

Г.Г. Ефремушкин, ... Терминологические аспекты оценки АД...

Терминологические аспекты оценки артериального давления

Г.Г. Ефремушкин

Алтайский государственный медицинский университет. Барнаул, Россия

Terminological aspects of blood pressure measurement

G.G. Efremushkin

Altay State Medical University. Barnaul, Russia

Цель. Изучить соответствие терминов, характеризующих показатели артериального давления (АД) при измерении его методом Н.С. Короткова.

Материал и методы. Обследованы 29 человек (9 здоровых, 5 — с заболеваниями желудочно-кишечного тракта, 15 — с артериальной гипертензией и ишемической болезнью сердца) в возрасте 22-85 лет (средний возраст $63,3 \pm 2,8$). Исследовали плечевую артерию (ПА), применяя аппарат Рива-Роччи по методу Н.С. Короткова и дуплексное сканирование артерии. Определяли максимальную (max) и минимальную (min) скорости кровотока (V см/с), диаметр просвета сосуда, площадь живого сечения, объемный расход крови (Q см³/с) и удельную кинетическую энергию, скоростной напор (h_v).

Результаты. V , Q в систолу больше, чем в диастолу в 7 раз, h_v — в 47 раз. Q и h_v кровотока в ПА в диастолу меньше венозного в 3 и 5 раз, соответственно, и значит АД в диастолу не превышает 8-10 мм рт.ст., а диастолическое АД (ДАД) не находится рядом с цифрами последнего тона Короткова. Первый и последний тоны Короткова формируются в систолу за счет гемодинамического удара различной интенсивности, истинное систолическое АД (САД) на шкале манометра находится ниже АД_{min} на 15-20 мм рт.ст.

Заключение. Все значения АД по методу Н.С. Короткова отражают различную интенсивность гемодинамического удара в систолу, а последний тон выше САД на 15-20 мм рт.ст. ДАД этим методом измерить нельзя, следовательно, не может существовать и такое понятие, как «пульсовое» АД.

Ключевые слова: артериальное давление систолическое и диастолическое, метод измерения артериального давления Н.С. Короткова, гемодинамический удар, объемный расход крови, удельная кинетическая энергия кровотока.

Aim. To assess the consistency of blood pressure (BP) measurement terminology for Korotkoff method.

Material and methods. In total, 29 individuals, aged 22-85 years (mean age $63,3 \pm 2,8$ years) were examined (9 healthy persons, 5 gastro-intestinal patients, 15 patients with arterial hypertension and coronary heart disease. Brachial artery (BA) was examined by Korotkoff method, using Riva-Rocci manometer, as well as by duplex scanning. Maximal (max) and minimal (min) blood flow velocity (V cm/s), vessel diameter, "live" cross-sectional area, volume blood output (Q cm³/s), and relative kinetic energy, or velocity intensity (h_v) were measured.

Results. V and Q were 7 times greater for systole than diastole, for h_v the difference was 47-fold. For BA, diastolic Q and blood flow h_v were 3 and 5 times, respectively, lower than venous ones. Therefore, BP in diastole was no higher than 8-10 mm Hg, and diastolic BP (DBP) was inconsistent with last Korotkoff tone values. First and last Korotkoff tones are formed in systole, due to varying intensity of hemodynamic blow, true systolic BP (SBP) is lower than BP min by 15-20 mm Hg on manometer scale.

Conclusion. All Korotkoff BP parameters reflect varying intensity of systolic blood blow, and the last tone value is greater than SBP level by 15-20 mm Hg. DBP could not be measured by this method; consequently, "pulse BP" term is incorrect.

Key words: Systolic and diastolic blood pressure, Korotkoff method, hemodynamic blow, volume blood output, relative kinetic blood flow energy.

