

Оценка показателей ригидности магистральных артерий по данным бифункционального суточного мониторинга АД и ЭКГ прибором BPLab®

Н.М. Моисеева, Ю.А. Пономарев, М.В. Сергеева, А.Н. Рогоза
НИИ Кардиологии им. А.Л. Мясникова ФГУ РКНПК Росздрава

Резюме

Представлены результаты исследований одного из показателей ригидности магистральных артерий – времени распространения пульсовой волны (РТТ), полученные при обработке данных суточного мониторинга с использованием носимого регистратора BPLab®. Показана корреляционная связь в суточной динамике показателя РТТ и АД. Продемонстрирована устойчивая корреляция величины РТТ с другими показателями ригидности артерий, измеренными с использованием стационарной аппаратуры (VS-1000, Fukuda).

Ключевые слова: ригидность, скорость распространения ПВ, РТТ, QKD, СМАД, аускультативный и осциллометрический методы, корреляция.

Evaluation of main arteries rigidity indices according to the data of bifunctional 24-hour BP and ECG monitoring with the BPLab® device

N.M. Moiseeva, Y.A. Ponomarev, M.V. Sergeeva, A.N. Rogoza

A.L. Myasnikov Institute of Clinical Cardiology of Research and Production Center of Russian Federation Health Ministry

Resume

Presented are the results of research of one of the main arteries rigidity index – pulse transit time (PTT) acquired at the processing of 24-hour monitoring data obtained by the portable recorder BPLab®. The work shows correlation of PTT index and BP in 24-hour dynamics. It demonstrates stable correlation of PTT value with other arteries rigidity indices taken by stationary equipment (VS-1000, Fukuda).

Key words: rigidity, pulse wave velocity, PTT, QKD, ABPM, auscultatory and oscillometric methods, correlation.

Статья поступила в редакцию: 18.02.07. и принята к печати: 14.03.07.

Введение

Физические свойства крупных артерий и, в частности, аорты в последние годы стали предметом интенсивного изучения в клинко-физиологических исследованиях. Это связано с тем, что при основных кардиологических заболеваниях вследствие снижения эластичности (повышения жесткости, или «ригидности») магистральные сосуды утрачивают одну из ключевых функций – демпфирования пульсовых колебаний АД, связанных с циклической деятельностью сердца. При этом не только наблюдается повышение систолического и пульсового АД (а также скорости подъема АД), но и происходят неблагоприятные изменения фазовой структуры пульсового АД за счет более раннего возврата волны отражения [5].

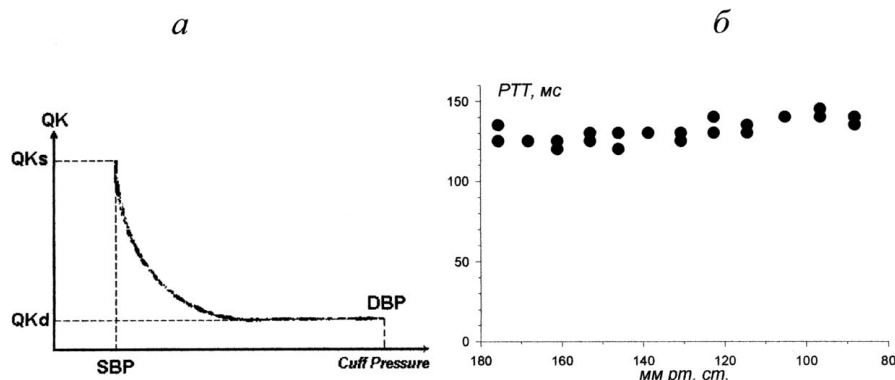
Старейшим методом оценки ригидности магистральных артерий является измерение скорости распространения пульсовой волны – СПВ или СРПВ (в англоязычной литературе – PWV – Pulse Wave Velocity). Принцип метода достаточно прост: из физических закономерностей следует, что чем жестче стенка трубки с жидкостью (в данном случае артерии), тем быстрее по артериальному сосуду будут передаваться деформация стенки

(пульсация), возникающая в фазу изгнания крови из левого желудочка. Исследования последних лет показывают, что повышение ригидности аорты, оцениваемое по степени увеличения в ней скорости пульсовой волны, является независимым предиктором риска сердечно-сосудистых заболеваний в общей популяции [4, 15] и независимым предиктором кардиоваскулярной смертности у пациентов с АГ и почечной недостаточностью [4, 13].

