

ДОРОГОВА И. В.<sup>1</sup>, УСАНОВ В. Д.<sup>2</sup>,  
БАРТОШ Л. Ф.<sup>1</sup>, ПАНИНА Е. С.<sup>1</sup>,  
БОЧАРНИКОВ Д. Ю.<sup>2,3</sup>

## Особенности параметров периферического, центрального артериального давления и показателей ригидности сосудов у беременных с гипертензивными состояниями

<sup>1</sup> Пензенский институт усовершенствования врачей

440060, Россия, г. Пенза, ул. Стасова, д. 8А

<sup>2</sup> Медицинский институт Пензенского государственного университета

440026, Россия, г. Пенза, ул. Красная, д. 40

<sup>3</sup> Городской родильный дом

440066, Россия, г. Пенза, пр. Победы, д. 122

e-mail: giuv@sura.ru

### Реферат

**Цель исследования** - изучить особенности параметров периферического, центрального артериального давления и показателей ригидности сосудов у беременных с физиологической беременностью, артериальной гипертонией, имевшейся до беременности, и гестационной артериальной гипертонией.

**Материал и методы исследования.** Суточное мониторирование артериального давления (СМАД) выполнялось с использованием системы BPLab Vasotens (ООО «Петр Телегин», Россия). Прибор позволяет определять время распространения отраженной волны (RWTT), индекс аугментации в плечевой артерии (AIx) и аорте (AIxao), индекс ригидности артерий (ASI), параметры центрального артериального давления (АД). Проанализированы данные 116 женщин в сроке беременности 30–39 недель, из них с нормальным АД (Н), n=42; с артериальной гипертонией, имевшейся до беременности (АГДБ) — n=30; с гестационной АГ (ГАГ) — n=24; с преэклампсией (ПЭ) — n=20. Различия считались статистически значимыми при p<0,05.

**Результаты исследования.** Выявлен циркадный ритм центрального АД и показателей ригидности сосудов у беременных независимо от нормотензивного или гипертензивного статуса. Изучаемые показатели были значимо выше в группе беременных с ГАГ и ПЭ по сравнению с Н и АГДБ. Выявлена достоверная взаимосвязь между RWTT и AIx, AIx и AIxao.

**Выводы.** Данные, полученные при суточном мониторировании центрального АД и ригидности артерий, могут быть использованы в качестве дополнительных показателей для диагностики АГ у беременных.

**Ключевые слова:** артериальная гипертония у беременных, суточное мониторирование центрального давления, индекс аугментации, время распространения отраженной волны.

### Введение

Артериальная гипертония (АГ) беременных занимает особое место среди актуальных вопросов современной медицины. По данным ВОЗ, в структуре материнской смертности доля гипертензивного синдрома составляет 20–30 %, ежегодно во всем мире более 50 000 беременных женщин погибают из-за осложнений, связанных с АГ [13, 19]. Перинатальная смертность и преждевременные роды при гипертензивных состояниях в период беременности значительно превышают соответствующие показатели при физиологически протекающей беременности. Сложность диагностики заболеваний сердечно-сосудистой системы заключается в том, что беременность с ее физиологическими гестационными изменениями, касающимися гемодинамических, гормональных, метаболических и других параметров, может стать

причиной впервые возникших нарушений со стороны сердечно-сосудистой системы или декомпенсации уже имеющейся патологии [1, 10].

В этой связи важными являются совершенствование диагностики и поиск маркеров патологических изменений сердечно-сосудистой системы с целью раннего выявления предикторов развития АГ при беременности.

В последние годы центральное АД и ригидность сосудистой стенки рассматриваются в качестве независимых предикторов развития кардиоваскулярных заболеваний [9, 20]. Появление доступных валидированных методов неинвазивного исследования этих показателей позволило доказать их преимущественное значение в оценке состояния всего сердечно-сосудистого русла.

## ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

Система BPLab Vasotens (ООО «Петр Телегин», Россия) регистрирует пульсовую волну на плечевой артерии и, обладая трансформирующей функцией, позволяет получить дополнительную информацию о центральном АД и жесткости сосудистой стенки. В литературе имеются публикации об успешной валидации прибора и использовании его в общей популяции [2, 7, 14].

Однако мы не встретили данных о применении суточного мониторирования параметров артериальной жесткости и центрального АД у беременных, что явилось предпосылкой к данной работе.

**Цель исследования** — изучить особенности параметров периферического, центрального аортального давления и показателей ригидности сосудов у беременных с физиологической беременностью, артериальной гипертонией, имевшейся до беременности, и гипертонией, индуцированной беременностью.

### Материал и методы исследования

Проанализированы данные 116 женщин с одноплодной беременностью, имевших нормальный и повышенный уровень артериального давления, подписавших информированное согласие. Критерии невключения в исследование: валидность ниже 85 % измерений при СМАД, нарушение сна вследствие работы монитора АД, органические заболевания сердечно-сосудистой системы, нарушения сердечного ритма, заболевания эндокринной системы, вазоренальная гипертензия, анемия, многоплодная беременность, инфекционные заболевания, беременность, наступившая в результате вспомогательных репродуктивных технологий.

Пороговые уровни АД для диагностики АГ в зависимости от метода определения устанавливались согласно Европейским (ESH/ESC, 2013 г.) и Национальным (РКО, 2013 г.) рекомендациям по диагностике и лечению АГ у беременных.

Для постановки диагноза применяли классификацию гипертензивных состояний в период беременности РКО (2013): артериальная гипертензия, имевшаяся до беременности (АГДБ), — диагностированная до наступления беременности или до 20-й недели ее развития, а также АГ, возникшая после 20-й недели гестации, но не исчезнувшая после родов в течение 12 недель; гестационная артериальная гипертензия (ГАГ) — повышение уровня АД, впервые зафиксированное после 20-й недели беременности и не сопровождающееся протеинурией и преэклампсией (ПЭ) — АГ, возникшая после 20-й недели гестации, сопровождающаяся протеинурией более 300 мг белка в суточной моче.

