

ISSN 1607-419X
ISSN 2411-8524 (Online)
УДК 616.12-008.331.1(091)

История измерения артериального давления: от Хейлса до наших дней

В. А. Цырлин, М. Г. Плисс, Н. В. Кузьменко

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Северо-Западный федеральный медицинский
исследовательский центр имени В. А. Алмазова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации,
Санкт-Петербург, Россия
Государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Первый Санкт-Петербургский государственный
медицинский университет имени академика
И. П. Павлова» Министерства здравоохранения
Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия

Контактная информация:

Цырлин Виталий Александрович,
ФГБУ «СЗФМИЦ им. В. А. Алмазова»
Минздрава России, ул. Аккуратова,
д. 2, Санкт-Петербург, Россия, 197341.
E-mail: tsyrlin@almazovcentre.ru

*Статья поступила в редакцию
13.04.16 и принята к печати 28.04.16.*

Резюме

В статье анализируются литературные данные об истории измерения артериального давления (АД) инвазивным и неинвазивным методами и возникновении представлений об артериальной гипертензии как самостоятельном заболевании. Приводятся общие сведения о величинах АД в разных отделах артериального сосудистого русла.

Ключевые слова: артериальное давление, инвазивные и неинвазивные методы регистрации, артериальная гипертензия

Для цитирования: Цырлин В. А., Плисс М. Г., Кузьменко Н. В. История измерения артериального давления: от Хейлса до наших дней. Артериальная гипертензия. 2016;22(2):144–152. doi: 10.18705/1607-419X-2016-22-2-144-152.

The history of blood pressure measurement: from Hales to our days

V. A. Tsyrlin, M. G. Pliss, N. V. Kuzmenko

V. A. Almazov Federal North-West Medical Research Centre,
St Petersburg, Russia
First Pavlov State Medical University of St. Petersburg,
St Petersburg, Russia

Corresponding author:

Vitaly A. Tsyrlin,
V.A. Almazov Federal North-West
Medical Research Centre, 2 Akkuratov
street, St Petersburg, 197341 Russia.
E-mail: tsyrlin@almazovcentre.ru

Received 13 April 2016;
accepted 28 April 2016.

Abstract

This article reviews the history of blood pressure (BP) measurement by invasive and noninvasive methods. It also discusses the idea of considering arterial hypertension as independent disease. The common information for arterial BP levels in different division of vascular bed is described.

Key words: arterial blood pressure, invasive and noninvasive methods of registration, arterial hypertension

For citation: Tsyrlin VA, Pliss MG, Kuzmenko NV. The history of blood pressure measurement: from Hales to our days. *Arterial'naya Gipertenziya = Arterial Hypertension*. 2016;22(2):144–152. doi: 10.18705/1607-419X-2016-22-2-144-152.

Артериальное давление (АД) как физиологическая константа определяется периферическим сопротивлением кровотоку и минутным объемом кровообращения. Если абстрагироваться от реологических свойств крови, то периферическое сопротивление кровотоку — это совокупность регионарных вазоконстрикторных рефлексов с тканевых рецепторов и местных вазодилаторных гуморальных механизмов, определяемых интенсивностью тканевого обмена. От потребности организма в кислороде (в конечном счете — от интенсивности тканевого обмена) зависит и минутный объем кровообращения. Следовательно, «нормальная величина АД» — функция интенсивности обмена веществ всего организма.

АД — достаточно динамичная константа, которая не поддерживается на строго определенном уровне. При смене бодрствования и сна, покоя и физической работы (то есть в зависимости от общей активности организма) АД перестраивается на новый уровень. При этом необходимый каждому органу кровоток может быть обеспечен при любой

величине давления, если последнему будет соответствовать вполне определенное сопротивление артериол [1].

Об АД как показателе системы кровообращения в средние века сказал G. Harveo (1628). В своем знаменитом труде, перевод которого издан в 1948 году [2], Harveo писал: «Существует одно заблуждение, от которого необходимо предостеречь хирургов. При ампутациях, при вырезании мясистых опухолей, при ранении кровь, выходя из артерий, бьет с большой силой». Хотя понятие АД Harveo не использовал, не вызывает сомнений, что он понимал, что собой представляет эта сила.

Первое прямое измерение АД (прямая манометрия) было осуществлено в 1733 году у лошади философом и изобретателем Stephen Hales [3–5]. В левую бедренную артерию животного экспериментатор вводил латунную трубку, которая соединялась с установленной вертикально стеклянной трубкой (рис. 1). После снятия зажима с артерии высота столба крови в стеклянной трубке достигала 8–9 футов, и появлялись синхронные с сокраще-

ниями сердца колебания его уровня. Дальнейшие исследования, проведенные T. Yong, показали, что «давление крови в начале главного ствола аорты держится без снижения в ниже расположенных ветвях» [6]. T. Young изучал величины АД у собаки в разных точках сосудистой системы, вплоть до артерий диаметром 200 мкм.