Приглашение к дискуссии

Более ста лет прошло со времени открытия петербургским хирургом Н.С. Коротковым метода измерения артериального кровяного давления (АД). Медицинские работники во всем мире, измеряя АД, надевая на руку больного надувную манжету и выслушивая фонендоскопом шумовые эффекты кровотока в плечевой артерии (ПА), знают, что они слушают «тоны Короткова». Открытие Н.С. Коротковым шумовых феноменов при пережатии ПА позволило количественно определять основные параметры АД: систолическое (САД) в начале сдувания манжеты тонометра и выслушивания первых тонов на ПА (Systolischer Druck) и диастолическое (ДАД) в конце сдувания манжеты и исчезновения последних тонов на ПА (Diastolischer Druck) [1]. К концу прошлого столетия Всемирная организация здравоохранения Ad honoris предложила называть аускультативный метод измерения АД «русским методом» [2]. С его широким внедрением стали общедоступными динамические наблюдения за колебаниями АД. Сейчас еще трудно оценить масштабы изменений клинического мышления, которые последовали за всемирным признанием этого метода [3]. Было сформулировано понятие артериальной гипертензии (АГ), определены факторы риска, намечены пути профилактики, созданы антигипертензивные препараты, проведены обширные кооперативные исследования с участием десятков и сотен тысяч пациентов во многих центрах.

Несмотря на широкое распространение метода измерения АД по Н.С. Короткову и устоявшуюся терминологию, характеризующую состояние кровотока в ПА, при ближайшем рассмотрении можно заметить, что некоторые термины, введенные автором метода, и общепринятые в настоящее время, не совсем точно отражают суть регистрируемых показателей.

Целью исследования было изучение соответствия терминов, характеризующих показатели АД при измерении его методом Н.С. Короткова.

Материал и методы

Обследованы 29 человек в возрасте 22-85 лет (средний возраст $63,3 \pm 2,8$), из них 9 — здоровые, 5 — с заболеваниями желудочно-кишечного тракта и 15 — с АГ и ишемической болезнью сердца. Исследовали ПА, используя аппарат Рива-Роччи по методу Н.С. Короткова для измерения АД и дуплексное сканирование (ДС) артерии на аппарате Vivid-7 (Япония), оснащенном линейным датчиком с физированной решеткой с частотой 7,0 МГц (разрешающая способность 0,01 мм). ДС ПА проводили дистальнее манжеты сначала без нагнетания в нее воздуха, а затем последовательно при максимальном (АД max), среднем (АД сред.), минимальном (АД min) АД и после полного сдутия манжеты до «0» на манометре. Определяли: максимальную скорость кровотока (V_{max} см/с), минимальную скорость кровотока (V_{min} см/с), толщину интима-медиа (ТИМ), диаметр просвета ПА (ДА). Проводили также ДС плечевой вены с определением ее диаметра просвета, толщины стенки и V см/с.

Хотя гидравлические (физические) закономерности отражают не полностью гемодинамические характеристики, тем не менее, посчитали возможным использовать их для определения общих закономерностей движения крови, присущих и другим жидкостям, несмотря на некоторые отличия по вязкости, текучести, кинетической энергетике. Определялись следующие показатели [4]:

$$S = \frac{\pi d^2}{4} = 0,785 d^2,$$

где S — площадь живого сечения сосуда,

d — диаметр просвета сосуда,

π — 3,14;

$$hv = \frac{\alpha V^2}{2g} \text{ см}^2/\text{с}^2,$$

где hv — удельная кинетическая энергия, выраженная через скорость потока в данном сочетании (скоростной напор),

g — ускорение силы тяжести ($9,81 \text{ м/с}^2$),

α — коэффициент Кориолиса;

$$Q = SV \text{ см}^3/\text{с},$$

где Q — объемный расход,

S — площадь живого сечения,

V — средняя скорость потока.