Проведен сравнительный анализ центрального АД и показателей ригидности в следующих группах: 1 (контрольная группа) — пациентки с неосложненной беременностью и нормальным уровнем АД (Н) ( $n = 42$ ); 2 — беременные с АГДБ ( $n = 30$ ); 3 — беременные с ГАГ ( $n = 24$ ); 4 — беременные с ПЭ ( $n = 20$ ).

Учитывая, что изменения гемодинамики зависят от срока гестации, а развитие преэклампсии характерно для третьего триместра, для анализа мы взяли пациенток в сроки беременности 30–39 недель.

СМАД выполнялось на аппарате BPLab Vasotens (ООО «Петр Телегин», Россия). Прибор соответствует международным стандартам точности для осциллометрических регистраторов АД и рекомендован к применению у беременных [4]. Процедура мониторинга и анализа результатов СМАД соответствовала принятым стандартам. Интервалы между измерениями составляли 30 минут. Обследование проводилось до назначения антигипертензивной терапии или соответствовало первому дню лечения, в группе ПЭ терапия не отменялась.

Определялись следующие показатели: систолическое АД (САД), диастолическое АД (ДАД), среднее АД (СрАД), среднесуточное АД (24), среднедневное АД (День), средненочное АД (Ночь), время распространения отраженной волны (RWTT), индекс аугментации в плечевой артерии (AIx) и аорте (AIxao), стандартизованные  $75AIx$  и  $75AIxao$  к ЧСС 75 уд./мин., индекс ригидности артерий (ASI), рассчитывались параметры центрального аортального давления (САДао, ДАДао, СрАДао).

Статистическую обработку данных проводили с помощью пакета прикладных программ «Statistica 6.0.» Данные представлены в виде среднего арифметического значения и стандартного отклонения ( $M \pm \sigma$ ), медианы (Me) и квартилей (P25 %; P75 %). Использованы методы параметрической и непараметрической статистики. При статистическом анализе данных использовались методы сравнения несвязанных выборок — Mann–Whitney-тест. Результаты считались статистически значимыми при  $p < 0,05$ . Исследование взаимосвязи между изучаемыми показателями проводилось с помощью метода корреляционного анализа по Спирмену с вычислением коэффициента корреляции ( $r$ ).

### Результаты исследования

При изучении исходных характеристик пациенток в группах не выявлено отличий по возрасту, росту, паритету родов, однако в группе беременных с преэклампсией вес и индекс массы достоверно отличались от этих параметров в группах сравнения ( $p < 0,05$ ) (табл. 1). Уровень офисного САД и ДАД, а также показатели СМАД значимо были ниже в группе контроля. Параметры офисного САД и ДАД в группах АГДБ, ГАГ, ПЭ не отличались, однако при СМАД выявлены достоверные различия между АГДБ и ПЭ для всех указанных показателей ( $p < 0,05$ ,  $p < 0,001$ ). Установлены также значимые отличия для среднего ДАД (24), среднего САД (Ночь), среднего ДАД (День), среднего ДАД (Ночь) в группах ГАГ и ПЭ ( $p < 0,05$ ) (табл. 1). Кроме того, достоверно различались ночные показатели САД и ДАД в группах АГДБ и ГАГ, причем в группе ГАГ значения были достоверно выше, чем в группе АГДБ, и составили для САД (Ночь) 129 [124; 137] мм рт. ст. и 123 (118; 135) мм рт. ст. ( $p = 0,01$ ), для ДАД (Ночь) — 78 (73; 84) мм рт. ст. и 73 (70; 80) мм рт. ст. ( $p = 0,04$ ) соответственно.

Проведено исследование указанных показателей в период бодрствования и сна, выполнено сравнение значений параметров центрального АД и ригидности

Сравнительные характеристики пациенток с нормальным уровнем артериального давления, артериальной гипертензией, имеющейся до беременности, гестационной артериальной гипертензией и преэклампсией

Таблица 1

Параметр	Н — контроль	АГДБ	ГАГ	ПЭ	p <sub>1</sub>	p <sub>2</sub>	p <sub>3</sub>
Количество, n	42	30	24	20	—	—	—
Срок беременности, нед.	30–39	30–39	30–39	30–37	—	—	—
Возраст, лет (M±σ)	26,84±0,81	26,67±0,97	26,29±1,09	25,11±2,28	0,52	0,13	0,63
Рост, см (M±σ)	163±8,27	166±5,32	165±7,03	162±9,57	0,60	0,19	0,18
Вес, кг (M±σ)	62,08±11,57	68,70±7,02	67,18±2,24	72,42±2,35	0,02	0,04	0,03
ИМТ, кг/м <sup>2</sup> (M±σ)	23,28±0,50	24,93±0,59	24,64±0,67	27,36±0,82	0,01	0,02	0,02
Паритет родов, n, %: первородящие повторнородящие	25 (59,5) 17 (40,5)	19 (63,3) 11 (36,7)	14 (58,3) 10 (41,7)	12 (60) 8 (40)	p <sub>общ.</sub> = 0,78		
САД, мм рт. ст., офисное	116,67±4,22	131,71±3,67	138,13±4,58	137,86±4,82	0,01	0,42	0,97
ДАД, мм рт. ст., офисное	68,00±6,70	88,71±3,15	89,38±2,32	88,29±2,54	0,02	0,98	0,68
Среднее САД (24), мм рт. ст.	117,40±1,24	123,17±1,69	128,29±6,88	133,72±2,89	0,01	0,01	0,19
Среднее ДАД (24), мм рт. ст.	68,42±1,01	75,83±1,41	78,96±4,57	85,78±1,71	0,01	0,01	0,01
Среднее САД (День), мм рт. ст.	119,56±1,23	129,60±8,72	130,04±8,96	134,28±2,92	0,001	0,02	0,48
Среднее САД (Ночь), мм рт. ст.	109,07±1,59	123,40±1,80	129,58±2,25	131,44±3,47	0,001	0,001	0,04
Среднее ДАД (День), мм рт. ст.	70,35±1,01	79,07±4,40	83,38±1,62	86,72±1,70	0,001	0,001	0,02
Среднее ДАД (Ночь), мм рт. ст.	61,05±1,27	72,23±6,71	76,96±6,03	82,89±2,26	0,001	0,001	0,01

