

ТОЧНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ ПО ТОНАМ КОРОТКОВА В СРАВНЕНИИ С ОСЦИЛЛОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Санкт-Петербургский НИИ кардиологии им. В.А.Алмазова

С целью сравнения точности измерения артериального давления аускультативным и осциллометрическим методами в мониторе для суточного мониторинга артериального давления с применением общепринятых протоколов тестирования обследованы 50 больных с гипотензией, с нормальным уровнем давления или с мягкой - умеренной артериальной гипертензией.

Ключевые слова: артериальная гипотензия, артериальная гипертензия, суточное мониторирование артериального давления, осциллометрический метод, аускультативный метод

To compare the accuracies of blood pressure measurements by auscultative and oscillometric techniques using a device for 24-hour blood pressure monitoring and commonly accepted testing protocols, 50 patients with hypotension, normotensive subjects, and mild-to-moderate hypertensive patients were examined.

Key words: arterial hypotension, arterial hypertension, 24-hour blood pressure monitoring, oscillometric technique, auscultative technique.

Суточное мониторирование артериального давления (СМАД) получает в последние годы все большее распространение в клинической практике, как для диагностики гипертонической болезни, артериальной гипотензии и генеза обмороков, так и для оценки эффективности и безопасности терапии, причем не только гипотензивной, но антиангинальной, антиаритмической и т.д. Появляются новые приборы для СМАД, измерение АД в которых основано на акустическом методе (по Короткову), или на осциллометрическом методе. Так, по данным А.Н. Рогозы (1995) выпускаемые мониторы для СМАД в трети случаев используют акустический, в трети - осциллометрический, а в трети - комбинацию двух методов.

В ряде современных работ можно прочесть, что будущее за осциллометрическими мониторами, так как они не требуют точной установки микрофона и измеряют АД у всех пациентов, тогда как измерения по методу Короткова менее точны и зависят от индивидуальных особенностей больного. Хотя метод Н.С.Короткова и является единственным официально утвержденным (ВОЗ, 1935), широкое распространение приведенного выше мнения требует сравнительных исследований.

Цель настоящей работы: сравнить точность измерения АД аускультативным и осциллометрическим методом в мониторе для СМАД с применением общепринятых протоколов тестирования.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проводилось в стационаре НИИ кардиологии у 50 больных. В исследование включались больные с гипотензией, с нормальным уровнем давления и больные с мягкой - умеренной артериальной гипертензией. Распределение по полу: 17 мужчин, 33 женщины. Средний возраст $60,6 \pm 13,3$ лет (от 21 до 80 лет). У всех пациентов во время измерения АД регистрировался синусовый ритм. В исследование не включались больные с нарушением ритма и проводимости, приводящего к частой и выраженной нерегулярности сокращений желудочков (например, частая желудочковая и/или наджелудочковая экстрасистолия). Для исследования применял-

ся суточный монитор «Кардиотехника-04-АД3» (ЗАО «ИНКАРТ», Россия). Манжета для измерения АД подбиралась с учетом периметра плеча. Так, у большинства больных использовалась средняя манжета, однако, у 17 человек, с периметром плеча более 32 см, использовалась большая манжета.

Измерения давления проводились в положении сидя, в спокойной обстановке, при комфортной температуре в комнате. Прибор автоматически нагнетал воздух в манжету и обеспечивал равномерное стравливание воздуха со скоростью 4-5 мм рт. ст. / сек, что соответствует принятому клиническому измерению АД, поэтому для сравнения был выбран метод одновременного измерения монитором и экспертами. Одновременно с автоматическим измерением давления монитором, два эксперта с помощью сдвоенного фонендоскопа «слепым» методом (независимо друг от друга и не зная показаний прибора) определяли АД по 1-ой и 5-ой фазам тонов Короткова, ориентируясь на цифры давления в манжете, индицируемые на экране прибора (манометр монитора был метрологически поверен ранее в лаборатории Госстандарта). Цикл состоял из трех последовательных измерений с интервалом около одной минуты. Все данные заносились в протокол, причем результаты измерения АД монитором распечатывались из памяти прибора уже после окончания всех измерений. Если отличия в данных экспертов составляли 4 мм рт. ст. и более, то данное измерение исключалось из анализа. В остальных случаях, за «экспертное» значение АД принималась средняя величина, полученная двумя экспертами.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Среднее давление у включенных в исследование пациентов составило для САД $141,6 \pm 32,97$ мм рт. ст. (диапазон 86-251 мм рт. ст.) и для ДАД $81,1 \pm 15,96$ мм рт. ст. (диапазон 52-140 мм рт. ст.). Подбирая пациентов для анализа, мы ориентировались на положение Европейского общества исследования гипертонии (ESH), согласно которому в исследовании должны присутствовать пациенты с различным уровнем давления (табл. 1) [1, 2].