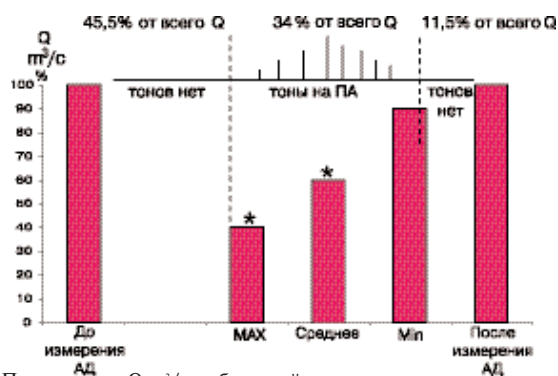
Статистическая обработка результатов выполнена с помощью пакета программ Microsoft Excel 2000. Статистически значимыми считали различия между показателями при уровне $p < 0,05$ [5].

Результаты и обсуждение

Под термином АД подразумевается боковое давление крови на стенку исследуемой артерии. Об этом судят по показателям шкал ртутного столбика тонометра или манометра. Фактически определяется давление нагнетаемого воздуха в манжете на плечо, при котором прекращается выслушивание тонов на ПА. При этом через сдавливаемый участок ПА кровоток может прекратиться или значительно уменьшиться. Для движения крови в артерии характерны пульсация скорости и давления, что обуславливает турбулентный режим движения с поперечным перемешиванием слоев [4].

ДС ПА показало, что после исчезновения тонов увеличение давления в манжете на 10-20 мм рт.ст. не приводит к полному прекращению кровотока. «Просачивание» крови через сдавленную ПА происходит и при большем давлении в манжете. Иногда для полного прекращения кровотока давление в манжете приходилось доводить до 250-300 мм рт.ст. При сдувании манжеты и появлении первых тонов на ПА в систолу V кровотока ниже манжеты составляла 27%, а Q протекающей крови — 45,5% (27-57%) от исходных значений без манжеты (рисунок 1). При АД_{сред.} V_{max} и Q составили 63,6% и 65,4% от исходных значений, соответственно, а при АД_{min} — по 88,5% в обоих случаях.

Из вышеизложенного следует, что при сдувании манжеты тоны начинают выслушиваться не при попадании первых порций крови в ПА, а когда Q протекающей крови составляет уже 30%-60% от



Примечание: Q ml/s – объемный расход крови в данном сечении; Max – максимальное САД; Min – минимальное САД; * – $p < 0,05$ по сравнению со значением до измерения АД.

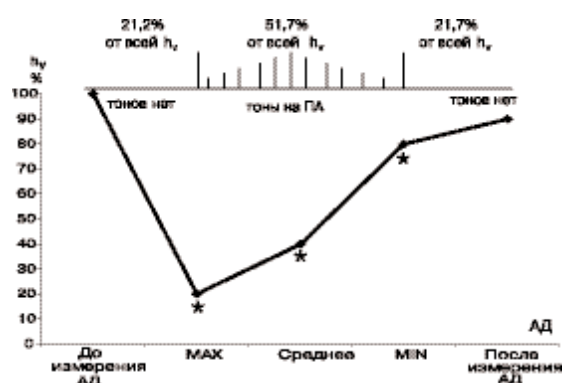
Рис. 1 Объемный расход крови в ПА в систолу при измерении АД по Н.С.Короткову.

исходного. При попадании тока крови из суженного участка ПА в нормальный более широкий его V резко снижается, уменьшается и h_v (рисунок 2). После полного пережатия ПА тоны выслушиваются только выше наложенной манжеты. Это закономерно, т.к. в месте сдавления ПА формируется гемодинамический удар. В начале раскрытия ПА «просачивается» малое количество крови, которое в более широкой части сосуда резко теряет скорость и скоростной напор, образовавшийся в результате гемодинамического удара тон рассеивается и становится недоступен прослушиванию фонендоскопом. Первые тоны проводятся и становятся доступными для выслушивания, когда Q составляет почти 50%, а V_{max} достигает трети от исходного. В конце выслушивания тонов ослабление и исчезновение их не совпадает со значениями V_{max} и Q_{max} , зарегистрированными без манжеты, а происходит это при 88,5% их значения от исходного (рисунок 1).