По-видимому, наиболее точный метод оценки изменений механических свойств сосудистой стенки – это метод ультразвукового исследования высокого разрешения, обеспечивающий одновременное измерение давления и диаметра артерии в течение всего кардиоцикла. Имеются публикации относительно возможности использования для этих целей и других визуализирующих методов (МСКТ, МРТ). Однако пока эти методы остаются мало пригодными для широкого использования в силу дороговизны оборудования и высокой трудоемкости исследования.

В результате в настоящее время с целью выявления повышенной ригидности магистральных артерий наиболее часто используется метод определения СПВ в аор-

Рис. 1. Зависимость времени распространения ПВ от давления в манжете при аускультативном (а) и осцилометрическом (б) методе фиксации начала пульсации.



те методом традиционного «каротидно-фemorального» наложения сфигмодатчиков. В зависимости от модификаций серийно выпускаемых для этих целей аппаратов процедура проведения исследования является в большей или меньшей степени трудоемкой и требует достаточного опыта работы. В последние годы находит распространение полностью автоматизированная версия сфигмоанализатора (VS-1000, Fukuda), в которой реализован метод определения скорости распространения пульсовой волны при «лодыжечно-плечевом» расположении датчиков [16]. Проведенные в Японии исследования показали высокую степень корреляции получаемых показателей со скоростью пульсовой волны в аорте, определяемой инвазивным способом, а также хорошую воспроизводимость метода [17].

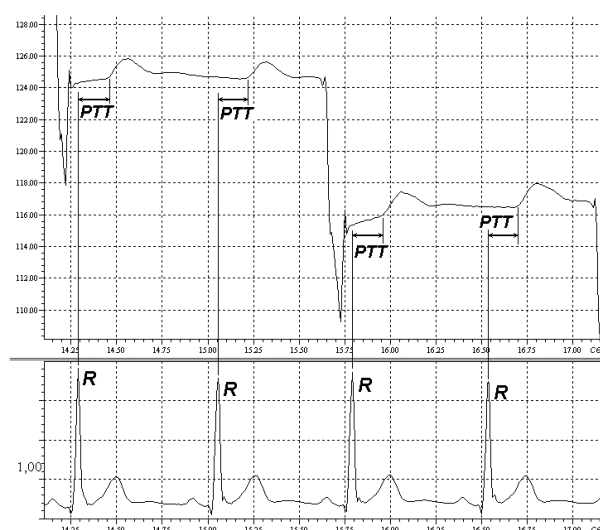
Альтернативный метод оценки податливости сосудов основан на измерении времени распространения пульсовой волны (ПВ) (в англоязычной литературе – PTT, Pulse Transit Time), т.е. времени с момента открытия аортального клапана до начала фронта пульсовой волны в конкретном участке артерии. Основная трудность при реализации этого метода – точное определение момента открытия аортального клапана, который согласно одним источникам [1] ближе к окончанию QRS-комплекса, а согласно другим [2] этот момент наступает несколько позднее (приблизительно на 20 мс). Учитывая сложности этого момента, ряд исследователей предпочитают за условное начало отсчета PTT принимать начало или максимум зубцов QRS (Q или R), сознавая при этом, что получаемая в результате величина PTT несколько превышает истинное время распространения пульсовой волны. С целью упрощения регистрации времени прихода пульсовой волны рядом исследователей было предложено определять его аускультативно [6–14]. В качестве времени распространения ПВ авторы данных работ рассматривают промежуток времени от начала QRS-комплекса до времени появления пятого тона Короткова (когда давление в манжете соответствует диастолическому АД). Для обозначения получаемой при этом величины вместо термина PTT авторы предложили аббревиатуру QKD (QRS-Korotkoff Diastolic pressure delay).