Рисунок 1. Измерение S. Hales артериального давления у лошади (из Booth J., 1977)



В 1828 году французский исследователь J. L. M. Poiseuille был награжден золотой медалью Королевской академии медицины Франции за докторскую диссертацию об использовании U-образного ртутного манометра для измерения АД [7]. Для предотвращения свертывания крови автор применил раствор соды. АД начали измерять в миллиметрах ртутного столба, причем давление в 1 мм рт. ст./см² стали обозначать «торр» в честь E. Torricelli (Эванджелиста Торричелли). В абсолютной системе единиц единица давления определяется как действие единицы силы (одной дин) — на поверхность одного квадратного сантиметра. Эта единица носит название «бар». Один торр равен 1333 бар или дин/см². J. L. Poiseuille установил, что при измерении АД использованным им манометром оно у лошади составляет 159 торр, у собаки — 151 торр [8].

Разработки J. L. Poiseuille были продолжены профессором сравнительной анатомии K. Ludwig, который в 1847 году изобрел кимограф [9]. По сути, был найден графический метод регистрации физио-

логических данных. Эксперименты J. L. Poiseuille были продолжены, но методика их проведения усовершенствована — канюля, введенная в артерию животного, и ртутный манометр остались прежними, но поплавком с записывающим пером колебался вместе со столбиком ртути, и на ленте кимографа отмечались все изменения АД.

Первое измерение АД у человека было принято хирургом Faivre во время операции по удалению бедра в 1856 году. Автор соединил артерию с ртутным манометром и осуществил прямую регистрацию давления. Он обнаружил, что кровяное давление (среднее) в бедренной артерии составляет 120 мм рт. ст. (или 120 торр) и в брахиальной артерии — между 115 и 120 мм рт. ст.

Прямой метод измерения АД не претерпел существенных модификаций до настоящего времени. Иглу или канюлю, соединенную трубкой с манометрами различной модификации (ртутным, тензометрическим, индукционным, емкостным), вводят непосредственно в артерию. Основная область применения — физиология и кардиохирургия. Прямая манометрия — практически единственный метод измерения давления в полостях сердца и центральных сосудах. Венозное давление надежно измеряется также прямым методом.

В клинко-физиологических экспериментах применяется суточное инвазивное мониторирование АД. Игла, введенная в артерию, промывается гепаринизированным солевым раствором с помощью микроинфузатора, а сигнал датчика давления непрерывно регистрируется. Вместо иглы могут применяться тефлоновые или полиуретановые внутриартериальные катетеры или канюли. Изменения внутрисосудистого давления передаются через заполненную жидкостью соединительную трубку на мембрану датчика давления, где механические колебания преобразуются в электрический сигнал, который пропорционален колебаниям давления. Используют несколько типов датчиков-преобразователей — тензометрический, емкостный, индуктивный. Сигнал усиливается и фильтруется для удаления высокочастотных помех. Кривая давления отображается на дисплее монитора, на котором представлена графическая и цифровая информация. Большое значение имеют частотные характеристики мониторинговой системы, которая должна иметь частоту от 5 до 20 Гц, что позволяет обеспечить точное отображение сигнала.

Необходимость длительной регистрации АД у животных в условиях, близких к естественному поведению и без контакта с экспериментатором, развитие технических устройств поставили вопрос о целесообразности разработки в эксперименталь-

ной практике методов телеметрической регистрации биологических процессов и, в частности, АД. Эта идея появилась в 1984 году в лаборатории, возглавляемой профессором F. Halberg в Миннесотском университете. Было предложено вживлять в тело животного датчики небольшого размера, генерирующие радиосигнал и передающие его на специальный приемник. В 1985 году был разработан датчик для мониторинга температуры тела, электрокардиограммы и двигательной активности у крыс. В 1988 году появился первый датчик для мониторинга регистрации АД. Датчик давления, который чаще всего помещается в брюшную полость животного, состоит из электронного модуля, заключенного в корпус, и выходящего из него катетера. Катетер, который вводится в аорту, заполнен несжимаемой жидкостью, через которую давление передается на сенсорный элемент, расположенный в корпусе трансмиттера. Питание датчика осуществляется от гальванического элемента. Время непрерывной работы одного датчика — от 1,5 до 12 месяцев в зависимости от его модификации. Приемник сигнала, который генерируется датчиком давления, посредством кабеля соединяется с блоком сбора информации. Современные программы, разработанные специально для телеметрического мониторинга, дают возможность производить непрерывные записи АД, получаемые одновременно при работе с несколькими животными.