Примечание: p<sub>1</sub> — достоверность различий между ПЭ и Н (тест Манна–Уитни); p<sub>2</sub> — достоверность различий между ПЭ и АГДБ (тест Манна–Уитни); p<sub>3</sub> — достоверность различий между ПЭ и ГАГ (тест Манна–Уитни); робц — достоверность различий между всеми четырьмя группами (тест Краскела–Уоллиса).

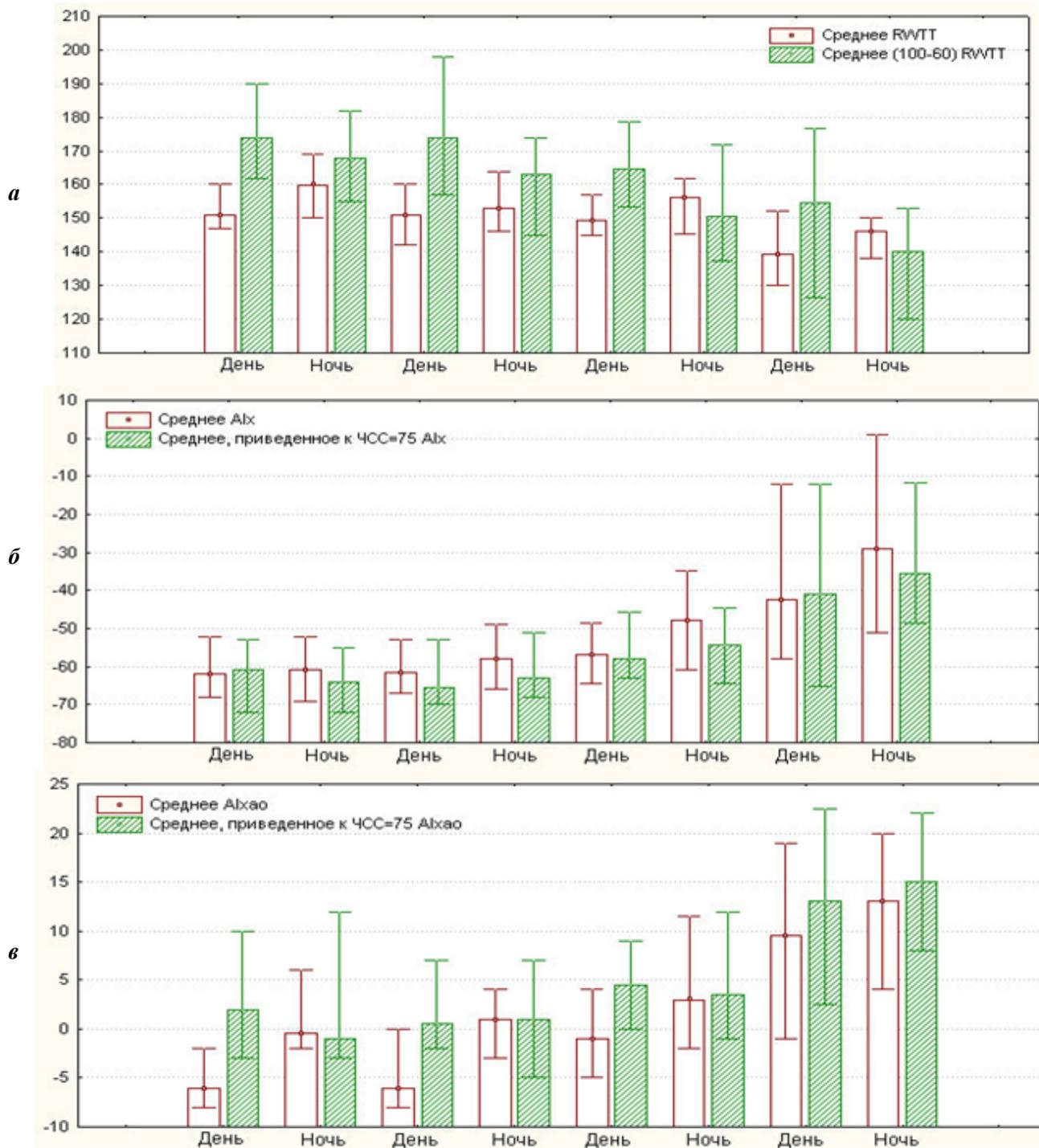
артерий в изучаемых группах (рис. 1). При анализе RWTT получены достоверные различия (p<0,001) между группой Н и ПЭ за дневные, ночные часы для нестандартизованных и стандартизованных показателей, а также между группой АГДБ и ПЭ за дневные часы для (100–60) RWTT (p<0,001) (рис. 1-А). Выявлена суточная динамика RWTT, причем нестандартизованные дневные значения были ниже, чем ночные во всех группах, а стандартизованные дневные параметры, напротив, выше ночных. Самые низкие значения показателей RWTT и (100–60) RWTT были в группе ПЭ, что косвенно говорит о большей скорости пульсовой волны (рис. 1-А).