Описанный метод аускультативного определения времени распространения ПВ не лишен ряда недостатков. В частности, как отмечено в [10], результат сильно зависит от давления внутри манжеты (фазы тонов Ко-

роткова), при котором определяется начало пульсации (рис. 1 а, взятый из [6]). Кроме того, следует ожидать, что определенные трудности фиксации моментов начала QRS-комплекса и пятого тона Короткова также могут негативно влиять на точность изложенного выше метода. Подобных недостатков удастся в определенной степени избежать, если момент прихода ПВ определять по осцилометрической кривой пульсаций (рис. 1 б и 2).

Носимый суточный монитор артериального давления МнСДП-3 (торговая марка BPLab®), выпускаемый ООО «Петр Телегин», использует осцилометрический метод измерения АД и регистрирует в процессе измерения всю информацию, необходимую для измерения PTT, а именно – записи осцилометрической кривой (сфигмограммы) и сигнала ЭКГ с дискретизацией 10 мс. Регистрируемые сигналы могут быть автоматически обработаны с целью определения текущего значения PTT, усредненного по времени измерения АД (обычно от 10 до 50 кардиоциклов), и исследования корреляции данной величины со значениями систолического, диастолического и пульсового АД. Представленные ниже результаты исследований получены на основе обработки данных суточного мониторингирования АД и ЭКГ прибором BPLab®.

Рис. 2. Принцип измерения времени распространения пульсовой волны (PTT) с использованием ЭКГ, реализованный в приборе BPLab®.



Группы пациентов и методы

В исследование были включены 27 пациентов (17 мужчин, 10 женщин) с АГ I-II ст. в возрасте от 45 до 73 лет, находящихся на стационарном лечении в отделении артериальной гипертензии и получающих антигипертензивную терапию.

В настоящем исследовании величину показателя РТТ оценивали с помощью серийно выпускаемого прибора для бифункционального мониторинга ЭКГ и АД (BPLab® МнСДП-3). Прибор позволяет получать оценку РТТ при каждом цикле измерения АД. С этой целью измеряется временной интервал от максимума R-зубца до начала пульсовой волны, регистрируемой в плечевой манжете (рис.2).

Для повышения точности производилось усреднение РТТ по всем кардиоциклам в пределах одного измерения АД. Данная методика позволяет проводить оценку РТТ в течение всех суток мониторинга, и таким образом получать суточные профили не только АД и ЧСС (как в более ранних версиях ПО прибора BPLab®), но и РТТ (рис. 3).

Для сопоставления значений РТТ с другими показателями жесткости магистральных артерий в день проведения суточного мониторинга АД и ЭКГ дополнительно проводили обследование пациентов на приборе Vasera VS-1000 с определением СПВ в аорте и магистральных артериях конечностей справа (R-PWV) и слева (L-PWV).

Результаты

Суточное мониторирование АД и ЭКГ с определением РТТ было успешным у всех пациентов. Для сопоставления с данными прибора Vasera VS-1000 у каждого пациента провели усреднение РТТ за сутки. Полученные таким образом в обследованной группе значения РТТ, R-PWV и L-PWV приведены в табл. 1.

Таблица 1

Показатели	M±SD	Диапазон
Возраст (лет)	62±8	45–75
R-PWV (м/с)	14.4 ± 1.7	11.4–17.4
L-PWV (м/с)	14.3±1.7	11.3–17.6
РТТ (мс)	149±17	114–179

Как видно из приведенных данных, показатели R-PWV и L-PWV практически не отличались, что позволило в дальнейшем анализе ориентироваться только на R-PWV. Взаимосвязь РТТ с показателем жесткости магистральных артерий R-PWV анализировалась методом линейного регрессионного анализа. Была выявлена достоверная корреляция показателя РТТ, определенного по данным мониторинга прибором BPLab®, с R-PWV ($R=0,45$, $p<0,05$). Уравнение и график линейной регрессии приведены на рис. 4.