Естественно, что особенностью прямых измерений давления крови в любых случаях является необходимость введения катетера в просвет сосуда. Поэтому наряду с прямыми способами измерения АД начинает развиваться и неинвазивная техника. Первые исследования в этом направлении были выполнены в 1855 году K. Vierordt. Исследователь постулировал, что неинвазивная техника (сфигмография) может быть использована для измерения внешнего давления, которое необходимо приложить к артерии для прекращения ее пульсации. Автор попытался применить свои предложения на практике, но не добился успеха. Сфигмограф K. Vierordt был модифицирован J. E. Marey в 1860 году. J. E. Marey не только усовершенствовал технику графической регистрации пульсовых колебаний артерии, но и улучшил точность его регистрации. Используя те же принципы измерения внешнего давления, он заключил руку испытуемого в стеклянную камеру, наполненную водой (по сути дела, в плетизмограф), которая была связана со сфигмоманометром, а на кимографе регистрировались пульсации лучевой артерии. Давление в камере регистрировалось ртутным манометром [8], и это давление, когда прекращались пульсации артерии, регистрирова-

лось как систолическое. В ртутном манометре находился поплавочный писчик, при помощи которого на закопченной ленте кимографа записывалось изменение давления в плетизмографе. Когда давление в стеклянной камере достигало величины, соответствующей минимальному АД, амплитуда осцилляций увеличивалась и продолжала нарастать. При так называемом среднем динамическом давлении осцилляции достигали максимума. Затем они начинали постепенно снижаться до момента, соответствующего величине систолического давления. Метод J. E. Marey требовал сложной и хрупкой аппаратуры, но всё же оказался перспективным, так как позволял определять величину среднего динамического давления.

Изобретение J. E. Marey получило дальнейшее распространение в медицинских кругах. В Англии R. E. Dudgeon и J. S. Burdon-Sanderson продолжили эти исследования. Было обнаружено, что точность измерения величины систолического давления зависит не только от его величины, но и от сопротивления сосудистой стенки.

Осциллометрический метод Марее получил развитие и в настоящее время. В 1976 году фирма Criticon создала и выпустила на рынок первый прикроватный автоматический измеритель АД, успешно реализующий модифицированный осциллометрический метод. При измерении АД по этому методу давление в окклюзионной манжете снижается ступенчато — по 6–8 мм рт. ст. за шаг — и на каждой ступени давления анализируется амплитуда микропульсаций давления в манжете, возникающих при передаче на нее пульсации артерий. С 80-х годов этот метод нашел применение в прикроватных и носимых суточных мониторах АД, а также в приборах для его самостоятельного контроля.

Окончательно избавил клинику от необходимости пунктировать артерию для регистрации АД в 1881 году австрийский врач S. S. K. R. von Basch. Используя принцип K. Vierordt, на месте пульсации артерии von Basch помещал надувной резиновый резервуар, наполненный водой, который давил на артерию до прекращения пульсаций. Резервуар был связан с ртутным манометром, и прекращение пульсации артерии возникало при внешнем давлении, соответствующем систолическому артериальному. Для проверки точности измерения I. Zadek в экспериментах на собаках одновременно регистрировал АД в сонной артерии инвазивным способом и с помощью аппарата von Basch. Результаты измерений совпали. В дальнейшем оба автора отметили, что у пациентов с атеросклерозом АД выше, а с лихорадкой — ниже, чем у здоровых испытуемых.

В 1896 году S. Riva-Rocci опубликовал описание метода измерения кровяного давления, актуального по сей день [3]. Прибор, изобретенный им, был прост в использовании и безопасен для пациента. По сути, устройство выглядело так же, как и современные тонометры — резиновый полый мешок, помещенный в манжету из нерастяжимого материала, который обхватывал плечо и накачивался резиновой грушей. Давление в манжете, считываемое ртутным манометром, повышалось до тех пор, пока не пропадала пульсация. Когда давление слегка ослаблялось, уровень ртути в манометре падал, и то значение, при котором пульсация возобновлялась, соответствовало систолическому давлению. Единственным недостатком прибора была слишком узкая манжета (5 см), которая создавала области повышенного давления, вследствие чего результаты измерения были слегка завышены. В 1901 году данный недостаток исправил von Recklinghausen, который увеличил ширину манжеты до 12 см.

В 1899 году G. Gartner создал следующее поколение аппарата для неинвазивного измерения АД и назвал его тонометром.