Alx и Alx<sub>ao</sub> в группе Н и АГДБ были достоверно ниже (p<0,001), чем в группе ПЭ, за дневные и ночные часы, как для нестандартизованных, так и для стандартизованных показателей. Что касается суточной динамики Alx и Alx<sub>ao</sub>, то установлено увеличение этих показателей в ночные часы в группах с гипертензивными состояниями и снижение в группе Н (рис. 1-Б, 1-В). Параметры индекса аугментации в

аорте в группах Н и АГДБ были отрицательные и положительные, а в группах ГАГ и ПЭ — в большинстве случаев положительные.

При анализе значений Среднего САДао (24) выявлены значимые отличия в группе Н — 104,00 (100,00;109,00) мм рт. ст. по сравнению с ГАГ — 119,00 (111,50;126,50) мм рт. ст. и ПЭ — 121,00 (115,00;135,00) мм рт. ст. как в дневные, так и в ночные часы — 96,00 (91,00;100,00) мм рт. ст. (Н), 111,00 (103,00;119,00) мм рт. ст. (ГАГ), 118,00 (109,00;138,00) мм рт. ст. (ПЭ) (p<0,001). Кроме того, Среднее САДао (Ночь) в группе АГДБ составило 100,00(95,00;105,00) мм рт. ст. и было достоверно меньше значения в группе ПЭ — 118,00 (109,00;138,00) мм рт. ст. (p<0,001).

Выявлено, что среднее ДАДао (Ночь) в группе АГДБ было 65,50 (60,00;71,00) мм рт. ст. что значимо меньше, чем в группе ПЭ — 85,00 (77,00;92,00) мм рт. ст. (p<0,001). Прослеживается суточный ритм САДао и ДАДао, показатели снижаются в ночные часы, причем в группе ПЭ степень ночного снижения существенно меньше, чем в группах сравнения.



**Рис. 1.** Дневные и ночные значения времени распространения отраженной пульсовой волны (RWTT) (*а*), периферического (AIx) (*б*) и индекса аугментации в аорте (AIxao) (*в*) и их стандартизированные значения (заштрихованные столбцы) в группах с нормальным уровнем артериального давления (Н), АГДБ, ГАГ и ПЭ. Отличия в группах: \* — по сравнению с 1-й группой (Н), \*\* — по сравнению с 2-й группой (АГДБ), \*\*\* — по сравнению с 3-й группой (ГАГ), \*\*\*\* — по сравнению с 4-й группой (ПЭ), ( $p < 0,001$ ). Значения представлены медианой (Me) и интерквартильным размахом в виде 25 % и 75 % процентилей.

Таким образом, при анализе полученных данных выявлен циркадный ритм для показателей ригидности артерий у беременных независимо от нормотензивного или гипертензивного статуса. Однако изучаемые показатели были значимо выше в группе беременных с ГАГ и ПЭ по сравнению с Н и АГДБ, найдены достоверные отличия для ночных показателей САД и ДАД в группах АГДБ и ГАГ.

В рамках проведенной работы мы также исследовали корреляционные связи между параметрами

периферического, центрального АД и индексами сосудистой ригидности.

Как показано в таблице 2, для беременных всех групп статистически достоверной связи между возрастом, АД и различными параметрами сосудистой жесткости выявлено не было ( $p > 0,05$ ). Как и ожидалось, центральное и периферическое АД высоко коррелировали друг с другом во всех исследуемых группах. Что касается связи между периферическим АД и различными показателями сосудистой ригид-

Коэффициент корреляции среднего центрального АД (24) и параметров сосудистой ригидности с возрастом и периферическим (плечевым) САД (24) и ДАД (24)

Показатель	Возраст				САД				ДАД			
	Н (n=42)	АГДБ (n=30)	ГАГ (n=24)	ПЭ (n=20)	Н (n=42)	АГДБ (n=30)	ГАГ (n=24)	ПЭ (n=20)	Н (n=42)	АГДБ (n=30)	ГАГ (n=24)	ПЭ (n=20)
	САД	0,09	0,20	-0,13	-0,14	-	-	-	-	0,74**	0,81**	0,78**
ДАД	0,20	0,34	0,15	-0,21	0,74**	0,81**	0,78**	0,82**	-	-	-	-
САД <sub>до</sub>	0,11	0,23	0,02	-0,09	0,97**	0,97**	0,96**	0,91**	0,84**	0,87**	0,86**	0,94**
ДАД <sub>до</sub>	0,19	0,32	0,13	-0,22	0,76**	0,83**	0,78**	0,82**	0,99**	0,99**	1,00**	1,00**
RWTТ	0,05	-0,25	-0,01	0,23	-0,34*	-0,49**	-0,39	-0,24	-0,38*	-0,68**	-0,51*	-0,44
RWTТ (100-60)	0,01	-0,10	0,14	-0,22	-0,36*	0,18	-0,30	-0,39	-0,35*	0,10	-0,25	-0,53*
Аix	0,02	0,21	0,12	-0,20	0,34*	0,46*	0,30	0,40	0,51**	0,59**	0,43*	0,72**
Аix (ЧСС=75)	0,11	0,04	0,20	-0,21	0,42**	0,25	0,40	0,49*	0,59**	0,47**	0,51*	0,80**
Аix <sub>до</sub>	0,05	0,36	0,07	-0,15	0,42**	0,27	0,53**	0,43	0,50**	0,52**	0,56**	0,74**
Аix <sub>до</sub> (ЧСС=75)	0,06	0,34	0,03	-0,18	0,52**	0,38*	0,59**	0,57**	0,63**	0,62**	0,69**	0,81**
AASI	-0,02	0,27	0,16	0,24	0,10	0,54**	-0,03	0,62**	-0,12	0,22	-0,07	0,41

Примечание: \*\* – p<0,01; \* – p<0,05.