Таким образом, при прослушивании тонов ниже манжеты во время систолы контролируется только 43% объемного кровотока, в то время как 57% его остается в «тени» – 45,5% до первого тона и 11,5% после последнего.

Во время диастолы V_{min} (без компрессии манжетой) была $0,038 \pm 0,0014$ см/с, Q_{min} – $0,0055 \pm 0,001$ см³/с, что составило 14,6% от их значений в систолу. В процессе сдувания манжеты V_{min} при АД_{max} была на 37% меньше, при АД_{сред.} – на 21% и АД_{min} – на 16% по сравнению с таковой без наложения манжеты; Q_{min} был меньше на 37%, 21% и 15,8% соответственно. Значит во время диастолы при измерении АД с применением манжеты характер изменений V_{min} и Q_{min} такой же, как во время систолы.

Можно ли на основании вышеизложенного говорить о том, что методом Н.С. Короткова измеряются колебания давления крови в ПА между его значениями в систолу и диастолу? По-видимому, нет, т.к. при прослушивании тонов контролируется



Примечание: h_v – удельная кинетическая энергия (m^2/c^2); * – $p < 0,05$ по сравнению со значением до измерения АД.

Рис. 2 Удельная кинетическая энергия потока крови в ПА в систолу в процессе измерения АД по Н.С.Короткову.

только ~ 50% всего объема протекающей через данное сечение сосуда крови.

Следующим шагом логично будет рассмотреть такие общепринятые в мировой кардиологической и медицинской практике понятия как САД и ДАД. При этом следует сразу оговориться, что тоны при измерении АД возникают только во время систолы. Следовательно, все выслушиваемые тоны на ПА, в т.ч. и последний, являются результатом прохождения пульсовой волны (ПВ) во время систолы. Можно ли полагать, что АД, регистрируемое по последнему тону, является очень близким к ДАД? Во время диастолы, при истинном ДАД, объемный кровоток в 7, а h_v кровотока в 47 раз меньше по сравнению с минимальным систолическим и говорить о том, что ДАД находится близко к цифрам АД, соответствующим последнему тону, по-видимому, не совсем корректно. Значит ДАД методом Н.С. Короткова измерить нельзя даже приблизительно.

Прежде чем рассмотреть вопрос о САД необходимо проанализировать механизм образования тонов в ПА. Движение крови в сосудах характеризуется пульсациями скорости и давления, что обуславливает турбулентный режим, сопровождающийся при движении крови нарушением слоистости и перемешиванием. Преодоление сопротивления движению крови между сечениями потока сопровождается потерей удельной механической энергии с переходом ее в тепловую, которая состоит из потери энергии (напора) на трение по длине и местных потерь энергии (напора). Скоростной напор – это h_v , выраженная через среднюю скорость потока в данном сечении, т.е. это энергия, отнесенная к единице массы (таблица 1).

При измерении АД ПА сдавливается в той или иной степени, но чаще всего до полного закрытия просвета артерии дело не доходит. Сдавление ПА манжетой изменяет ее конфигурацию и режим кровотока – внезапно и резко меняется движение крови, связанное с быстрым закрытием просвета сосуда (полным или частичным). В систолу при увели-

Таблица 1

Сравнительное значение показателей гемодинамики в ПА в зависимости от фазы сердечного цикла