При всех достоинствах вышеуказанных неинвазивных методов все они имели одно ограничение — их использование позволяло измерить только систолическое АД. При этом уровень систолического АД определялся при пальпации артерии. Звуковой, или аускультативный, метод измерения АД открыт в 1905 году Николаем Сергеевичем Коротковым, петербургским врачом-хирургом. Оказывая помощь раненым во время Русско-японской войны, Н. С. Коротков сталкивался с большими трудностями хирургического лечения посттравматических аневризм. Молодой врач задался целью найти такие признаки, которые помогли бы хирургу определить судьбу конечности еще до перевязки поврежденной артерии, начал выслушивать аневризму артерии после наложения манжеты аппарата Рива-Роччи и установил, что, если на артерию подать внешнее давление, в ней возникают звуки (тоны, шумы), которые прекращаются, как только внешнее давление превысит систолическое. Н. С. Коротков также отметил, что, если поставить стетоскоп над плечевой артерией в локтевой ямке, дистальнее манжеты Рива-Роччи, можно услышать звуки, когда артерия пережимается или когда кровообращение в артерии восстанавливается. Н. С. Коротков написал короткую статью, состоящую из 207 слов, об основах открытого им метода регистрации АД [10] и 8 ноября 1905 года рассказал об открытом им звуковом методе бескровного определения АД в Военно-медицинской академии. К усовершенствованию метода подключился профессор М. Б. Янов-

ский. В 1912 году на 4 съезде терапевтов России Д. О. Крылов, ученик М. В. Яновского, сделал доклад, где обобщались различные аспекты коротковских звуковых явлений. В 1962 году Всемирная организация здравоохранения рекомендовала метод Н. С. Короткова как наиболее целесообразный для врачебной практики.

Теория, объясняющая главные особенности тонов Короткова, основывается на представлении о том, что звук порождается периодическим прохождением под манжетой фронта пульсовой волны, ставшего крутым вследствие нелинейной растяжимости сдавленной артерии, упругости тканей, взаимодействию пульсовой волны с отраженной волной. За шумы может отвечать и турбулентность потока крови. Считывание показаний манометра на слух также выполняется с некоторой ошибкой, зависящей от индивидуальных особенностей исследователя — быстроты реакции, наличия навыков и так далее. При этом собственная частота мягких тканей плеча лежит в пределах около 140 Гц, и ткани не оказывают заметного влияния на передачу пульсаций артерий манжете. В итоге погрешность тонометров складывается из трех составляющих: самого метода, точности манометра и ошибки определения момента считывания показаний. На результаты измерений влияет также скорость нагнетания воздуха в манжету, скорость стравливания и величина давления, создаваемого в манжете. Считается [11], что значения АД, определяемые по Короткову, превышают истинные значения систолического давления на 7–10%, а диастолического — на 28%.

В 1935 году Н. Н. Савицким совместно с сотрудниками Ленинградского института точной механики и оптики был разработан новый тип чувствительного оптического дифференциального манометра, благодаря чему был усовершенствован осциллометрический метод манжеточного измерения АД у человека. Метод основан на использовании дифференциального манометра с общей мембраной между двумя камерами, когда давление из манжеты подается в одну из камер. Заслуга Н. Н. Савицкого состоит в том, что он детально разработал и научно обосновал совершенно новый метод чтения осциллограмм. Полученная с помощью созданного прибора дифференциальная осциллограмма была названа тахоосциллограммой (tachus — быстрый, скорый; oscillum — качание, колебание; gramma — запись), чтобы подчеркнуть, что она представляет собой первую производную по времени от объемной. Тахоосциллографический метод определения кровяного давления отличается от других осциллографических методов тем, что

оптически регистрируются не изменения объема сосуда, расположенного под манжетой, а скорость этих объемных изменений. Кроме того, использованная оптическая регистрация значительно превосходит по чувствительности имеющиеся другие приборы.

В качестве измерительных устройств для регистрации АД в настоящее время используются: приборы, механически воспринимающие и механически воспроизводящие или записывающие движение; приборы, механически воспринимающие и оптически записывающие; приборы, трансформирующие механические движения в электрические импульсы и их воспроизводящие [12].

В клинической практике так же, как инвазивное мониторирование АД, используются методы его длительной неинвазивной регистрации. Этот метод связан с именем его создателя N. Holter, который в 1961 году предложил записывать электрокардиограмму непрерывно (в течение суток) с помощью портативного устройства — регистратора (рекордера). Полученные результаты позволяют выявить причинно-следственные связи между изменениями на кардиограмме и поведенческой активностью человека за время мониторинга. В дальнейшем наряду с электрокардиосигналом начинают разрабатываться способы длительной регистрации и АД.

Суточное мониторирование АД — это инструментальное исследование, при котором осуществляется контроль данного показателя в течение одних или нескольких суток. Для регистрации АД на плечо пациента надевается манжета, которая полый трубкой присоединяется к регистратору. Небольшой аппарат (компрессор) через определенные промежутки времени нагнетает воздух в манжету, а затем стравливает его. Днем измерения проводятся обычно через 15 минут, ночью — через 30 минут. Чувствительный датчик определяет время появления и затухания пульсовых волн (как при обычном измерении давления по Короткову). Результаты записываются в память прибора. После их считывания с помощью компьютерной программы полученные результаты анализируются.

