается вскоре после зачатия и продолжается до родов (размягчение шейки матки), и более поздней фазой, близкой к родам, которая включает быстрое заметное размягчение и укорочение («созревание» шейки матки) [6].

Различие между фазами размягчения и «созревания» заключается также в том, что размягчение шейки матки, по всей видимости, обусловлено локальным ремоделированием внеклеточного матрикса «родными» для стромы шейки матки клетками, являющимися производными мезенхимы – фибробластами, миофибробластами, эпителиальными клетками [2]. Так, в частности, установлена четкая взаимосвязь между размягчением шейки матки и состоянием и составом её внеклеточного матрикса. В частности, по данным House и соавт. [4], размягчение и укорочение шейки матки связаны с ремоделированием внеклеточного матрикса. В то время как «созревание» шейки матки происходит вследствие миграции лейкоцитов и

высвобождения медиаторов воспаления [7]. Таким образом, размягчение шейки матки – это изменение биомеханического состава и свойств ткани, а «созревание» – более сложный процесс, заключающийся в потере функциональной структуры шейки матки, т.е. в происходящих процессах размягчения шейки матки и изменения её формы, проявляющихся в укорочении, раскрытии и сглаживании шейки матки.

Как и любое проявление «структурной несостоятельности», созревание шейки матки происходит вследствие сочетания действующей на неё нагрузки (растущая матка, внутриматочное давление, адгезия плодных оболочек, сокращения матки), изменений геометрии шейки матки (анатомия шейки матки, т.е. её длина) и свойств цервикальной ткани. На современном этапе относительный вклад размягчения цервикальной ткани в «несостоятельность» шейки матки и явная связь между «несостоятельностью» и неблагоприятным исходом беременности изучены еще недостаточно вследствие сложности указанных выше взаимодействий [4].

Вместе с тем в практической деятельности необходимо учитывать результаты недавно проведенных исследований, подтверждающих определяемое клинически раннее прогрессирующее размягчение шейки матки во время беременности [1]. Чрезвычайно важным является также тот факт, что, начиная с середины физиологической беременности, шейка матки у беременных женщин начинает незначительно укорачиваться, что и подтверждается определением длины шейки матки при ультразвуковом исследовании [8].

Ультразвуковой метод исследования для оценки состояния шейки матки во время беременности в последние годы признан наиболее объективным. Учитывая относительную простоту, неинвазивность, безвредность для матери и плода и высокую информативность, трансвагинальная эхография в настоящее время стала практически безальтернативным методом исследования, используемым для изучения состояния шейки матки. Вместе с тем на сегодняшний день для оценки состояния шейки матки во время беременности используется только один показатель – длина шейки матки. В то же время в процессе ремоделирования шейки матки во время беременности, кроме её укорочения и размягчения, происходят и другие изменения: размягчение, превращение шейки матки в кавернозное тело и пр. Таким образом, выявление указанных или других преобразований в шейке матки, возникающих на протяжении физиологической беременности и при возникновении осложнений, могли быть полезными для практической деятельности. Однако в доступной литературе мы не обнаружили описания особенностей ультразвуковой картины шейки матки перед родами, чтобы использовать их в повседневной клинической практике.

Цель настоящего исследования: выявить эхоскопические изменения длины шейки матки и изменения доплерометрических показателей в сосудах стромы шейки матки, отражающие происходящие во время физиологической беременности процессы ремоделирования.

Материалы и методы. Проведено пилотное обследование беременных женщин на протяжении гестации: в 16–18 недель, 26–28 недель и 34–36 недель беременности.

Критерии включения: одноплодная беременность, завершившаяся самопроизвольными родами в срок. **Критерии исключения:** острые инфекционные заболевания, тяжелая соматическая патология, онкологические заболевания, психические заболевания, беременность вследствие вспомогательных репродуктивных технологий, многоплодная беременность, преждевременные роды и преэклампсия

в анамнезе. Таким образом, с учетом указанных критериев в исследование были включены 55 беременных женщин.

Ультразвуковое исследование беременным женщинам проводили в положении лежа на спине с опорожненным мочевым пузырем в режиме реального времени на ультразвуковом аппарате «Mindray DC-80», оснащенный вагинальным датчиком DE 11-3E. Датчик располагался в переднем своде влагалища с минимальным давлением на шейку матки. После визуализации шейки матки определялась длина отрезка между калиперами, установленными в проекции внутреннего и наружного зева шейки матки, проводилось несколько измерений, фиксировалось наименьшее значение.

С целью повышения диагностической эффективности цервикометрии определялся железистый индекс (ЖИ) шейки матки. ЖИ визуализируется как гипоехогенная зона вокруг цервикального канала шейки матки, которая, как предполагается, гистологически соответствует железистой зоне вокруг цервикального канала [9]. ЖИ (толщина эндоцервикса) определялся при продольном сканировании шейки матки в виде двух полосок пониженной эхогенности, тянущихся от проекции внутреннего зева к переходной зоне и разделенных ровной и четкой гиперэхогенной линией М-эхо цервикального канала.

