

СУТОЧНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ АРТЕРИАЛЬНОЙ РИГИДНОСТИ У МУЖЧИН С РАЗЛИЧНЫМИ ФЕНОТИПАМИ ХРОНИЧЕСКОЙ ОБСТРУКТИВНОЙ БОЛЕЗНИ ЛЕГКИХ В СОЧЕТАНИИ С АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ

Н.А. Кароли, Г.Р. Долишняя, А.П. Ребров

Кафедра госпитальной терапии ГБОУ ВПО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России; Россия, 410012, Саратов, ул. Большая Казачья, 112

Контакты: Нина Анатольевна Кароли andreyrebrov@yandex.ru

Цель исследования — изучение особенностей суточного профиля артериальной ригидности (АР) у мужчин с различными фенотипами хронической обструктивной болезни легких (ХОБЛ) в сочетании с артериальной гипертензией (АГ).

Материалы и методы. В исследование включены 78 мужчин с ХОБЛ и АГ. Пациенты были разделены на 2 группы в зависимости от фенотипа ХОБЛ: 1-я группа — больные с эмфизематозным типом, 2-я группа — с бронхитическим типом. Критерии исключения: возраст менее 40 лет и более 80 лет, сахарный диабет, ишемическая болезнь сердца, патология сосудов, хронические заболевания в фазе обострения, заболевания бронхов и легких другой этиологии. Пациентам проводились суточное мониторирование артериального давления и АР, исследование функции внешнего дыхания: спирография с проведением пробы с β_2 -агонистами короткого действия, 6-минутный тест с физической нагрузкой с определением исходно и после теста сатурации гемоглобина кислородом, тестирование с использованием САТ-теста.

Результаты. У больных обеих групп наблюдалось статистически значимое повышение $(dP/dt)_{max}$ по сравнению с пациентами группы контроля ($p < 0,05$; $p < 0,01$) как в дневные, так и в ночные часы. У пациентов с эмфизематозным типом ХОБЛ в дневные и ночные часы отмечалось увеличение АИх по сравнению с больными с бронхитическим типом ($p < 0,001$). Отмечалось статистически значимое ($p < 0,001$) повышение АИх в ночные часы в сравнении с дневными как у пациентов 1-й группы, так и у пациентов 2-й группы.

Заключение. У больных с различными фенотипами ХОБЛ отмечаются нарушение эластических свойств артерий, циркадные изменения суточных показателей АР с преимущественным нарушением жесткости сосудов в ночные часы. Выявлены взаимосвязи между суточными показателями АР и клинико-anamnestическими данными.

Ключевые слова: хроническая обструктивная болезнь легких, эмфизематозный тип, бронхитический тип, спирометрия, артериальная гипертензия, суточное мониторирование артериального давления, фенотип, ригидность артерий, время распространения пульсовой волны, индекс отражения

DOI: 10.17650/1818-8338-2015-1-37-41

24-HOUR ARTERIAL STIFFNESS VALUES IN MEN WITH DIFFERENT PHENOTYPES OF CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE CONCURRENT WITH HYPERTENSION

N.A. Karoli, G.R. Dolishnyaya, A.P. Rebrov

Department of Hospital Therapy, V.I. Razumovsky Saratov State Medical University, Ministry of Health of Russia; 112 Bolshaya Kazachya St., Saratov, 410012, Russia

Objective: to study the specific features of the daily arterial stiffness (AS) profile in men with different phenotypes of chronic obstructive pulmonary disease (COPD) concurrent with hypertension.

Subjects and methods. The investigation enrolled 78 male patients with COPD and hypertension. The patients were divided according to COPD phenotypes into 2 groups: 1) COPD patients with emphysema; 2) those with bronchitis. The exclusion criteria were less than 40 years and more than 80 years of age; diabetes mellitus; coronary heart disease; vascular diseases; an exacerbation of chronic diseases; bronchial and pulmonary diseases of another etiology. The patients underwent 24-hour blood pressure and AS monitoring, external respiratory function testing: spirometry with a short-acting β_2 -agonist test, a six-minute walk test at baseline and after a hemoglobin oxygen saturation test, and a CAT test.

Results. The patients of both groups were observed to have a statistically significant increase in $(dP/dt)_{max}$ as compared to those of the control group ($p < 0.05$; $p < 0.01$) in both the daytime and nighttime. In these periods, the COPD patients with emphysema had a higher AИх than those with bronchitis ($p < 0.001$). There was a statistically significantly ($p < 0.001$) higher AИх in the nighttime than in the daytime in Groups 1 and 2 patients.

Conclusion. The patients with different COPD phenotypes were noted to have impaired arterial elastic properties, circadian AS changes with predominantly nocturnal impaired vascular stiffness. Relationships were found between 24-hour AS values and clinicoanamnestic findings.