В настоящее время разработаны диагностические системы, призванные совершить настоящую революцию в кардиологии — предоставить практикующим врачам возможность проведения высокоточного суточного мониторирования АД и пульсовой волны, а пациентам — возможность вести привычный для них образ жизни, что исключительно важно в современных условиях. В основе работы системы лежит технология измерения АД методом аппланационной тонометрии, который впервые был использован в офтальмологии для измерения вну-

триглазного давления. Для регистрации АД высокочувствительный датчик (который по форме может напоминать часы) надежно фиксируется в проекции лучевой артерии. Использование программного обеспечения и соответствующей аппаратуры делает возможным углубленный анализ пульсовой волны, позволяющий зафиксировать такие показатели пульсового давления, как пульсовая (колебания артериальной стенки от сердца к резистивным сосудам) и отраженная (колебания артериальной стенки от резистивных сосудов к сердцу) волны, и с помощью компьютерной обработки при регистрации колебаний лучевой артерии рассчитать значения центрального давления в аорте.

В настоящее время существуют способы неинвазивной регистрации АД в эксперименте. Наиболее часто используемое у грызунов электроплетизмографическое измерение АД в хвостовой артерии («tail-cuff») основано на том же принципе, что и измерение АД у человека по способу Рива-Роччи. Просвет крупной артерии пережимается манжетой и при снижении давления воздуха в манжете регистрируется уровень давления, при котором кровь начинает проталкиваться через сдавленную область. Этот уровень соответствует систолическому АД и позволяет многократно измерять АД у одного и того же животного в ходе длительного хронического эксперимента.

При всех достоинствах вышеописанных методов неинвазивного измерения АД они имеют один общий недостаток — их использование позволяет регистрировать АД дискретно, с определенными интервалами. Ряд современных методов позволяет повысить оперативность контроля АД и определять все или некоторые его показатели практически в ходе каждого сокращения сердца.

В 1963 году G. L. Pressman и P. M. Newgard предложили непрерывный метод регистрации АД (тонометрический метод), основанный на частичном сдавливании артерий конечности и регистрации с помощью встроенных в окклюзионный браслет тензодатчиков бокового АД. В 1969 году J. Penaz предложил метод, который в англоязычной литературе называется «volume clamp». Метод основан на постоянной оценке объема артериальных сосудов пальца методом фотоплетизмографии. Для регистрации АД используется следящая электропневматическая система, создающая в окружающей палец манжете давление, которое противодействует растяжению проходящих под манжетой артериальных сосудов. При постоянстве диаметра пальцевых артерий обеспечивается сохранение неизменного, близкого к нулю, растягивающего давления в артериях, а давление в манжете начинает непрерывно «повторять»

давление крови в артериях пальца. Как стационарный (Finapres), так и носимый вариант (Portapres I и II) используются в клинической практике. При этом целесообразно помнить, что измеряемая с помощью этих приборов величина диастолического АД зависит от состояния артерий пальца и, как правило, ниже, чем в плечевой артерии.

В настоящее время основными измеряемыми величинами являются систолическое или максимальное, диастолическое или минимальное, пульсовое и среднее или среднединамическое АД. Н. Н. Савицкий [12] выделяет и пьезометрическое (боковое) давление.

В любой точке сосудистой системы давление крови зависит от:

- а) атмосферного давления;
- б) гидростатического давления p_{gh} , обусловленного весом кровяного столба высотой h и плотностью ρ ;
- в) давления, обеспечиваемого насосной функцией сердца.

Необходимо отметить, что АД поддерживается на примерно одинаковом уровне как у человека, так и у других теплокровных независимо от размера — лошадей, собак, кошек, кроликов, мышей. У холоднокровных животных оно приблизительно в 10 раз ниже. С другой стороны, АД у жирафов почти в два раза больше, чем у других млекопитающих — примерно 315 и 240 мм рт. ст. [13].

Должная величина АД необходима для продвижения в единицу времени определенного объема крови через систему капилляров. Между сердцем и капиллярами располагаются магистральные и органы артерии и артериолы.

Распределение давления в различных сосудистых регионах наиболее подробно проанализировано А. А. Богомольцем [14]. При давлении в аорте порядка 130 мм рт. ст. АД в мелких артериях уха кролика при нагревании равно 68 мм рт. ст. Наибольшее сопротивление движению крови оказывают артерии с диаметром порядка 0,12 мм, и своего максимума давление достигает в системе прекапилляров [15].

Разность давлений на внутреннюю (P_v) и наружную (P_n) стенки сосуда называют трансмуральным давлением (P_t), $P_t = P_v - P_n$. Трансмуральное давление является важнейшей характеристикой состояния системы кровообращения, определяющей нагрузку сердца, состояние периферического сосудистого русла и ряд других физиологических показателей.