Коэффициент корреляции между показателями ригидности сосудистой стенки и центральным артериальным АД

Показатель	RWTТ				Аix				Аix <sub>до</sub>			
	Н (n=42)	АГДБ (n=30)	ГАГ (n=24)	ПЭ (n=20)	Н (n=42)	АГДБ (n=30)	ГАГ (n=24)	ПЭ (n=20)	Н (n=42)	АГДБ (n=30)	ГАГ (n=24)	ПЭ (n=20)
	САД <sub>до</sub>	-0,44**	-0,59**	-0,52**	-0,30	0,48**	0,57**	0,51*	0,61**	0,57**	0,42*	0,68**
ДАД <sub>до</sub>	-0,46**	-0,67**	-0,55**	-0,44*	0,59**	0,60**	0,44*	0,72**	0,55**	0,48**	0,57**	0,75**
RWTТ	-	-	-	-	-0,85**	-0,87**	-0,62**	-0,54*	-0,77**	-0,69**	-0,67**	-0,21
Аix	-0,85**	-0,87**	-0,62**	-0,54*	-	-	-	-	0,89**	0,69**	0,85**	0,83**
Аix <sub>до</sub>	-0,77**	-0,69**	-0,67**	-0,21	0,89**	0,69**	0,85**	0,83**	-	-	-	-
AASI	0,14	-0,17	0,26	-0,08	-0,37*	0,14	-0,17	0,37	-0,30	-0,05	-0,40	0,37
Аix	0,02	0,21	0,12	-0,20	0,34*	0,46*	0,30	0,40	0,51**	0,59**	0,43*	0,72**

Примечание: \*\* – p<0,01; \* – p<0,05.

## ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

ности, существенная корреляция всех показателей, кроме индекса ригидности (ASI), была выявлена в группе беременных с нормальным АД — (Н).

В группе АГДБ САД (24) коррелировало с RWTT(24), Alx (24), Alxao (ЧСС=75), ASI (24), в группе ГАГ — с Alxao (24), Alxao (ЧСС=75), в группе ПЭ — Alx (ЧСС=75), Alxao (ЧСС=75), ASI (24). Лучшая корреляция была получена между периферическим ДАД (24) и индексом аугментации, как в плечевой артерии (Alx), так и в аорте (Alxao), для нестандартизированных и стандартизированных показателей, причем самый высокий коэффициент корреляции Спирмена был в группе ПЭ. Также в группах АГДБ и ГАГ была выявлена достоверная отрицательная корреляция между периферическим ДАД (24) и RWTT, в группе ПЭ — стандартизированным RWTT (100–60).

Анализируя полученные данные (табл. 3), мы выявили достоверную обратную взаимосвязь между RWTT и периферическим и центральным индексом аугментации, а также центральным аортальным АД во всех группах, исключение — RWTT и САДАо, Alxao в группе ПЭ. Alx находился в тесной взаимосвязи с центральным АД и Alxao также во всех группах. Следует отметить, что самый высокий коэффициент Спирмена в данном случае был в группе ПЭ. Для ASI достоверной взаимосвязи с параметрами и ригидности и центральным АД не получено, за исключением ASI и Alx ( $r_s = -0,37^*$ ) в группе Н.

### Обсуждение результатов

В настоящее время доказано, что характеристики центрального АД и пульсовой волны являются независимыми предикторами ремоделирования сосудов и установлена возможность их использования в качестве маркеров сердечно-сосудистых заболеваний [9, 20]. Ввиду новизны методики суточного мониторирования центрального АД не изучен его суточный профиль, хотя известны циркадные ритмы периферического артериального давления.

В данном исследовании оценивались показатели периферического, центрального АД и артериальной ригидности в динамических условиях в течение 24 часов в группе беременных с нормальным уровнем АД и гипертензивными состояниями (АГДБ, ГАГ, ПЭ). Выявлено, что офисные и среднесуточные значения САД и ДАД в группе беременных с нормальным уровнем АД практически не различались, но в группах с АГ офисные показатели были выше среднесуточных, как для САД, так и для ДАД. Таким образом, адекватно оценить степень и продолжительность повышения АД возможно только при суточном мониторировании.

При анализе данных получено, что Alx и Alxao выше, а значения RWTT ниже у беременных с гипертензивными состояниями, чем у нормотензивных пациенток. Таким образом, показатели центрального АД и сосудистой ригидности, полученные при использовании автоматического прибора для мониторирования АД, основанного на осциллометрическом методе, могут помочь выявить различия и исследовать сосудистые нарушения при артериальной гипертонии у беременных.

Индексы аугментации и центральное АД продемонстрировали типичный циркадный ритм, независимо от нормотензивного или гипертензивного статуса. В частности, центральное АД повторяло суточный ритм периферического АД, т. е. уменьшалось во время сна. Индекс аугментации, наоборот, увеличивался, скорее всего, потому что этот показатель находится в обратной зависимости от ЧСС, которая уменьшается в ночное время и существенно зависит от положения тела, снижаясь в горизонтальном положении. Таким образом, Alx возрастает в состоянии лежачего [15] и уменьшается в вертикальном положении, независимо от возраста, вследствие снижения прироста артериальной волны [3].

Показатели Alx и Alxao возросли ночью по сравнению с дневными часами во всех группах, а Alx (ЧСС=75) повышался ночью в группах с гипертензивными состояниями и, напротив, снижался в группе Н. Кроме того, Alxao (ЧСС=75) был ниже в ночные часы в группах Н и ГАГ и выше по сравнению с дневными часами в группах АГДБ и ПЭ. Показатель RWTT имеет обратную зависимость от АД и был выше ночью, чем днем.