Таблица 1.

Распределение числа измерений (n) по диапазонам давления, рекомендованным в протоколе ESH 2001

Диапазоны	САД мм рт. ст.	n	ДАД мм рт. ст.	n
Нижний	90-129	60	40-79	79
Средний	130-160	43	80-100	49
Верхний	161-180	47	101-130	22

Испытываемый монитор позволял определять АД двумя методами. По осциллометрическому методу АД было определено у всех 50 человек (150 измерений давления). По Короткову у трех больных прибор не смог определить АД в связи с низкоамплитудными, глухими тонами (9 измерений), тогда как врачи устойчиво слышали тоны и совпадение их результатов было хорошим (расхождение менее 4 мм рт. ст.). Согласно последним рекомендациям (ESH 2001) такие пациенты должны исключаться из исследования, однако в реальной практике их присутствие ухудшит результаты применения метода. Поэтому в данной работе мы приводим расхождения монитора и экспертов по акустическому методу в двух видах - с исключением случаев, когда монитор отказался измерять АД и с включением этих измерений. В табл. 2 показано расхождение между врачом-результатом и автоматическим, отдельно для осциллометрического и аускультативного метода. Данные представлены как в абсолютных значениях, так и в процентах к общему числу измерений.

Можно видеть, что число «точных» измерений с расхождением менее 5 мм рт.ст при измерении по методу Короткова значительно больше (по 126 измерений для САД и ДАД или 84%), чем при применении осциллометрического метода (только 114 измерений для САД или 76% и 120 - для ДАД или 80%). Различия между экспертами и прибором составили при измерении по методу Короткова -0,4 мм рт. ст. для САД и 0,3 мм рт. ст. для ДАД (среднеквадратичное отклонение (SD) 4,2 и 4,5 мм рт. ст. соответственно). При использовании осциллометрического метода наблюдалась более значимая разница в -1,8 мм рт.ст. для САД и 0,8 мм рт.ст. для ДАД (SD 5,0 и 5,2 мм рт. ст. соответственно). Число «неточных» измерений также было меньше при применении метода Короткова, хотя в этих случаях разница была не столь заметна. Так, измерения с расхождением более 10 мм рт.ст. встретились в 8% для САД и в 5% случаев для ДАД при использовании осциллометрии и только в 3% случаев при применении метода Короткова. Зависимость различий от уровня АД показана для осциллометрического метода на рис. 1а,б, для метода Короткова аналогичную зависимость демонстрирует рис. 1в,г.

В следующих табл. 3 и 4 показано расхождение между врачом-результатом и автоматическими измерениями в зависимости от метода для разного уровня систолического и диастолического

Таблица 2.

Разница между врачом-результатом и автоматическим измерением в зависимости от метода измерения

Разница мм рт.ст.	n (в % к общему числу измерений)					
	САД ОМ(*)	ДАД ОМ(*)	САД ТК(*)	ДАД ТК(*)	САД ТК(**)	ДАД ТК(**)
<5	114 (76)	120 (80)	126 (84)	126 (84)	126 (89)	126 (89)
<10	138 (92)	142 (95)	137 (91)	137 (91)	137 (97)	137 (97)
<15	145 (97)	147 (98)	139 (93)	137 (91)	139 (99)	137 (97)

Где, * - проценты подсчитаны по отношению ко всем измерениям или (**) к только «удавшимся» (с исключением случаев, когда монитор отказался измерять АД); САД - систолическое АД, ДАД - диастолическое АД, ОМ - измерение по осциллометрии, ТК - по тонам Короткова.

Таблица 3.