Рис. 4. Взаимосвязь среднесуточного значения РТТ (мс) группы пациентов с показателем жесткости магистральных артерий R-PWV (м/с)

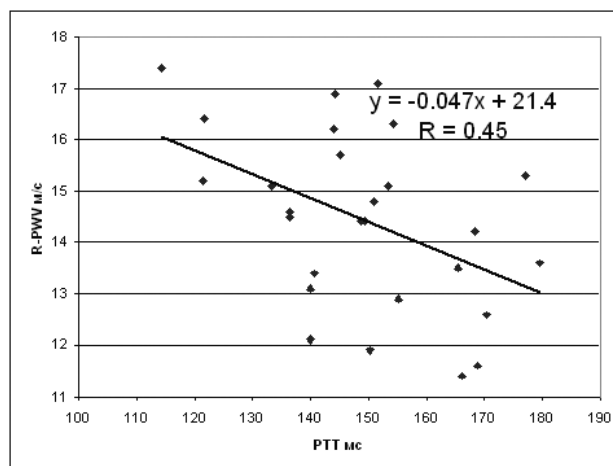
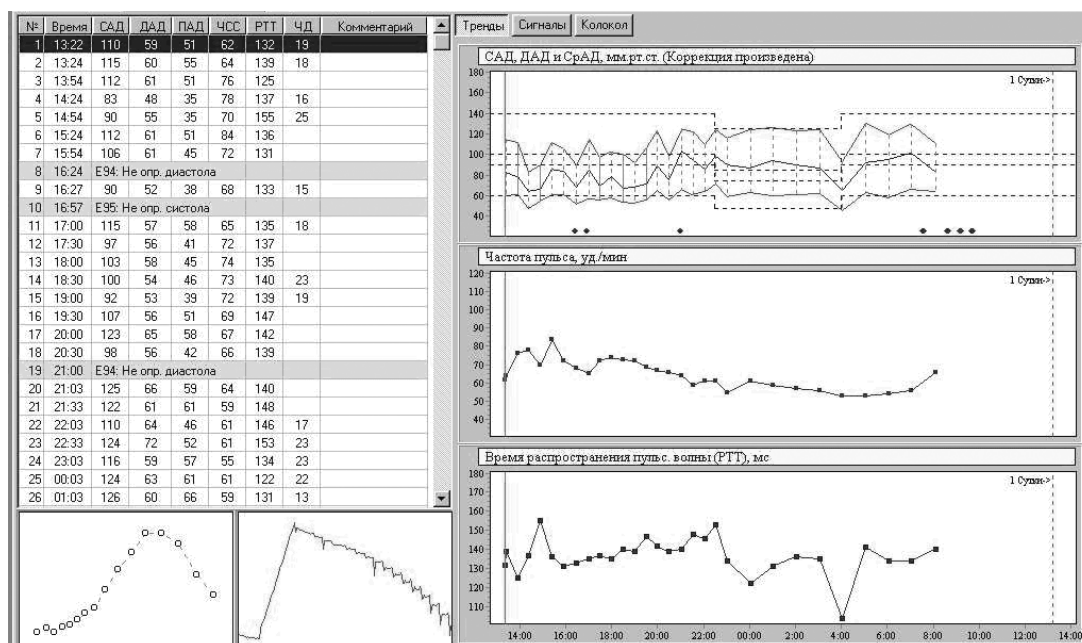
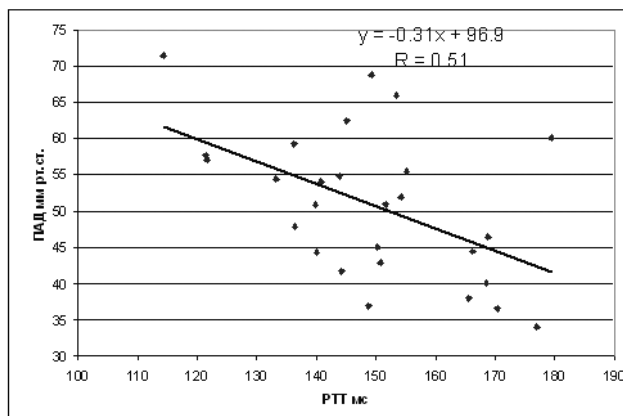


Рис.3. Пример представления данных суточного мониторинга прибором BPLab®. Справа приведены суточные профили АД (верхний рисунок), ЧСС (средний) и РТТ (нижний рисунок)