Интересно, что независимо от периода бодрствования или сна и наличия или отсутствия циркадного ритма, время пульсовой волны было ниже, а индекс аугментации и центральное АД были выше у беременных с гипертензивными состояниями, чем у нормотензивных пациенток.

Роль ночной гипертензии в последнее время активно изучается, а СМАД является неинвазивным доступным методом, позволяющим диагностировать это патологическое состояние. Выявлено, что достоверно различались ночные показатели САД и ДАД в группах АГДБ и ГАГ, причем в группе ГАГ значения были достоверно выше ( $p < 0,05$ ).

В доступной литературе мы не встретили данных о суточном мониторировании изучаемых параметров у беременных, хотя проводились исследования с помощью других автоматических устройств, работающих на осциллометрическом принципе, в общей популяции [14, 21], во многих из них изучалось только центральное АД. Наша работа дополняет данные, полученные Т. Ю. Кузнецовой и др. на мониторе BPLab по той же технологии, но в когорте нормотензивных добровольцев [8].

В рамках проведенной работы исследована корреляция между параметрами периферической, центральной гемодинамики и показателями сосудистой ригидности. Не было выявлено связи между возрастом беременных и среднесуточными значениями индекса аугментации и индекса ригидности ни в одной из групп. Вероятно, это можно объяснить тем, что изначально не было различий по возрасту в группах, а также тем, что у пациенток детородного возраста не выражены структурные изменения сосудистой стенки.

В представленной работе была выявлена достоверная корреляция центрального АД с индексами аугментации, что противоположно данным Stefano Omboni et. al. [11], которые использовали систему BPLab Vasotens, но в общей популяции. Возможно,

отличия в полученных данных связаны с тем, что обследованные лица принадлежали к разным категориям и наличием у беременных ПЭ.

Кроме того, получена достоверная взаимосвязь между основными параметрами сосудистой ригидности — временем пульсовой волны и индексом аугментации, а также периферическим и центральным индексом аугментации, что соответствует результатам опубликованных ранее работ [17, 16]. Тем не менее, наше исследование — первое, подтверждающее взаимосвязь указанных показателей при суточном мониторинговании у беременных с нормальным АД и различными гипертензивными состояниями.

Наконец, показатель RWTT, который определяет скорость пульсовой волны, слабо коррелирует с индексом ригидности (ASI), что противоположно данным мета-анализа A. Kollias et al., где сообщалось о хорошей корреляции между скоростью пульсовой волны (PWV) и ASI.

Однако, в отличие от нашей работы, во всех исследованиях, включенных в мета-анализ, PWV измеряли в состоянии покоя, т. е. однократно, не в условиях суточного мониторинга [6]. Напротив, наши результаты подтверждают мнение J. G. Kips et al., которые доказали относительную важность различных факторов, определяющих ASI, путем экспериментальной компьютерной модели артериального кровообращения, где исследовалось до 10 000 вариантов СМАД-моделирования.

Результаты такого исследования свидетельствуют, что индекс ригидности не может быть точно определен при суточном мониторинговании [5].

Результаты данного исследования должны интерпретироваться также в контексте его ограничений. В первую очередь, мы оценивали параметры гемодинамики и ригидности неинвазивно, применив принцип анализа осциллограмм, а не путем прямого измерения. Действительно, некоторые авторы [18] подвергли сомнению принцип вычисления центрального АД, PWV, AIx путем обработки осциллограмм. Однако в настоящее время осциллометрический метод является перспективным, он может легко и удобно использоваться для 24-часового контроля центральной гемодинамики, позволяя получить повторные измерения в условиях повседневной жизни практически без дискомфорта для пациента. Кроме того, в аппарате, применяемом в нашей работе, все изучаемые параметры вычисляются согласно утвержденным алгоритмам и стандартным протоколам. Был проведен ряд исследований с целью валидации системы BPLab Vasotens [7, 14], которые продемонстрировали соответствие значений параметров центрального АД, PWV, AIx, полученных этим прибором и общепринятыми тонометрическими методами.

### Выводы

Результаты проведенного исследования показывают, что неинвазивное суточное мониторингование ригидности артерий и центрального АД системой BPLab Vasotens помогает выявить изменения сосудов при гипертензивных состояниях во время беременности и открывает новые возможности в изучении суточных колебаний этих параметров. Полученные данные могут быть использованы в качестве дополнительных показателей для диагностики АГ у беременных.