Различия между врачом-результатом и автоматическим измерением по методу осциллометрии в зависимости от диапазона АД

Диапазон АД	АД	n	Отличия (мм рт.ст.), %			Точность по BHS	Различия (мм рт.ст.)		AAMI/ANSI
			<5	<10	<15		M	SD	
Весь	САД	150	76	92	97	В, А	-1.8	5.0	+
	ДАД	150	80	95	98	А, А	0.8	5.2	+
Нижний	САД	60	65	85	95	В, А	-4.2	4.8	+
	ДАД	79	86	99	100	А, А	-0.4	4.0	+
Средний	САД	47	83	98	98	А, А	-1.3	4.7	+
	ДАД	49	71	92	98	В, А	1.4	6.2	+
Верхний	САД	43	84	98	100	А, А	1.0	4.0	+
	ДАД	22	77	86	95	В, А	3.9	5.9	+

Здесь и далее, BHS - протокол Британского общества изучения гипертонии, первая буква - оценка точности по редакции 1990 г., вторая - 1993 г, AAMI/ANSI - протокол Ассоциации содействия развитию медицинской техники и Национального института стандартов США, (+) означает соответствие стандарту точности. М - среднее значение расхождений в величинах АД, определенных прибором и экспертами по протоколу AAMI/ANSI, SD - стандартное отклонение этих расхождений.

Таблица 4.

Различия между врачом-результатом и автоматическим измерением по тонам Короткова в зависимости от диапазона АД

Диапазон АД	АД	n	Отличия (мм рт.ст.), %			Точность по BHS	Различия (мм рт.ст.)		AAMI
			<5	<10	<15		M	SD	
Весь	САД	141	89	97	99	А, А	-0.4	4.2	+
	ДАД	141	89	97	97	А, А	0.3	4.5	+
Нижний	САД	59	88	97	100	А, А	-1.0	3.9	+
	ДАД	77	96	100	100	А, А	0.4	2.7	+
Средний	САД	44	96	100	100	А, А	-0.3	3.1	+
	ДАД	45	84	91	95	А, А	-0.7	6.8	+
Верхний	САД	38	84	95	95	А, А	0.3	5.4	+
	ДАД	19	74	100	100	В, А	2.3	3.4	+

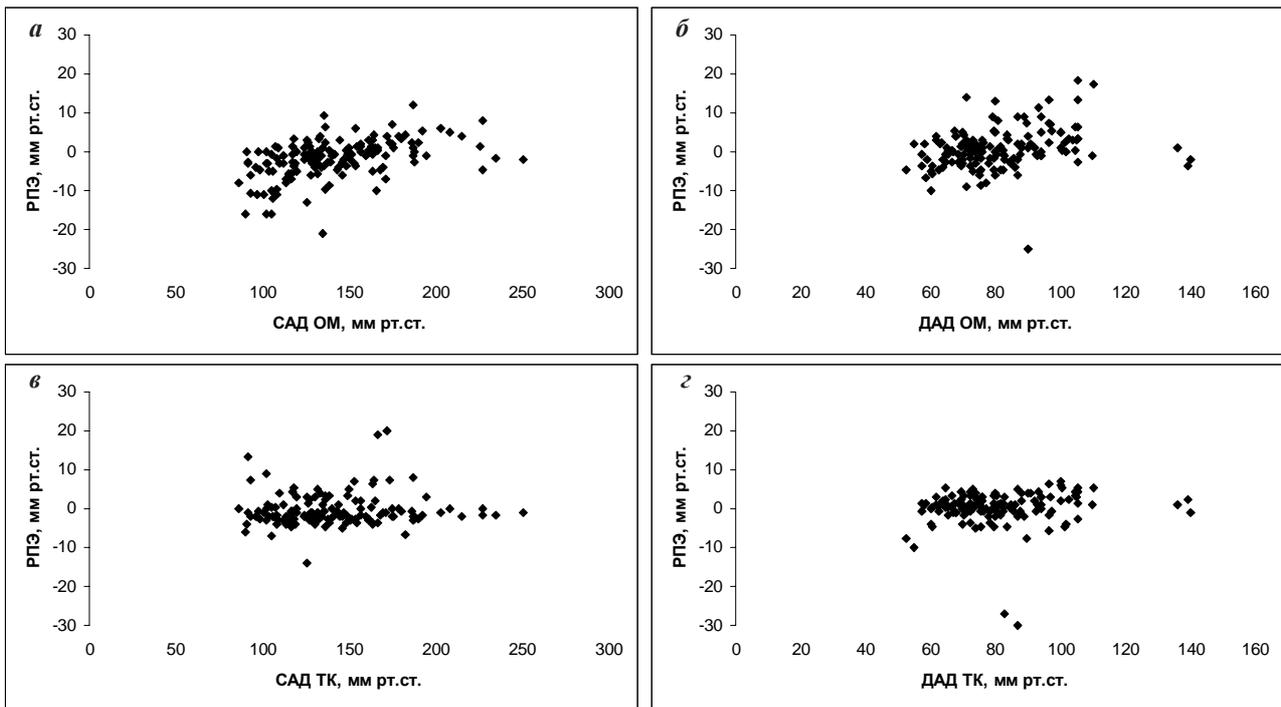


Рис. 1. Зависимость различий в результатах измерений АД между прибором и экспертом (РПЭ) в зависимости от величины систолического (САД) или диастолического (ДАД) АД и способа измерения по осциллометрии (ОМ) или тонам Короткова (ТК). Объяснения в тексте.