Трансмуральное давление не обеспечивает движение крови от одной точки сосудистой системы к другой. Например, среднее по времени транс-

муральное давление в крупной артерии руки составляет около 100 мм рт. ст. ($1,33 \times 10^4$ Па). В то же время движение крови из восходящей дуги аорты в эту артерию обеспечивается разностью трансмуральных давлений между указанными сосудами, которое составляет 2–3 мм рт. ст. ($0,03 \times 10^4$ Па).

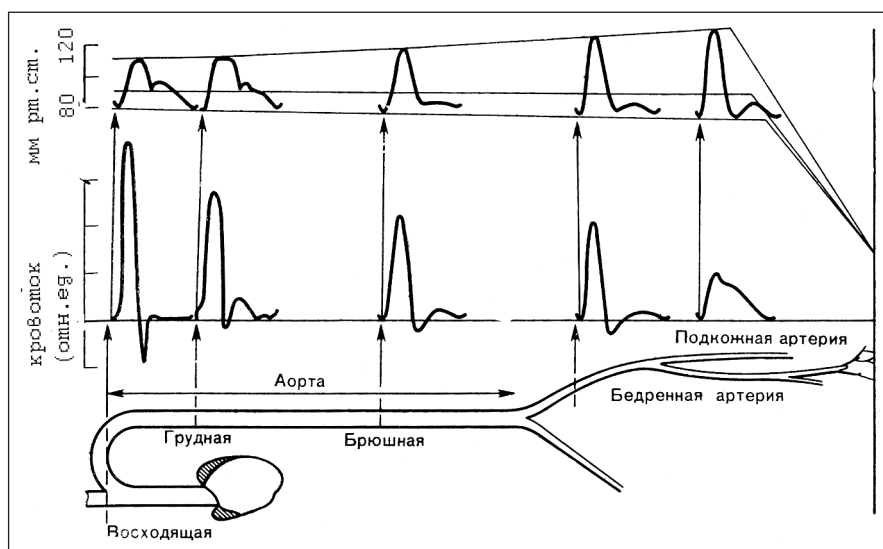
При продвижении волны давления по артериям их стенка растягивается вследствие деформации, образуя пульсовую волну. Эта деформация на каждом участке сосуда определяется жесткостью сосудистой стенки и величиной трансмурального давления крови. Пульсовая кривая — это кривая, характеризующая деформацию сосудистой стенки в данном ограниченном участке сосуда, возникающую под влиянием переменного давления крови.

Состояние элементов артериальной стенки оказывает существенное влияние на распространение пульсовой волны. Чем более растяжима стенка сосуда и чем выше вязкость крови, тем медленнее распространяется и тем быстрее ослабевает пульсовая волна. Ослаблению пульсовой волны способствует также сужение артерий и ветвление артериального дерева. В разных участках сосудистого русла имеет место отражение пульсовой волны. Прекапиллярное сопротивление сосудов выполняет функцию «слепого конца» для пульсовой волны [15].

Феномен отражения пульсовой волны объясняет разную величину систолического АД в аорте и магистральных сосудах. Место измерения оказывает выраженное влияние на значение АД. Форма пульсовой волны АД изменяется по мере ее продвижения от центра (проксимального отдела аорты) к периферии (рис. 2). При высокой скорости продвижения волны давления (при сниженной растяжимости артериальной стенки) отраженные волны возвращаются раньше обычного и накладываются на систолическую часть кривой АД. При этом по мере продвижения пульсовой волны дистально от аорты систолическое АД постепенно повышается, а диастолическое постепенно снижается [16]. При использовании вазодилататоров эта разница возрастает. Так как лучевая артерия расположена дистальнее, систолическое АД в ней обычно выше, чем в аорте. Систолическая составляющая пульсового давления может увеличиваться на 15–20 мм рт. ст. по мере продвижения волны давления в дистальном направлении [17]. Величина среднего АД остается относительно постоянной. В связи с этим среднее АД можно использовать как показатель центрального (аортального) давления.

В соответствии с анатомо-физиологическим строением сердечно-сосудистой системы различают внутрисердечное, артериальное, венозное и капиллярное кровяное давление.

Рисунок 2. Изменения среднего и пульсового давления и кровотока в разных отделах артериального дерева (Фолков Б., Нил Э., 1976)



Примечание: сверху вниз — давление, кровяной ток, схема артериального дерева.

В период изгнания крови из желудочков регистрируется систолическое АД, которое у взрослых людей в норме составляет 100–140 мм рт. ст.; в конце диастолы — диастолическое давление — 70–80 мм рт. ст. Показатели кровяного давления у детей с возрастом повышаются и зависят от многих эндогенных и экзогенных факторов. У новорожденных систолическое давление — 70 мм рт. ст., затем оно повышается до 80–90 мм рт. ст.