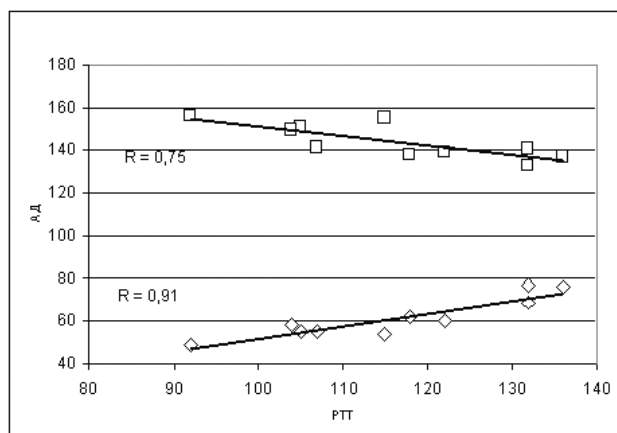
Применяемые в настоящее время показатели ригидности магистральных артерий тесно взаимосвязаны с пульсовым АД. Степень взаимосвязи примененного нами показателя среднесуточной РТТ со среднесуточным пульсовым АД также определялась регрессионным анализом. Коэффициент корреляции составил 0,51 ($p < 0,05$). Уравнение и график регрессии приведены на рис. 5.

Рис. 5. Взаимосвязь среднесуточного значения РТТ (мс) со среднесуточным пульсовым АД (ПД, мм рт.ст.).



Хорошо известно, что ригидность артерий существенно возрастает при повышении АД. Эта закономерность наблюдалась нами у всех пациентов при анализе взаимосвязи САД и ДАД с величинами РТТ, полученными при каждом измерении АД. Коэффициенты корреляций варьировались от 0,5 до 0,9. Характерный пример взаимосвязи РТТ с уровнями САД и ДАД в течение суток приведен на рис. 6.

Рис. 6. Взаимосвязь показателя РТТ (мс) с уровнями САД (квадраты) и ДАД (ромбы) в течение суток мониторингирования.



Обсуждение

Полученные результаты убедительно продемонстрировали для пациентов с АГ взаимосвязь показателя РТТ, определяемого с помощью прибора ВРLab® МнСДП-3 при проведении суточного мониторингирования АД и ЭКГ,

с другими показателями ригидности магистральных артерий. Кроме того, этот показатель продемонстрировал тесную взаимосвязь с повышением пульсового АД, которое в настоящее время рассматривается как существенный фактор неблагоприятной динамической пресорной нагрузки на органы-мишени, и с повышением уровня САД и ДАД.

Аналогичные результаты ранее были получены с использованием показателя QKD [10]. Однако, как уже отмечалось, в случае применения методики времени распространения ПВ, основанной на аускультативной регистрации момента прихода ее фронта, зависимость измеряемой величины от текущего давления в манжете весьма значительна (рис. 1 б), что понижает точность данного метода. Описанная в настоящей работе методика, основанная на осциллометрическом определении начала фронта пульсовой волны, лишена этого недостатка.

Ранее [12] была показана корреляция показателя QKD не только с АД, но и с ЧСС, причем характер этой зависимости сильно варьирует от индивидуума к индивидууму и от условий (покой, физическая нагрузка). Для исключения этого эффекта рядом исследователей было предложено наряду с показателем QKD использовать «приведенную» величину QKD_{100-60} , пересчитанную для САД=100 мм рт.ст. и ЧСС=60 уд/мин. следующим образом [10]:

$$QKD_{100-60} = QKD - a \cdot (САД - 100) - b \cdot (ЧСС - 60), \quad (1)$$

где a и b – наклоны соответствующих регрессионных прямых. В последней версии программы анализа данных ВРLab® также предусмотрен расчет дополнительной приведенной величины РТТ₁₀₀₋₆₀ (этот показатель соответствует РТТ при САД=100 мм рт.ст. и ЧСС=60 уд/мин и определяется соотношением, аналогичным (1)). Однако в отношении данного показателя требуются дополнительные исследования.