го давления. Оценка результатов проведена по наиболее распространенным в мировой практике протоколам BHS90, BHS93 и AAMI/ANSI. Согласно протоколу BHS прибор должен иметь класс точности А или В. По протоколу AAMI/ANSI среднее различие в величинах АД, определенных прибором и экспертами, не должно превышать 5 мм рт. ст., а стандартное отклонение - 8 мм рт. ст. [3, 4, 5].

Приведенные таблицы показывают, что как Коротковский так и осциллометрический метод измерения АД показывают не плохую точность у пациентов с разными уровнями АД. По критериям протокола BHS93 можно присвоить класс А во всех диапазонах АД. Однако при оценке по более жестким критериям протокола BHS90, как собственно и рекомендуется для одновременных измерений экспертами и монитором, осциллометрический метод в половине случаев показывает класс В, тогда

как измерение по методу Короткова почти во всех диапазонах достигает класса А.

Таким образом, измерение артериального давления по методу Короткова дает более точные результаты, чем применение осциллометрического метода. Однако примерно у 6% больных измерение АД по тонам Короткова затруднено из-за глухих низкоамплитудных тонов. У подобных больных имеют преимущества приборы с одновременным использованием обоих методов, как это сделано в исследованном мониторе для СМАД «Кардиотехника-04-АДЗ». Если такой прибор дает результаты по обоим методам, то при различиях в цифрах акустического и осциллометрического метода можно отдать предпочтение методу Короткова (высокая устойчивость к помехам, более высокая точность измерений). В случае глухих тонов, монитор будет с достаточной точностью определять АД осциллометрическим методом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рогоза А.Н. К вопросу о точности измерения АД автоматическими приборами // Функциональная диагностика, № 1, 2003.
2. O'Brien E., Waeber B. et al. Blood pressure measuring devices: recommendations of European Society of Hypertension // BMJ. 2001. V. 322. P. 531-536.
3. American national standard: electronic or automated sphygmomanometers. Arlington, VA: Association for the Advancement of Medical Instrumentation, 1993.
4. O'Brien E., Petrie J., Littler W.A. et al. The British Hypertension Society Protocol for the evaluation of blood pressure measuring devices // J. Hypertens. 1993. V. 11. Suppl. 2. S43-62.
5. O'Brien E., Pickering Th. et al. Working Group on Blood Pressure Monitoring of the European Society of Hypertension International Protocol for validation of blood pressure measuring devices in adults // Blood Press. Monit. 2002. V. 7. P. 3-17.

ТОЧНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ ПО ТОНАМ КОРОТКОВА В СРАВНЕНИИ С ОСЦИЛЛОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

С.Ю.Иванов, Н.И.Лившиц

С целью сравнения точности измерения артериального давления (АД) аускультативным и осциллометрическим методом в мониторе для суточного мониторирования (СМ) АД (СМАД) с применением общепризнанных

протоколов тестирования обследованы 50 больных. В исследование включались больные с гипотензией, с нормальным уровнем давления и больные с мягкой - умеренной артериальной гипертензией. Распределение по полу: 17 мужчин, 33 женщины. Средний возраст $60,6 \pm 13,3$ лет (от 21 до 80 лет). У всех пациентов во время измерения АД регистрировался синусовый ритм. Для исследования применялся суточный монитор «Кардиотехника-04-АДЗ» (ЗАО «ИНКАРТ», Россия). Манжета для измерения АД подбиралась с учетом периметра плеча.

Измерения давления проводились в положении сидя, прибор автоматически нагнетал воздух в манжету и обеспечивал равномерное стравливание воздуха со скоростью 4-5 мм рт. ст. / сек. Одновременно с автоматическим измерением давления монитором, два эксперта с помощью двоянного фонендоскопа «слепым» методом определяли АД по 1-ой и 5-ой фазам тонов Короткова, ориентируясь на цифры давления в манжете, индицируемые на экране прибора. Цикл состоял из трех последовательных измерений с интервалом около одной минуты.