Повышение систолического АД выше 140 мм рт. ст., а диастолического выше 90 мм рт. ст. называется артериальной гипертензией.

Началом представлений об артериальной гипертензии как самостоятельном заболевании следует считать работы R. Bright, начатые в 1827 году и описанные в 1836 году [18]. Автор связал хронические заболевания почек с изменениями в сердечно-сосудистой системе, которые проявлялись акцентом II тона сердца на аорте и гипертрофией левого желудочка [19]. R. Bright не имел возможности измерить АД, и его заключения были основаны только на пальпации пульса на лучевой артерии. В 1872 году W.W. Gull и Y.G. Sutton [20] постулировали, что болезнь Брайта была обусловлена генерализованным «гиалиновым фибриноидом» артерий и капилляров, и именно эти изменения сосудов вызвали гипертрофию миокарда и сморщивание почек.

В 1852 году G. Johnson отметил гипертрофию гладких мышц афферентных артериол почек, которую он трактовал как ответ гладких мышц на повышенное внутрисосудистое давление. L. Traube в 1856 году пришел к заключению, что увеличение размеров левого желудочка, которое наблюдается

у ряда пациентов, обусловлено «высоким артериальным натяжением». Наконец, в 1874 году F.A. Mahomed [21] с помощью сфигмоманометра измерил АД в клинике и высказал предположение, что заболевания артериол при болезни Брайта может быть обусловлено повышением АД. На следующий год K. Potain высказал предположение, что увеличение размеров левого желудочка, которое он наблюдал у ряда пациентов, также обусловлено повышенным АД. Gowers в 1876 году, используя офтальмоскопию, описал ретинальную артериолярную констрикцию у пациентов с высоким АД. Позже H. Nuchard в 1889 году обратил внимание на то, что повышение АД выявляется не только при наличии дегенеративных изменений в почках, но нередко предшествует им. Наконец, T. Albutt в 1896 году установил, что повышенное АД может наблюдаться без заболевания почек и у пожилых людей. Он назвал это состояние «senile plethora» («гиперволемия пожилых») [21]. В 1911 году E. Frank ввел в медицинскую практику термин «эссенциальная гипертензия», который и обозначает гипертензию неизвестной этиологии. В 1922 году Г. Ф. Ланг предложил называть повышение АД, не связанное с заболеванием конкретных органов, «гипертоническая болезнь». Решением Всемирной организации здравоохранения в 1978 году термины «эссенциальная гипертензия» и «гипертоническая болезнь» признаны синонимами.

Конфликт интересов / Conflict of interest

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов. / The authors declare no conflict of interest.