Фазы сердечного цикла		V м/с	Q м³/с	h _v м²/с²	
Без наложения манжеты	Систола	0,26±0,01	0,0377±0,003	0,00345±0,000016	
	Диастола	0,038±0,0014	0,0055±0,001	0,000073±0,000002	
	Различие между показателями в фазах	в 6,8 раза	в 6,8 раза	в 47,3 раза	
С измерением АД	max	Систола	0,12±0,07	0,0174±0,006	0,00073±0,00005
		Диастола	0,024±0,0013	0,00348±0,0002	0,000029±0,000002
		Различие между показателями в фазах	в 5 раз	в 5 раз	в 25 раз
	средн	Систола	0,17±0,008	0,02466±0,001	0,00147±0,00007
		Диастола	0,03±0,0013	0,00435±0,0012	0,000046±0,000002
		Различие между показателями в фазах	в 5,7 раза	в 5,7 раза	в 32 раза
	min	Систола	0,23±0,013	0,0334±0,012	0,0027±0,00015
		Диастола	0,032±0,0013	0,00464±0,0012	0,000052±0,000002
		Различие между показателями в фазах	в 7,2 раза	в 7,2 раза	в 52 раза

Примечание: V м/с — скорость кровотока; h_v м²/с² — удельная кинетическая энергия; Q м³/с — объемный кровоток.

чении скорости движения крови и возникновении ПВ давление перед препятствием резко увеличивается, что известно в гидравлике как положительный гидравлический удар [4]. В рассматриваемом случае это будет положительный гемодинамический удар. Последний может быть полным, когда происходит полная остановка движения, или неполным, когда начальная скорость движения крови изменяется до некоторого значения. Последний вариант присутствует при измерении АД по методу Н.С. Короткова. Необходимо также отметить, что гемодинамический удар бывает «прямым», когда происходит достаточно быстрое перекрытие кровотока, т.е. время сужения сосуда манжетой меньше времени фазы, или «непрямым», когда торможение тока крови происходит при менее быстром перекрытии ПА манжетой. Время фазы — это время, в течение которого отраженная волна достигает *bulbus aortae* и, отразившись от аортального клапана, снова пойдет к препятствию.

При прямом гемодинамическом ударе повышение давления крови выше манжеты может достигать значительной величины. Это подтвердилось и в наблюдениях, когда под контролем ДС при прекращении тока крови в ПА в условиях полного положительного гемодинамического удара давление крови над манжетой достигало 250–300 мм рт.ст., тогда как при рутинном измерении АД_{max} было в пределах 120–140 мм рт.ст. Обычное измерение АД сопровождается непрямым гемодинамическим ударом, интенсивность которого зависит от длительности процесса нагнетания воздуха в манжету и от местной рефлекторной реакции сосуда в ответ на сдавление его и окружающих тканей. По-видимому, определенное участие в этом процессе могут принимать и другие артерии плеча: *profunda brachii*, *collateralis ulnaris* верхняя, нижняя и многочисленные *rami muscularis*. Не поступившая в них кровь при компрессии плеча может дополнительно объемно и энергетически влиять на показатели АД до манжеты и после нее. Необходимо иметь в виду, что поступ-

ление крови из сдавленной манжетой ПА в ее сегмент с нормальным диаметром сопровождается потерей h_v. Согласно наблюдениям, при появлении первых тонов ниже манжеты величина h_v составила 21,2% от исходной (без манжеты) величины (рисунок 2). В это время h_v в диастолу составлял 4% от исходного и систолического (при АД_{max}). При АД_{сред} h_v в систолу была 42,6% от исходной, в диастолу — 63% от исходной и 3,1% от значения в систолу. В фазу последних тонов h_v в систолу составила 78,3%, в диастолу — 71,2% от исходных и 1,9% от его значения в систолу. Из этого следует, что при исчезновении тонов на ПА на пути кровотока остается еще некоторое сужение, после преодоления которого в более широкой части сосуда недосчитывается 21,7% h_v, затраченной на этот процесс. Одновременно нужно отметить, что оставшееся сужение сосуда уже недостаточно для формирования «вихревой» зоны, или она незначительна и при поступлении в более широкую часть ПА «размывается», не создавая аускультативного тона. «Размывание» слабых вихревых зон можно проследить при выслушивании тонов над *a. radialis* (запястье), где прослушиваются тоны только средней части тонального спектра, а слабые тоны верхней и нижней частей шкалы теряются с уменьшением h_v по длине сосуда.