Среднее давление у включенных в исследование пациентов составило для САД $141,6 \pm 32,97$ мм рт. ст. (диапазон 86-251 мм рт. ст.) и для ДАД $81,1 \pm 15,96$ мм рт. ст. (диапазон 52-140 мм рт. ст.). По осциллометрическому методу АД было определено у всех 50 человек (150 измерений давления). По Короткову у трех больных прибор не смог определить АД в связи с низкоамплитудными, глухими тонами (9 измерений), тогда как врачи устойчиво слышали тоны и совпадение их результатов было хорошим (расхождение менее 4 мм рт. ст.). Число «точных» измерений с расхождением менее 5 мм рт. ст. при измерении по методу Короткова было значительно больше (по 126 измерений для САД и ДАД или 84%), чем при применении осциллометрического метода (только 114 измерений для САД или 76% и 120 - для ДАД или 80%). Различия между экспертами и прибором составили при измерении по методу Короткова -0,4 мм рт. ст. для САД и 0,3 мм рт. ст. для ДАД (среднеквадратичное отклонение (SD) 4,2 и 4,5 мм рт. ст. соответственно). При использовании осциллометрического метода наблюдалась более значимая разница в -1,8 мм рт.ст. для САД и 0,8 мм рт.ст. для ДАД (SD 5,0 и 5,2 мм рт. ст. соответственно).

Таким образом, измерение артериального давления по методу Короткова дает более точные результаты, чем применение осциллометрического метода. Однако примерно у 6% больных измерение АД по тонам Короткова затруднено из-за глухих низкоамплитудных тонов. У подобных больных имеют преимущества приборы с одновременным использованием обоих методов.

ACCURACY OF BLOOD PRESSURE MEASUREMENT BY KOROTKOFF SOUNDS AS COMPARED WITH OSCILLOMETRIC TECHNIQUE

S. Yu. Ivanov, N.I. Livshits

Fifty patients were examined to compare accuracies of blood pressure measurements by auscultative and oscillometric techniques using a device for 24-hour blood pressure monitoring and commonly accepted testing protocols. The patients with hypotension, normotensive subjects, as well as mild-to-moderate hypertensive patients were included into the study. The study group included 33 women and 17 men aged 21-80 years (mean age 60.6 ± 13.3 years). All patients had the sinus rhythm in the course of blood pressure measurement. The device "Kardiotekhnika-400ADZ" (Inkart Inc., Russia) was used for 24-hour monitoring. The cuff for blood pressure measurement was chosen taking into consideration the arm diameter.

The blood pressure measurement was performed in sitting position; the device automatically pumped air into the cuff and provided an uniform air removal with a velocity of 4-5 mm/s. Simultaneously with automated blood pressure measurement, two experts using duplex stethoscope measured the blood pressure by the first and fifth phases of Korotkoff sounds directing their attention toward the cuff pressure appeared on the device screen. The measurement cycle consisted of three consecutive measurements with about 1-minute intervals.

The mean systolic blood pressure in examined patients was 141.6 ± 32.97 mm Hg (81-225 mm Hg) and mean diastolic blood pressure, 81.1 ± 15.96 mm Hg (52-140 mm Hg). The blood pressure was measured oscillometrically in all 50 patients (150 measurements). In three patients, the blood pressure could not be measured automatically by Korotkoff sounds due to low-amplitude muffled sounds (9 measurements) whereas the experts heard the steady sounds with a good coincidence of results (discrepancy was less than 4 mm Hg). The number of "accurate" measurements with discrepancies less than 5 mm Hg when Korotkoff method used was significantly higher (126 measurements for both systolic and diastolic blood pressure, or 84%) than with oscillometric technique (only 114 measurements for systolic blood pressure, 76%, and 120 ones for diastolic blood pressure, 80%). Difference between the manual (expert) and automated measurements using Korotkoff sounds was -0.4 mm Hg for systolic and 0.3 mm Hg for diastolic blood pressure (standard deviations 4.2 mm Hg and 4.5 mm Hg, respectively). In using the oscillometric technique, the difference was more pronounced: -1.8 mm Hg for systolic and 0.8 mm Hg for diastolic blood pressure (standard deviations 5.0 mm Hg and 5.2 mm Hg, respectively).

Thus, the blood pressure measured by Korotkoff sounds provides more precise data than oscillometric technique. However, in approximately 6% of patients, the measurement by Korotkoff sounds is embarrassed because of muffled low-amplitude sounds. In such patients, advantageous are the devices with simultaneous use of both techniques.