### Литература

1. Баранова Е. И. Артериальная гипертензия у беременных // *Артериальная гипертензия*. 2006. Т. 12. № 1. С. 7–15.
2. Ageenkova O. A., Purygina M. A. Central aortic blood pressure, augmentation index, and reflected wave transit time: reproducibility and repeatability of data obtained by oscillometry // *Vascular Health and Risk Management*. 2011. Vol. 7. № 1. P. 649–656.
3. Bogaard B., Westerhof B. E., Best H. et al. Arterial wave reflection decreases gradually from supine to upright // *Blood Pressure*. 2011. Vol. 20. № 6. P. 370–375.
4. Dorogova I. V., Panina E. S. Comparison of the BPLab® sphygmomanometer for ambulatory blood pressure monitoring with mercury sphygmomanometry in pregnant women: validation study according to the British Hypertension society protocol // *Vascular Health and Risk Management*. 2015. № 11. P. 245–249.
5. Kips J. G., Vermeersch S. J., Reymond P. et al. Ambulatory arterial stiffness index does not accurately assess arterial stiffness // *Journal of Hypertension*. 2012. Vol. 30. № 3. P. 574–580.
6. Kollias A., Stergiou G. S., Dolan E. et al. Ambulatory arterial stiffness index: a systematic review and meta-analysis // *Atherosclerosis*. 2012. Vol. 224. № 2. P. 291–301.
7. Kotovskaya Y. V., Kobalava Z. D., Orlov A. V. Validation of the integration of technology that measures additional «vascular» indices into an ambulatory blood pressure monitoring system // *Medical Devices: Evidence and Research*. 2014. Vol. 7. № 1. P. 91–97.
8. Kuznetsova T. Y., Korneva V. A., Bryantseva E. N. et al. *The 24-hour pulse wave velocity, aortic augmentation index, and central blood pressure in normotensive volunteers // Vascular Health and Risk Management*. 2014. Vol. 10. P. 247–251.
9. McEniery C. M., Cockcroft J. R., Roman M. J. et al. Central blood pressure: current evidence and clinical importance // *Eur. Heart Journ.* 2014. Vol. 35. № 26. P. 1719–1725.
10. Oakley C., Warnes C. A. *Heart Disease in Pregnancy*. 2nd ed. Oxford: Wiley-Blackwell, 2007. 354 p.
11. Omboni S., Posokhov I. N., Rogoza A. N. Evaluation of 24-Hour Arterial Stiffness Indices and Central Hemodynamics in Healthy Normotensive Subjects versus Treated or Untreated Hypertensive Patients: A Feasibility Study // *Corporation International Journal of Hypertension*. 2015. Vol. 2015. ID 601812. 10 p. URL: <http://dx.doi.org/10.1155/2015/601812>
12. Papaioannou T. G., Argyris A., Protogerou A. D. et al. Non-invasive 24 hour ambulatory monitoring of aortic wave reflection and arterial stiffness by a novel oscillometric device: the First Feasibility and Reproducibility Study // *International Journ. of Cardiology*. 2013. Vol. 169. № 1. P. 57–61.
13. Report of the National High Blood Pressure Education Program Working Group on High Blood Pressure in Pregnancy // *Am. J. Obstet. Gynecol.* 2000. № 183. P. S1–S22.
14. Rogoza A. N., Kuznetsov A. A. Central aortic blood pressure and augmentation index: comparison between Vasotens and SphygmoCor technology // *Research Reports in Clinical Cardiology*. 2012. Vol. 3. P. 27–33.
15. Stoner L., Faulkner J., Lowe A. et al. Should the augmentation index be normalized to heart rate? // *Journal of Atherosclerosis and Trombosis*. 2014. Vol. 21. № 1. P. 11–16.

## ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

16. Sugawara J., Komine H., Hayashi K. et al. Relationship between augmentation index obtained from carotid and radial artery pressure waveforms // *Journ. of Hypertension*. 2007. Vol. 25. № 2. P. 375–381.
17. Takazawa K., Kobayashi H., Shindo N. et al. Relationship between radial and central arterial pulse wave and evaluation of central aortic pressure using the radial arterial pulse wave // *Hypertension Research*. 2007. Vol. 30. № 3. P. 219–228.
18. Trachet B., Reymond P., Kips J. et al. Numerical validation of a new method to assess aortic pulse wave velocity from a single recording of a brachial artery waveform with an occluding cuff // *Annals of Biomedical Engineering*. 2010. Vol. 38. № 3. P. 876–888.
19. Villar J., Say L., Shennan A. et al. Methodological and technical issues related to the diagnosis, screening, prevention, and treatment of pre-eclampsia and eclampsia // *Int. J. Gynaecol. Obstet*. 2004. № 85 (1). P. S28–S41.
20. Vlachopoulos C., Aznaouridis K., Stefanadis C. Prediction of cardiovascular events and all-cause mortality with arterial stiffness: a systematic review and meta-analysis // *Journ. of the American College of Cardiology*. 2010. Vol. 55. № 13. P. 1318–1327.
21. Williams B., Lacy P. S., Baschiera F. et al. Novel description of the 24-hour circadian rhythms of brachial versus central aortic blood pressure and the impact of blood pressure treatment in a randomized controlled clinical trial: the ambulatory central aortic pressure (AmCAP) // *Hypertension*. 2013. Vol. 61. № 6. P. 1168–1176.

UDK 616.12–088.331.1:618.2

**Dorogova I. V.<sup>1</sup>, Usanov V. D.<sup>2</sup>, Bartos L. F.<sup>1</sup>,  
Panina E. S.<sup>1</sup>, Bocharnikov D. Y.<sup>2,3</sup>**

## Features of parameters of peripheral, central blood pressure and indicators of vessels rigidity in pregnant women with hypertensive disorders

<sup>1</sup> *Penza Institute for Advanced Medical Studies, Penza, Russia*

<sup>2</sup> *Penza State University. Medical Institute, Penza, Russia*

<sup>3</sup> *City Maternity Hospital, Penza, Russia*

*e-mail: giuv@sura.ru*

### Abstract

**Purpose.** To study the parameters of peripheral and central blood pressure as well as the vascular rigidity parameters in pregnant women with physiological pregnancy and hypertensive disorders.

**Materials and methods.** ABPM was performed using BPLab Vasotens system («Petr Telegin», Russia). The device allows to determine the propagation time of the reflected wave (RWTT), augmentation index in the brachial artery (AIx) and aorta (AIxao), arterial stiffness index (ASI), the parameters of the central blood pressure (BP). The data of 116 women in 30–39 week gestation were analyzed. The groups were: normotensive women (N), n = 42, arterial hypertension existing before pregnancy (AHBP), n = 30, gestational arterial hypertension (GAH), n = 24, and preeclampsia (PE), n = 20. Differences were considered significant at  $p < 0,05$ .

**Results.** The circadian rhythm of the central arterial blood pressure and indicators of rigidity was revealed in pregnant women regardless of normotensive or hypertensive status. The studied parameters were significantly higher in the group of pregnant women with GAH and PE compared to N and AHBP. The correlation between RWTT and AIx, AIx and AIxao was found.