Исходя из значений Q и h_v в зоне последнего тона, САД должно быть на 20–25 мм рт.ст. меньше регистрируемого общепринятым способом. Это подтвердили настоящие исследования, в результате которых было установлено, что при АД меньше минимального значения на 20 мм рт.ст. показатели кровотока — V, Q и h_v только приблизились к таковым до измерения АД.

При измерении АД h_v объема протекающей через сечение крови в диастолу при АД_{max} (первый тон) в 25 раз меньше, чем в систолу, при АД_{сред}. — в 32 раза, при АД_{min} — в 52 раза (таблица 1). h_v кровотока в диастолу, хотя и увеличивается при снижении давления в манжете и по темпам прироста сравнима с таковой в фазу систолы, но значительно ус-

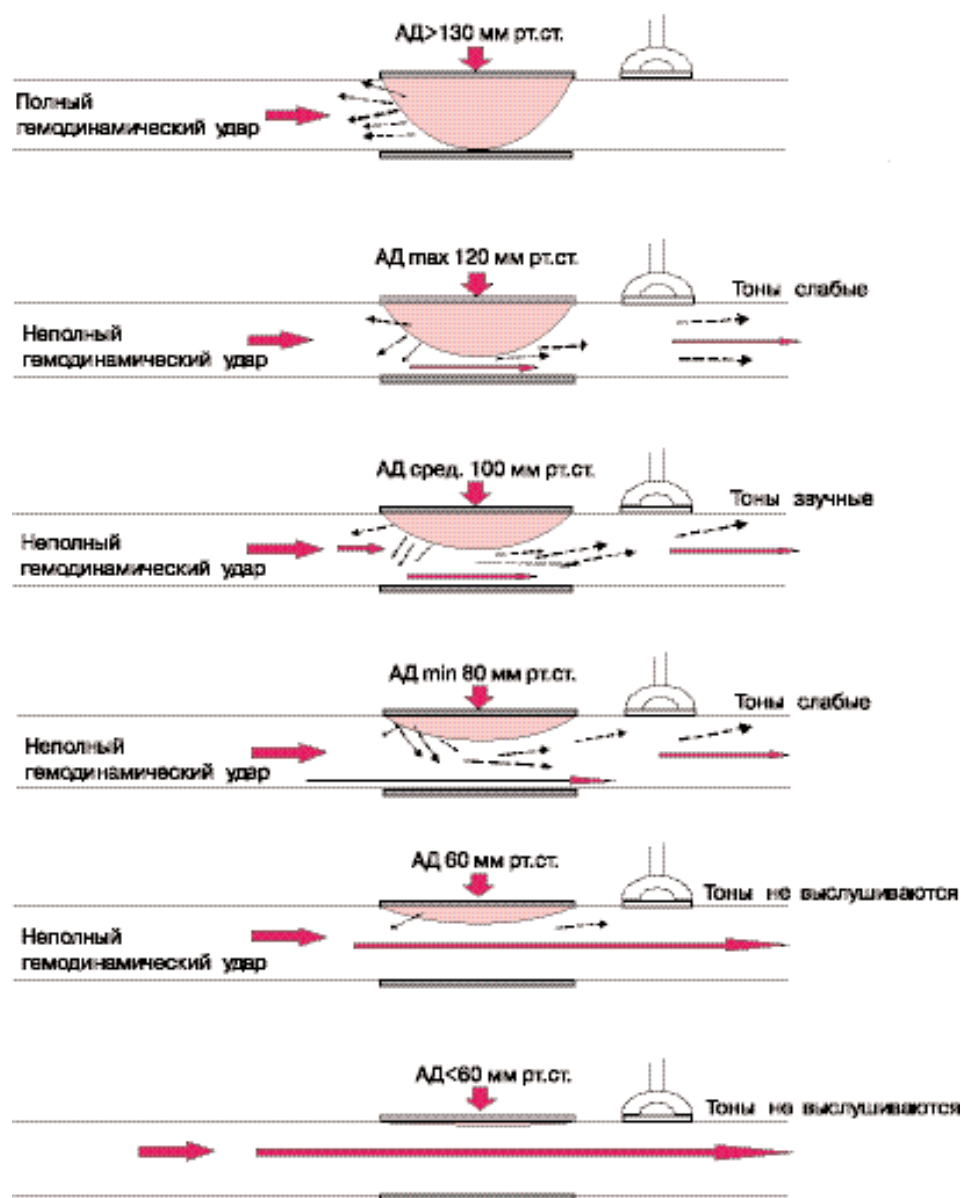


Рис. 3 Модель неполного гемодинамического удара и формирование тонов при измерении АД методом Н.С. Короткова.

тупает ей в количественном отношении. Все это свидетельствует о том, что ДАД значительно меньше, чем САД, связанное с последним тоном. Это подтвердило ДС плечевой вены. Установлено, что V и h_v венозного кровотока на 30% и 53% соответственно, меньше, чем V_{max} в систолу в ПА. В то же время известно, что давление в плечевой вене составляет 60–100 мм водного столба или не выше 10 мм рт.ст. Отсюда можно сделать вывод: величина ДАД располагается не рядом с АД последнего тона Н.С. Короткова, а имеет значение < 10 мм рт.ст. Это еще раз подтверждает, что методом Н.С. Короткова измеряется, да и то несколько завышенное, САД.

Зарегистрированная в исследовании V_{min} кровотока, скорее всего, характерна для конечной части диастолы, а в начальной ее части V кровотока, по-видимому, должна быть больше, т.к. объем его поддерживается дополнительной порцией крови, поступающей в начале диастолы из «демифирующей»

