

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВНУТРИПОЛОСТНОГО ИЗМЕРЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКОГО ИМПЕДАНСА БИОЛОГИЧЕСКИХ ТКАНЕЙ

*Канд. техн. наук, доц. МИНЧЕНЯ Н. Т., докт. мед. наук, проф. ВОСКРЕСЕНСКИЙ С. Л.,
МАЗИТОВ С. Р., САВЧЕНКО А. Л.*

*Белорусский национальный технический университет,
Белорусская медицинская академия последипломного образования,
НИИ охраны материнства и детства Министерства здравоохранения Республики Беларусь*

Анализ младенческой смертности и заболеваемости свидетельствует о том, что большинство патологических состояний формируются задолго до рождения ребенка и во многом связаны с заболеваниями матери. В последнее десятилетие число больных с той или иной патологией увеличилось с 53,7 на 100 беременных в 1992 г. до 71,7 в 2003 г.

Заболевания матери и патологические состояния, возникающие у плода, а также аномалии его развития вынуждают все чаще прибегать к запланированному прерыванию беременности, которое только при доношенной беременности осуществляется у 10...15 % женщин, а при ее прерывании через естественные родовые пути раньше срока – у всех.

В то же время это вмешательство в гестационный процесс далеко не всегда обеспечивает беспроблемное родовозбуждение. На него можно рассчитывать тогда, когда шейка матки достигает определенного биологического состояния, характеризуемого термином «зрелость».

Зрелость определяется специфическими преобразованиями в коллагеновом остове и основном веществе соединительной ткани. В клинической практике эти преобразования выявляются по сопутствующему размягчению органа. При всех экономических достоинствах данной методики она существенно зависит от опыта врача, производящего исследование, и не обеспечивает объективного подтверждения правильности последующих действий.

Состояния, угрожающие прерыванию беременности, нередко своевременно не распознаются из-за неудовлетворительной точности пальпаторного выявления начавшегося процес-

са размягчения. Эти особенности формирования биологической готовности организма женщины к аборт или родам приводят к неточностям в оценках прогноза течения беременности и (или) родов, а значит, к неадекватным акушерским действиям как в сохранении, так и в прерывании беременности.

В настоящее время промышленных устройств, позволяющих количественно оценить степень размягчения шейки матки *in vivo* и пригодных для рутинного применения, в клиниках нет. В литературе описаны несколько методов исследования механических свойств шейки матки:

- измерение ее податливости путем инфузии при постоянном расходе воды через специально введенный катетер в баллон, фиксированный в органе, при этом регистрируются изменения в давлении шейки;

- измерение силы, необходимой для хирургического расширения шейки матки (используя серию дилаторов возрастающего диаметра);

- измерение индекса растяжимости с помощью цервикотонометра. При этом измеряются сила, затраченная на это раскрытие, и внутренний диаметр шейки матки. Использование данной установки тоже ограничено из-за введения наконечника в цервикальный канал, что не всегда представляется возможным.

Модельные образцы и экспериментальные установки, созданные за рубежом для измерения упругости цервикальной ткани, отличаются громоздкостью, низкой точностью, потенциальным риском механических повреждений тканей и ятрогенной опасностью индуцирования неконтролируемой родовой деятельности

(расширение цервикального канала). Отечественные аналоги работают лишь с биопсийными образцами, поскольку все измерения могут выполняться только в специальных фиксирующих устройствах.

Для измерения степени размягчения шейки матки путем измерения ее механического импеданса авторы предлагают устройство, состоящее из контрольного щупа, измерительного блока, автоматизированной системы слежения за методикой измерения, расчета получаемых результатов и блока регистрации данных. Процесс определения импеданса цервикальной ткани данным прибором сводится к касанию контрольным щупом шейки матки. При таком способе исследования отпадает необходимость захвата ее какими бы то ни было фиксирующими инструментами, что полностью устраняет возможность любой ятрогенной опасности: травматизация шейки матки, вскрытие плодного пузыря, повреждение подлежащей части плода, индуцирование родов.

Экспериментально установлено, что механический импеданс биологической ткани может быть измерен путем прижатия щупов к поверхности ткани с известным усилием на одном из щупов и одновременным измерением глубины внедрения другого щупа при той же нагрузке. Разность усилий на щупах, отнесенная к глубине внедрения второго щупа, будет определять импеданс.

Схема конструкции устройства, построенного по такому принципу, показана на рис. 1.

Устройство содержит щупы 1 и 2, закрепленные в соответствующих подвижных частях 3 и 4 упругих подвесок посредством конусных соединений и пружин 5 и 6, которые передают усилия на щупы через призмы 7 и 8, связанные с соответствующими щупами байонетным соединением. Подвижные части установлены на плоскопружинных параллелограмах 9 и 10 соответственно, таким образом обеспечивается независимое поступательное перемещение щупов. С подвижными частями жестко связаны якоря 11 и 12 индуктивных преобразователей перемещения. Обмотки преобразователей включены в мостовые схемы, формирующие на выходе два электрических сигнала, которые несут информацию о перемещениях соответ-

ствующих щупов. К выходам схем подключен электронный блок 13, вычисляющий значение измеряемой величины.

При измерении оператор легким прикосновением прижимает щупы к исследуемой ткани, в результате чего оба щупа вдавливаются в ткань на различную глубину, измеряемую с помощью индуктивных преобразователей. Значение импеданса определяется по формуле

$$R = \frac{P}{S_2 - S_1},$$

где P – нагрузка на щупы; S_2 и S_1 – глубины внедрения щупов в ткань.

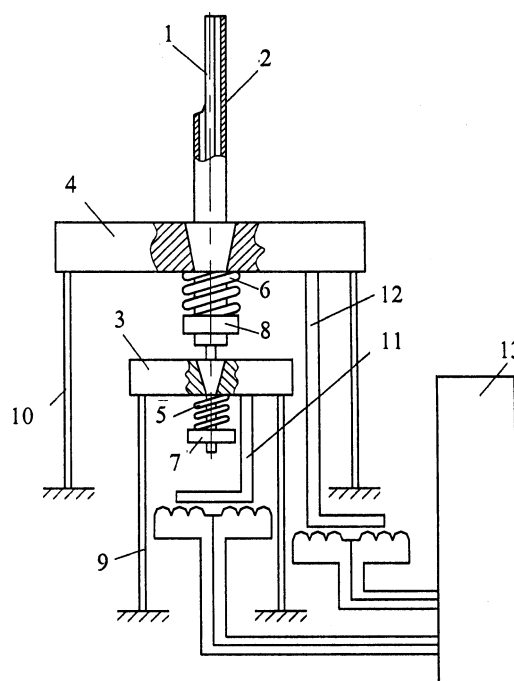


Рис. 1

Следует отметить, что в аналогичном устройстве есть потребность не только у акушеров-гинекологов. Оно также может быть полезным для врачей тех специальностей, где оценка плотности ткани является важной диагностической категорией. Например, в ортопедии, стоматологии, офтальмологии и пр. При этом особенности прибора, используемого в разных медицинских областях, будут относиться к различному конструктивному исполнению контрольных щупов и параметрам настройки прибора.