При изучении васкуляризации шейки матки выделяется 5 уровней (бассейнов) шеечной перфузии: I – нисходящие ветви маточных артерий, идущие от проекции перешейка по направлению к влагалищной части шейки матки вдоль ее боковых стенок; II – артерии дуговой формы, отходящие от нисходящих маточных ветвей аналогично дуговым маточным артериям, а также соответствующие вены; III – артерии стромы, идущие радиально по направлению к цервикальному каналу, а также вены стромы; IV – субэндоцервикальные артерии и вены V – интраэндоцервикальные артерии и вены [10]. Как правило, при энергетической доплерографии в норме удается визуализировать васкуляризацию шейки матки во всех описанных выше бассейнах. В проведенном исследовании с использованием энергетического доплеровского режима, являющегося более чувствительным к наличию кровотока, чем цветовой доплер, изучался кровоток в артериях средней трети толщи стромы шейки матки и измерялись пиковая систолическая скорость в выбранной артерии и индекс резистентности.

Статистическая обработка материала осуществлялась с использованием прикладных компьютерных программ «Microsoft Excel» и «Statistica» (версия 10.0). Применяли непараметрические методы статистического анализа. Данные представлены в виде Me (QL; QU), где Me – медиана, а (QL; QU) – межквартильный размах (25% и 75%). Сравнение номинальных данных проводилось при помощи критерия χ^2 Пирсона. Различия считали достоверными при значении $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение. Средний возраст обследованных женщин составил 30 (29; 37) лет. У всех женщин беременность завершилась срочными родами.

В таблице 1 представлены данные о длине шейки матки и толщине эндоцервикса у обследованных женщин в 16–18, 26–28 и 34–36 недель беременности.

Таблица 1 – Длина шейки матки и толщина эндоцервикса в динамике беременности

Срок беременности, нед	Длина шейки матки, мм	Толщина эндоцервикса, мм
16–18	41,0 (36,0; 45,0)	9,6 (8,0; 11,3)
26–28	34,8* (32,0; 42,0)	8,8 (7,8; 9,8)
34–36	31,4* (28,0; 35,0)	9,8 (8,1; 12,0)

Примечание: * – статистически значимые различия по сравнению с показателем в 16–18 недель беременности; $p < 0,05$

При анализе полученных данных было установлено статистически значимое уменьшение длины шейки матки уже в 26–28 недель беременности в сравнении с аналогичным показателем в 16–18 недель беременности ($p < 0,05$). Длина шейки матки в 34–36 недель беременности достоверно не отличалась от соответствующего показателя в 26–28 недель беременности ($p > 0,05$), но статистически значимо была меньше в сравнении с длиной шейки матки в 16–18 недель беременности ($p = 0,001$).

При анализе толщины эндоцервикса в изучаемые сроки беременности достоверных различий установлено не было.

Показатели пиковой систолической скорости кровотока и индекса резистентности в артериях средней трети толщ стромы шейки матки в динамике беременности у женщин, вошедших в исследование, представлены в таблице 2.

Как видно из представленных данных, пиковая систолическая скорость в артериях средней трети толщ стромы шейки матки в динамике беременности увеличивалась. Было установлено статически значимое повышение изучаемого параметра в 34–36 недель беременности в сравнении с его значением в 16–18 недель ($p = 0,04$).

Таблица 2 – Гемодинамические параметры шейки матки во время беременности

Срок беременности	Пиковая систолическая скорость кровотока, см/сек	Индекс резистентности
16–18	11,6 (11,0; 16,8)	0,75 (0,72; 0,92)
26–28	12,8 (9,6; 16,5)	0,67 (0,63; 0,71)
34–36	13,4* (8,6; 18,0)	0,55*,** (0,50; 0,73)

Примечание: * – статистически значимые различия по сравнению с показателем в 16–18 недель беременности; $p < 0,05$; ** – статистически значимые различия по сравнению с показателем в 26–28 недель беременности, $p < 0,05$

Кроме этого, на протяжении беременности наблюдалось снижение индекса резистентности в артериях средней трети толщ стромы шейки матки (см. таблицу 2). При этом было отмечено достоверное снижение изучаемого параметра в 34–36 недель беременности в сравнении с аналогичными показателями и в 16–18 ($p = 0,04$), и в 24–26 недель беременности ($p = 0,03$).

Выявленное в ходе проведенного исследования достоверное укорочение шейки матки на протяжении беременности сопровождается параллельным статистически значимым изменением гемодинамических параметров шейки матки: к 34–36 неделям беременности происходит достоверное уменьшение длины шейки матки, повышение пиковой систолической скорости кровотока и снижение индекса резистентности в артериях средней трети стромы шейки матки. Установленные изменения

гемодинамических параметров шейки матки указывают на увеличение кровотока на 15–16 % и снижение сопротивления на 20–30 % в артериях средней трети стромы шейки матки к 34–36 неделям беременности.