части аорты (в основном до *istmus aortae*, расположенного на уровне 4-го грудного позвонка). Это можно наблюдать при ДС ПА, когда после осцилляций ПВ, связанной с систолой левого желудочка (ЛЖ), возникают малые осцилляции, связанные с ускорением кровотока за счет «выдавливания» крови из растянутой части аорты и ее крупных ветвей. В этом случае имеет место модель замкнутого трубопровода с насосной (ЛЖ) подачей и обратным клапаном (аортальным), который обязательно должен обладать так называемым расширительным или компенсационным резервуаром для предотвращения возможности возникновения кавитации [4]. В связи с этим, можно ли характеризовать ток крови из растянутого во время систолы сегмента аорты как «отраженную» волну? В энциклопедическом словаре [6] отражение волн определяется как «... частичное или полное возвращение волн, достигающих границы раздела двух сред

Приглашение к дискуссии

(препятствия), в ту среду, их которой они подходят к этой границе». В изучаемом случае кровь из ЛЖ с полученной от него кинетической энергией оказывает давление на стенки, растягивая их преимущественно в пределах до *istmus aortae* и одновременно за счет *h_v* продвигается далее по аорте и сосудам. По окончании систолы за счет эластических свойств аорта восстанавливает прежний объем, выталкивая кровь как по направлению к аортальному клапану, так и по ходу кровотока, что хорошо видно по дополнительным осцилляциям при ДС ПА. Значит, в этом случае, в основном, работает механизм не «отраженной» волны, а активного сокращения аорты для поддержания объема кровотока в диастолу, как в сторону периферии, так и коронарных сосудов.

Учитывая приведенные данные, нельзя говорить вообще о САД, т.к. при его измерении с помощью манжеты создаются условия для «непрямого» и «неполного» гемодинамического удара, который формируется за счет приходящей ПВ. Сила гемодинамического удара зависит от величины давления в манжете и степени сдавливания ПА, а также от потенциала кинетической энергии ПВ; возможно, некоторое влияние может оказывать и длительность формирования препятствия току крови.