Список литературы / References

1. Хаютин В. М. Сосудодвигательные рефлексy. М.: Наука, 1964. 376 с. [Hautin V. M. Vasomotor reflexes. Moscow: Science, 1964. 376 p. In Russian].
2. Гарвей В. Анатомическое исследование о движении сердца и крови у животных. Изд. АН СССР, 1948. 234 с. [Garvey V. Anatomic investigation about move of heart and blood in animals. AN USSR, 1948. 234 p. In Russian].
3. Lewis W. H. The evolution of clinical sphygmomanometry. Bull NY Acad Med. 1941;17(11):871–881.
4. Hoff HE, Geddes LA, McCrady JD. The contributions of the horse to knowledge of the heart and circulation. Stephen Hales and the measurement of blood pressure. Conn Med. 1965;29(11):795–800.
5. Felts J. H. Stephen Hales and the measurement of blood pressure. C Med J, 1977;38(10):602–603.
6. Young TJ. Philos Trans R Soc Lond. 1809;1:1–31. (Quote of Freis ED. Hystorical development of antihypertensive treatment. In: Hypertension: Pathophysiology, Diagnosis and Management, second edition, ed. by JH Laragh and BM Brenner, Raven Press, Ltd NY. 1995;164:2741–2751).
7. Poiseuille JLM. Arch Gen Med. 1828;550–554. (Quote of Freis E. D. Hystorical development of antihypertensive treatment. In: Hypertension: Pathophysiology, Diagnosis and Management, second edition, ed by JH Laragh and BM Brenner, Raven Press, Ltd NY. 1995;164:2741–2751).
8. Booth J. A short history of blood pressure measurement. Proc R Soc Med. 1977;70(11):793–799.
9. Ludwig C. Arch Anat Phesiol Wiessen Med. (Muller's Arch. 1947:242–302. (Quote of Freis E. D. Hystorical development of antihypertensive treatment. In: Hypertension: Pathophysiology, Diagnosis and Management, second edition, ed. by JH Laragh and BM Brenner, Raven Press, Ltd NY. 1995;164:2741–2751).
10. Korotkoff NS. On methods of studying blood pressure. Bull Imperial Mil Med Acad. (St Petersburg). 1905;11:365–367. (Quote of Lewis WH. The Evolution of Clinical Sphygmomanometry. Bull NY Acad Med. 1941;17(11):871–881.)
11. Левтов В. А., Регирер С. А. Движение крови по артериям. В кн.: Физиология кровообращения. Физиология сосудистой системы. М.: Наука, 1984. С. 94–140. [Levitov VA, Regirer SA. Blood arterial circulation. In: The physiology of the vascular system. Moscow: Science, 1984. P. 94–140. In Russian].
12. Савицкий Н. Н. Биофизические основы кровообращения и клинические методы изучения гемодинамики. Л.: Медицина, 1974. 311 с. [Savitskiy NN. Biophysical bases of circulatory and methods of hemodynamic investigation. Leningrad: Medicine, 1974. 311 p. In Russian].
13. Мазуркевич Г. С., Тюкавин А. И. Эволюция сосудистой системы. В кн.: Физиология кровообращения. Физиология сосудистой системы. М.: Наука, 1984. С. 39–54. [Mazurkevich GS, Tyukavin AI. Evolution of vascular system. In: Circulatory physiology. Physiology of the vascular system. Moscow: Science, 1984. P. 39–54. In Russian].
14. Богомолец А. А. О происхождении и физиологическом значении давления крови в сосудах. Врач. дело. 1940;7–8:485. [Bogomolets AA. About origin and physiological significance of blood pressure in the vessels. Medical business. 1940;7–8:485. In Russian].
15. Фолков Б., Нил Э. Кровообращение. М.: Медицина, 1976. 463 с. [Folkov B, Nil E. Circulation. Moscow: Medicine, 1976. 463 p. In Russian].
16. O'Rourke MF, Yaginuma T. Wave reflections and the arterial pulse. Arch Intern Med. 1984;144(2):366–371.
17. Rushmer RF. Cardiovascular dynamics. Philadelphia: WB Saunders, 1976. P. 179–182.
18. Brights R. Guy's Hosp Rep. 1836;1:338–379 (Quote of Freis ED. Hystorical development of antihypertensive treatment. In: Hypertension: Pathophysiology, Diagnosis and Management, second edition, ed by JH. Laragh and BM Brenner, Raven Press, Ltd NY. 1995;164:2741–2751.)
19. Ruskin A. Classics in arterial hypertension. Springfield IL, Charles C. Thomas. 1956;164–272.
20. Gull WW, Sutton HG. Med Chir Trans. London. 1872;65:273–326. (Quote of Freis ED. Hystorical development of antihypertensive treatment. In: hypertension: Pathophysiology, Diagnosis and Management, second edition, ed by JH Laragh and BM Brenner, Raven Press, Ltd NY. 1995;164:2741–2751.)
21. Dustan HP. History of clinical hypertension: from 1827 to 1970. In Hypertension: A companion to Brenner and Rector's The Kidney. WB Saunders Company. 2000;1–4.

Информация об авторах

Цырлин Виталий Александрович — доктор медицинских наук, главный научный сотрудник отдела экспериментальной физиологии и фармакологии ФГБУ «СЗФМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России, профессор кафедры фармакологии ГБОУ ВПО ПСПбГМУ им. И. П. Павлова Минздрава России;

Плисс Михаил Гениевич — кандидат медицинских наук, заведующий отделом экспериментальной физиологии и фармакологии ФГБУ «СЗФМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России, заведующий лабораторией биофизики кровообращения ГБОУ ВПО ПСПбГМУ им. И. П. Павлова Минздрава России;

Кузьменко Наталия Владимировна — кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела экспериментальной физиологии и фармакологии ФГБУ «СЗФМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России, лаборатории биофизики кровообращения ГБОУ ВПО ПСПбГМУ им. И. П. Павлова Минздрава России.

Author information

Vitaliy A. Tsyrlin, MD, PhD, DSc, Professor, Leading Researcher, Department of Experimental Physiology and Pharmacology, V. A. Almazov North-West Medical Research Centre, Department of Pharmacology, First Pavlov State Medical University of St. Petersburg;

Michael G. Pliss, MD, PhD, Head, Department of Experimental Physiology and Pharmacology, V. A. Almazov North-West Medical Research Centre, Laboratory of Circulation Biophysics, First Pavlov State Medical University of St. Petersburg;

Nataliya V. Kuzmenko, PhD, Biology Sciences, Senior Researcher, Department of Experimental Physiology and Pharmacology, V. A. Almazov North-West Medical Research Centre, Laboratory of Circulation Biophysics, First Pavlov State Medical University of St. Petersburg.