Key words: chronic obstructive pulmonary disease, emphysema type, bronchitis type, spirometry, hypertension, 24-hour blood pressure monitoring, phenotype, arterial stiffness, pulse wave propagation time, reflection index

Введение

Хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) ежегодно приводит к потере трудоспособности или гибели миллионов людей. Показатель смертности от ХОБЛ занимает первое место (70 %) в структуре общей смертности от болезней органов дыхания. По данным экспертов Всемирной организации здравоохранения, к 2020 г. ХОБЛ будет занимать пятое место по заболеваемости и третье место в структуре смертности среди всех болезней, т.е. распространенность и смертность будут увеличиваться [1].

По аналогии с другими заболеваниями вполне合理地 ожидать, что при нарастании степени тяжести ХОБЛ одышка как один из основных симптомов должна быть более выраженной. Однако как при среднетяжелой, так и при крайне тяжелой ХОБЛ есть пациенты с минимальной и очень выраженной одышкой. Таким образом, нет четкой корреляции между показателем объема форсированного выдоха за 1 с (ОФВ₁) (основным критерием степени тяжести ХОБЛ) и выраженностью клинической симптоматики [2]. Гетерогенность клинических симптомов у больных ХОБЛ и ее системный, полиорганный характер, разные темпы прогрессирования и частота обострений заболевания, отличительные особенности эффективности основных препаратов, используемых для лечения ХОБЛ, наличие разных сопутствующих заболеваний у больных в пределах одной и той же стадии заболевания не могут быть объяснены только прогрессирующим снижением легочной функции и падением ОФВ₁ [3]. Поэтому некоторые эксперты предлагают рассматривать ХОБЛ как гетерогенное заболевание, включающее различные подтипы, вызванные одними и теми же факторами (чаще всего курением), характеризующиеся наличием бронхиальной обструкции и обострений, но имеющие и отличительные черты. Все это определяет современную тенденцию выделения различных фенотипов болезни [4]. Наиболее активно изучаемыми являются 2 основных фенотипа ХОБЛ — эмфизематозный и бронхитический.

Возраст, стаж курения, пол и этническая принадлежность могут значительно воздействовать на прогрессирование ХОБЛ. Например, общеизвестно, что с увеличением возраста прогрессирующе снижается функция легких. Все большее внимание уделяют изучению гендерных различий в течении и лечении заболевания [5]. Важнейшим компонентом, влияющим на течение ХОБЛ, является наличие сопутствующих заболеваний. В настоящее время доказано, что одним из надежных критериев стратификации риска кардиоваскулярных осложнений является жесткость

центральных артерий. Изучение параметров артериальной ригидности (АР) является не только важным аспектом оценки состояния пациента, но и маркером оценки эффективности проводимой терапии.

Для изучения эластических свойств сосудов используются различные способы. В последние годы наметилась тенденция включения алгоритмов определения артериальной жесткости в приборы суточного мониторирования артериального давления (АД), однако суточная динамика АР изучена недостаточно. Программное обеспечение, созданное с применением технологии Vasotens, позволяет оценивать параметры ригидности сосудов в течение суток.

Известны работы, посвященные изучению показателей АР при различных состояниях: сердечно-сосудистых заболеваниях (атеросклероз, гипертоническая болезнь, ишемическая болезнь сердца), а также при сахарном диабете [6, 7]. Вместе с тем выполнено относительно небольшое количество работ, посвященных изучению механических свойств артерий у больных с респираторными заболеваниями [8–10]. В литературе отсутствуют данные по изучению суточных показателей АР у пациентов в зависимости от фенотипов ХОБЛ.

Цель исследования — изучение особенностей суточного профиля АР у мужчин с различными фенотипами ХОБЛ в сочетании с артериальной гипертензией (АГ).

Материалы и методы

В открытое исследование включены 78 мужчин с ХОБЛ и АГ, находившихся на обследовании и лечении в отделении пульмонологии Областной клинической больницы г. Саратова, подписавших информированное согласие на участие в исследовании. Средний возраст пациентов составил $63,0 \pm 8,2$ года. Согласно стандартам Глобальной стратегии диагностики, лечения и профилактики ХОБЛ Международной инициативной группы по проблемам ХОБЛ (GOLD), II стадия заболевания констатирована у 20 больных, III стадия — у 33, IV стадия — у 25. Средняя длительность ХОБЛ составила $7,5 \pm 5,2$ года, средняя продолжительность АГ — $6,0 \pm 5,7$ года. Обследованные пациенты были разделены на 2 группы в зависимости от фенотипов ХОБЛ: 1-ю группу составили больные с эмфизематозным типом, 2-ю группу — пациенты с бронхитическим типом. В 1-ю группу вошли 48 мужчин в возрасте $63,0 \pm 8,5$ года. Средняя длительность ХОБЛ достигла $6,7 \pm 4,4$ года, средняя продолжительность АГ — $5,8 \pm 4,3$ года. У 30 мужчин 2-й группы в возрасте $63,0 \pm 6,8$ года длительность ХОБЛ составила $7,7 \pm 5,5$ года, АГ — $6,5 \pm 5,1$ года. Пациенты обеих групп были сопо-