Приведенные данные позволяют утверждать, что все аускультативно определяемые тоны на ПА ниже манжеты характеризуют кровоток исключительно в фазу систолы, в диастолу тоны не возникают, для этого нет физических предпосылок — низкие значения *Q*, *V* и *h_v*. В связи с этим, можно говорить только о «максимальном» и «минимальном» САД. Снижает ли такое понимание регистрируемых цифр АД их значение в клинике, в оценке физиологии и патофизиологии гемодинамики и, в частности, роли сердца и сосудов? Ни в коей мере. Наоборот, новое представление о значениях цифр АД позволит более корректно интерпретировать особенности гемодинамики в норме и патологии.

В кардиологии существует понятие «пульсовое» АД (ПАД), которое определяется как разность между значениями САД и ДАД. Но из вышеизложенного ясно, что этот термин использовать нельзя, т.к. никакого отношения к перепаду кровяного давле-

ния между систолой и диастолой не имеет. Разность между максимальным и минимальным САД характеризует только степень снижения силы гемодинамического удара, увеличение *Q* крови в единицу времени и состояние сосудистой стенки по мере снижения давления в манжете и восстановления кровотока в ПА.

Что же измеряется методом Н.С. Короткова? Каково истинное САД в ПА без сдавливания ее манжетой тонометра? В начале появления тонов косвенно получаем характеристику интенсивности пульсового гемодинамического удара. С последним тоном связаны цифры АД близкие к САД в ПА, функционирующей в режиме без сдавливания ее манжетой (рисунок 3). Иными словами, истинное САД находится не в начале сдувания манжеты, а в конце и даже ниже цифр, связанных с последним тоном. Истинное ДАД, исходя из значений объемного кровотока и его скорости, меньше венозного и составляет не более 5-10 мм рт.ст.

Таким образом, в начале измерения АД тонометром определяется пульсовой гемодинамический удар, а в конце — близкое к САД, но завышенное на 15-20 мм рт.ст. АД. Первая величина характеризует в большей степени *Q* крови во времени и *V* кровотока, вторая — состояние сосудистой стенки, ее напряжение, жесткость. ДАД тонометром даже приблизительно измерить невозможно.

Заключение

Термины ДАД и ПАД не соответствуют регистрируемым показателям при измерении АД по Н.С. Короткову. Как следствие, создается ложное представление о процессах, происходящих при этом в ПА. По-видимому, правильнее было бы заменить их терминами: АД максимального гемодинамического удара или САД максимальное (САД_{max}) и САД минимальное ($\approx$ истинное) (САД_{min}) — близкое к истинному САД. Новые представления о сути получаемых данных в результате измерения АД по Н.С. Короткову позволят уточнить и более правильно оценить состояние гемодинамики у здоровых и различных категорий больных, составить представление о механизмах ее нарушения и путях рациональной коррекции.

Литература

1. Евзерикина А.В. 130 лет со дня рождения Н.С. Короткова. Навстречу 100-летию юбилею создания метода измерения артериального давления. Ж Серд недостат 2004; 5(4): 150-1.
2. Гогин Е.Е. Артериальные гипертонии: патогенетические механизмы и клиническая практика. Кардиоваск тер профил 2003; 2(4): 5-7.
3. Сидоренко Г.И. Некоторые нерешенные вопросы оценки артериального давления. Кардиология 2003; 3: 90-2.
4. Справочное пособие по гидравлике, гидромашинам и гидроприводам. Под ред. Некрасова Б.Б. Минск «Высшая школа» 1985; 382 с.
5. Гланц С. Медико-биологическая статистика. Москва «Практика» 1999; 459 с.
6. Большой энциклопедический словарь. Издательство «Большая Российская энциклопедия». Москва 1996.

Поступила 01/10-2007