**Conclusions.** Data obtained by daily monitoring of central blood pressure and arterial stiffness can be used as additional indicators for the diagnosis of hypertension in pregnant women.

**Keywords:** hypertension in pregnant women, ambulatory central blood pressure monitoring, augmentation index, the reflected wave travel time.

### References

1. Baranova E. I. Arterial'naya gipertenziya u beremennyh // *Arterial'naya gipertenziya*. 2006. T. 12. № 1. S. 7–15. [In Russian].
2. Ageenkova O. A., Purygina M. A. Central aortic blood pressure, augmentation index, and reflected wave transit time: reproducibility and repeatability of data obtained by oscillometry // *Vascular Health and Risk Management*. 2011. Vol. 7. № 1. P. 649–656.
3. Bogaard B., Westerhof B. E., Best H. et al. Arterial wave reflection decreases gradually from supine to upright // *Blood Pressure*. 2011. Vol. 20. № 6. P. 370–375.
4. Dorogova I. V., Panina E. S. Comparison of the BPLab® sphygmomanometer for ambulatory blood pressure monitoring with mercury sphygmomanometry in pregnant women: validation study according to the British Hypertension society protocol // *Vascular Health and Risk Management*. 2015. № 11. P. 245–249.
5. Kips J. G., Vermeersch S. J., Reymond P. et al. Ambulatory arterial stiffness index does not accurately assess arterial stiffness // *Journal of Hypertension*. 2012. Vol. 30. № 3. P. 574–580.
6. Kollias A., Stergiou G. S., Dolan E. et al. Ambulatory arterial stiffness index: a systematic review and meta-analysis // *Atherosclerosis*. 2012. Vol. 224. № 2. P. 291–301.
7. Kotovskaya Y. V., Kobalava Z. D., Orlov A. V. Validation of the integration of technology that measures additional «vascular» indices into an ambulatory blood pressure monitoring system // *Medical Devices: Evidence and Research*. 2014. Vol. 7. № 1. P. 91–97.
8. Kuznetsova T. Y., Korneva V. A., Bryantseva E. N. et al. Te 24-hour pulse wave velocity, aortic augmentation index, and central blood pressure in normotensive volunteers // *Vascular Health and Risk Management*. 2014. Vol. 10. P. 247–251.
9. McEniery C. M., Cockcroft J. R., Roman M. J. et

- al. Central blood pressure: current evidence and clinical importance // *Eur. Heart Journ.* 2014. Vol. 35. № 26. P. 1719–1725.
10. Oakley C., Warnes C. A. *Heart Disease in Pregnancy*. 2nd ed. Oxford: Wiley-Blackwell, 2007. 354 p.
11. Omboni S., Posokhov I. N., Rogoza A. N. Evaluation of 24-Hour Arterial Stiffness Indices and Central Hemodynamics in Healthy Normotensive Subjects versus Treated or Untreated Hypertensive Patients: A Feasibility Study // *Corporation International Journal of Hypertension*. 2015. Vol. 2015. ID 601812. 10 p. URL: <http://dx.doi.org/10.1155/2015/601812>
12. Papaioannou T. G., Argyris A., Protogerou A. D. et al. Non-invasive 24 hour ambulatory monitoring of aortic wave reflection and arterial stiffness by a novel oscillometric device: the First Feasibility and Reproducibility Study // *International Journ. of Cardiology*. 2013. Vol. 169. № 1. P. 57–61.
13. Report of the National High Blood Pressure Education Program Working Group on High Blood Pressure in Pregnancy // *Am. J. Obstet. Gynecol.* 2000. № 183. P. S1–S22.
14. Rogoza A. N., Kuznetsov A. A. Central aortic blood pressure and augmentation index: comparison between Vasotens and SphygmoCor technology // *Research Reports in Clinical Cardiology*. 2012. Vol. 3. P. 27–33.
15. Stoner L., Faulkner J., Lowe A. et al. Should the augmentation index be normalized to heart rate? // *Journal of Atherosclerosis and Trombosis*. 2014. Vol. 21. № 1. P. 11–16.
16. Sugawara J., Komine H., Hayashi K. et al. Relationship between augmentation index obtained from carotid and radial artery pressure waveforms // *Journ. of Hypertension*. 2007. Vol. 25. № 2. P. 375–381.
17. Takazawa K., Kobayashi H., Shindo N. et al. Relationship between radial and central arterial pulse wave and evaluation of central aortic pressure using the radial arterial pulse wave // *Hypertension Research*. 2007. Vol. 30. № 3. P. 219–228.
18. Trachet B., Reymond P., Kips J. et al. Numerical validation of a new method to assess aortic pulse wave velocity from a single recording of a brachial artery waveform with an occluding cuff // *Annals of Biomedical Engineering*. 2010. Vol. 38. № 3. P. 876–888.
19. Villar J., Say L., Shennan A. et al. Methodological and technical issues related to the diagnosis, screening, prevention, and treatment of pre-eclampsia and eclampsia // *Int. J. Gynaecol. Obstet.* 2004. № 85 (1). P. S28–S41.
20. Vlachopoulos C., Aznaouridis K., Stefanadis C. Prediction of cardiovascular events and all-cause mortality with arterial stiffness: a systematic review and meta-analysis // *Journ. of the American College of Cardiology*. 2010. Vol. 55. № 13. P. 1318–1327.
21. Williams B., Lacy P. S., Baschiera F. et al. Novel description of the 24-hour circadian rhythms of brachial versus central aortic blood pressure and the impact of blood pressure treatment in a randomized controlled clinical trial: the ambulatory central aortic pressure (AmCAP) // *Hypertension*. 2013. Vol. 61. № 6. P. 1168–1176.