По мере «размягчения» шейки матки (первой фазы ремоделирования) на протяжении физиологической беременности происходит усиление ее кровоснабжения и кровенаполнения за счет возрастающего артериального притока и снижения периферического сопротивления сосудов шейки матки. В такой ситуации патологическое изменение процессов сосудистой перестройки шейки матки на протяжении беременности и накануне родов может приводить к патологическим изменениям течения родового акта, в том числе и к травматизации шейки матки.

Заключение. Проведенное исследование выявило четкую взаимосвязь между особенностями изменений длины шейки матки и кровотока в сосудах стромы шейки матки и сроком беременности. По мере увеличения срока беременности происходят уменьшение длины шейки матки, повышение пиковой систолической скорости кровотока и снижение индекса резистентности в артериях средней трети стромы шейки матки. Достоверных изменений железистого индекса шейки матки в изученные сроки установлено не было.

Очевидно, что размягчение шейки матки (первая фаза ремоделирования) является относительно медленным и постепенным процессом. Вместе с тем необходимо отметить, что изменения, происходящие в шейке матки в этот период, являются неотъемлемым атрибутом для дальнейших процессов её «созревания», раскрытия и послеродового восстановления. Бесспорной является необходимость дальнейшей детализации вопросов гемодинамики шейки на протяжении беременности и накануне родового акта, что позволит оптимизировать тактику ведения пациентов в прелиминарном периоде и в родах.

Литература

1. Badir, S. A novel procedure for the mechanical characterization of the uterine cervix during pregnancy / S. Badir, M. Bajka, E. Mazza // *J. Mech. Behav. Biomed. Mater.* – 2012. – Vol. 27. – P. 143–153. –DOI: 10.1016/j.jmbbm.2012.11.020.
2. Read, C.P. Cervical remodeling during pregnancy and parturition: molecular characterization of the softening phase in mice / C.P. Read [et all.] // *Reproduction.* – 2007. – No. 134(2). – P. 327–340. – doi:10.1530/rep-07-0032.
3. Leppert, P.C. 1995 Anatomy and Physiology of Cervical Ripening / P.C. Leppert // *Clinical Obstetrics and Gynecology.* – 1995. – Vol. 38. – P. 267–279.
4. House, M. Relationships between mechanical properties and extracellular matrix constituents of the cervical stroma during pregnancy / M. House, D. Kaplan, S. Socrate // *Semin. Perinatol.* – 2009. – Vol. 33. – P. 300–307.
5. Drzewiecki, G. A dual mechanism of biomechanical change in rat cervix in gestation and postpartum: applied vascular mechanics / G. Drzewiecki [et all.] // *Cardiovascular Engineering.* – 2005. – Vol. 5. – P. 187–193.
6. Word, R.A. Dynamics of cervical remodeling during pregnancy and parturition: mechanisms and current concepts / R.A. Word [et all.] // *Semin. Reprod. Med.* – 2007. – Vol. 25 (1). – P. 69–79. – doi: 10.1055/s-2006-956777.
7. Junqueira, L.C. Morphologic and histochemical evidence for the occurrence of collagenolysis and for the role of neutrophilic polymorphonuclear leukocytes during cervical dilation / L.C. Junqueira [et all.] // *Am. J. Obstet. Gynecol.* – 1980. – Vol. 138. – P. 273–281.
8. Iams, J.D. 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 / J.D. Iams [et all.] // *N. Engl. J. Med.* – 1996. – Vol. 334. – P. 567–572.

9. Волков, В.Г. Новый ультразвуковой маркер для оценки шейки матки при прогнозировании преждевременных родов в I триместре беременности / В.Г. Волков, О.В. Чурсина // Пренатальная диагностика. – 2019. – Т. 18. – № 1. – С. 48–53.

10. Буланов, М.Н. Ультразвуковая диагностика заболеваний шейки матки : Руководство для врачей : с приложением DVD-ROM «Ультразвуковая диагностика заболеваний шейки матки» / М.Н. Буланов. – М.: Издательский дом Видар-М, 2017. – 304 с.

ULTRASOUND IN DIAGNOSIS OF CERVICAL REMODELING DURING PREGNANCY

Nebyshynets L.M.¹, Shoroch I.G.¹, Tomasheva V.V.²

*¹Institute for Advanced Training and Retraining of Healthcare Personnel
of the Educational Institution «Belarusian State Medical University»,*

*² State institution «Republican Scientific and Practical Centre «Mother and Child»,
Minsk, Republic of Belarus*

A pilot study was conducted to identify changes in the ultrasound anatomy and hemodynamic parameters of the cervix, reflecting the processes of cervical remodeling that occur during pregnancy. It has been established that with increasing gestational age, statistically significant changes in the following parameters occur: a decrease in the length of the cervix, an increase in peak systolic blood flow velocity and a decrease in the resistance index in the arteries of the middle third of the cervical stroma.

Keywords: pregnancy, cervical remodeling, ultrasound, peak systolic blood flow velocity, resistance index.

Поступила 15.10.2023