В целом результаты проведенных исследований позволяют заключить, что новые подходы к анализу данных суточного мониторингирования АД и ЭКГ с определением динамических показателей ригидности магистральных артерий являются весьма перспективными. Показатель РТТ, определяемый на основе анализа данных мониторингирования прибором ВРLab® МнСДП-3, можно рекомендовать в качестве дополнительного показателя ригидности магистральных артерий при проведении клинко-физиологических исследований. В настоящее время ведется работа по выработке должных величин РТТ, продолжается анализ взаимосвязей данного показателя с другими параметрами, характеризующими ригидность сосудов, уточняются подходы к анализу суточного профиля ригидности магистральных артерий.

Литература

1. Амосова Е. Н. Клиническая кардиология. Том 1. Киев, «Здоровье», 1998.
2. Савицкий Н. Н. Биофизические основы кровообращения и клинические методы изучения гемодинамики. Л., «Медицина», 1974.

3. Милягин В. А., Милягина И. В., Грекова М. В., Абраменкова Н.Ю., Totsuyuki Yambe., Shin-ichi Nitta. Новый автоматизированный метод определения скорости распространения пульсовой волны. Функциональная диагностика. 2004, №1, сс. 33–39.

4. Amar J., Ruidavets J. B., Chamontin B et al. Arterial stiffness and cardiovascular risk factors in a population-based study // J. Hypertens., 2001, V.19, pp. 381–387.

5. Blacker J., Guerin A., Pannier B. et al. Impact of aortic stiffness on survival in end-stage renal disease // Circulation, 1999, No 9, pp. 2434–2439.

6. Gosse P. Ambulatory monitoring of QKD to assess arterial distensibility // 2 International Congress of Nephrology in Internet: <http://www.uninet.edu/cin2001/html/conf/gosse/gosse.html>.

7. Gosse P., Gasparoux P., Ansoborlo P., Lemetayer P., Clementy J. Prognostic value of ambulatory measurement of the timing of Korotkoff sounds in elderly hypertensives: a pilot study // Am. J. Hypertens., 1997, V.10, pp. 552–7.

8. Gosse P., Lasserre R., Minifie C., Lemetayer P., Clementy J. // J. of Hypertension, June 2003, V.21 (suppl. 41), p. S245, abstr. p. 3.67

9. Gosse P., Lasserre R., Minifie C., Lemetayer P. Prognostic value of QKD interval corrected by QRS duration in hypertensive patients // J. of Hypertension. June 2005, V.23 (suppl.2), p. S347.

10. Gosse P., Ansoborlo P., Renaud F., Lemetayer P., Clementy J. Assessment of arterial distensibility by ambulatory monitoring of QKD interval. Reproducibility of the method // Arch. Mal. Coeur. Vaiss., 1996, V. 89, pp. 975–7.

11. Gosse P., Jullien V., Lemetayer P., Jarnier P., Clementy J. Ambulatory measurement of the timing of Korotkoff sounds in a group of normal subjects: influence of age and height // Am. J. Hypertens., 1999, V.12, pp. 231–5.

12. Gosse P., Bemurat L., Mas D., Lemetayer P., Clementy J. Ambulatory measurement of the QKD interval normalized to heart rate and systolic blood pressure to assess arterial distensibility – value of QKD100-60 // Blood Press Monit., 2001, 6, pp. 85–9.

13. Laurent S., Boutouyrie P., Asmar J. Aortic stiffness is an independent predictor of all-cause and cardiovascular mortality in hypertensive patients // Hypertension, 2001, V.37, pp. 1236–1241.

14. Mas D., Gosse P., Julien V.V., Jarnier P., Lemetayer P., Clementy J. A short standardized protocol for measuring the QKD interval: comparison with 24 h monitoring and reproducibility // Blood Press. Monit., 1998, 3, pp. 227–231.

15. Meaume S., Rudnichi A., Lynch A. Aortic pulse wave velocity as a marker of cardiovascular disease in subjects over 70 years old // J. Hypertens., 2001, V.19, pp. 871–877.

16. Munakata M., Nunokawa T., Ito N., Yoshinaga K. Clinical usefulness of novel measurement device for pulse wave velocity in human (Abstract). // J. Hypertens., 2001, V.19, Suppl. 2, p. 23.

17. Yamashina A., Tomiyama H., Takeda K. Validity, reproducibility and clinical significance brachial-ankle pulse wave velocity measurement // Hypertens. Res., V. 25, pp. 359–364.