Таблица 1. Характеристика больных ХОБЛ и АГ ($M \pm \sigma$)

Показатель	Эмфизематозный тип, $n = 48$	Бронхитический тип, $n = 30$
Возраст, годы	$63,0 \pm 8,5$	$63,0 \pm 6,8$
Длительность ХОБЛ, годы	$6,7 \pm 4,4$	$7,7 \pm 5,5$
Длительность АГ, годы	$5,8 \pm 4,3$	$6,5 \pm 5,1$
Систолическое АД, мм рт. ст.	$141,7 \pm 13,2$	$139,8 \pm 12,5$
Диастолическое АД, мм рт. ст.	$86,4 \pm 7,3$	$85,8 \pm 7,9$
ОФВ ₁ , % от нормы	$45,5 \pm 10,1$	$48,6 \pm 10,5$

ставимы по полу, возрасту, длительности ХОБЛ и АГ, уровню систолического и диастолического АД и проводимой терапии (табл. 1). Все обследованные пациенты с ХОБЛ и АГ принимали бронхолитики, 52,4 % получали антигипертензивные препараты.

Критериями исключения явились: возраст менее 40 лет и более 80 лет, наличие сахарного диабета, ишемической болезни сердца, патологии сосудов, хронические заболевания в фазе обострения, заболевания бронхов и легких другой этиологии.

Группу контроля составили 22 практически здоровых мужчины без ХОБЛ и АГ. Средний возраст пациентов группы контроля составил $62,6 \pm 8,2$ года. Всем пациентам проводилось суточное мониторирование АД и АР с использованием аппарата BPLab МнСДП-2 (Петр Телегин, Россия). Для оценки АР использованы время распространения пульсовой волны (pulse transit time, РТТ₂), максимальная скорость нарастания АД (dP/dt)_{max}, индекс отражения (augmentation index, AIx).

РТТ₂ – время, за которое пульсовая волна давления проходит некоторый заданный участок артерий. Определение РТТ₂ основано на идентификации отражения от бифуркации аорты в записи сфигмограммы АД. РТТ₂ представляет собой время распространения пульсовой волны по соответствующим участкам артерий. РТТ₂ в большей степени характеризует свойства центральных артерий.

Показатель (dP/dt)_{max} отражает максимальную скорость нарастания АД в плечевой артерии. Определяется как максимальная производная давления в артерии по времени. Этот показатель косвенно отражает как АР, так и сократительную способность миокарда. Измеряется в мм рт. ст. в секунду.

AIx определяется как соотношение амплитуд прямой и отраженной от бифуркации аорты составляющих пульсовой волны, выраженное в процентах. В норме отраженная компонента всегда меньше прямой, а показатель AIx отрицательный. В случае высокой АР отраженная компонента может превышать прямую, а величина AIx становится положительной.

Нормативы для перечисленных показателей при суточном мониторировании АР пока являются

предметом исследований. Тем не менее существуют нормативы для однократных измерений, которые можно применить и к средним значениям величин за время мониторирования [11]. Так, нормальным принимается значение индекса аугментации, скорректированного по частоте сердечных сокращений, меньше –10 %. Значение равное или больше –10 % является патологическим [11].

Также проводилось исследование функции внешнего дыхания: спирография с проведением пробы с β_2 -агонистами короткого действия, артериография, эхокардиография (ЭхоКГ), 6-минутный тест с физической нагрузкой с определением индекса десатурации, тестирование с использованием САТ-теста.

Статистическая обработка производилась при помощи пакета статистических программ Statistica 7 (Statsoft). Данные, имеющие нормальное распределение, представлены в виде средних арифметических значений и стандартного отклонения ($M \pm \sigma$). Использовали описательную статистику, при сравнении выборок – t-критерий Стьюдента. Для оценки взаимосвязи между отдельными показателями использовали корреляционный анализ с расчетом коэффициента корреляции по Пирсону. Различия между изучаемыми параметрами признавали статистически значимыми при уровне $p < 0,05$.

Результаты

Установлено снижение эластичности сосудистой стенки у пациентов с различными фенотипами ХОБЛ. Так, у больных обеих групп наблюдалось статистически значимое повышение (dP/dt)_{max} по сравнению с пациентами группы контроля ($p < 0,05$; $p < 0,01$) как в дневные, так и в ночные часы (табл. 2). У пациентов с эмфизематозным типом ХОБЛ в дневные и ночные часы отмечалось увеличение AIx по сравнению с больными с бронхитическим типом ($p < 0,001$). Изучены циркадные изменения суточных показателей АР. Наиболее очевидные нарушения упруго-эластических свойств артерий, в частности значимое повышение AIx, установлены в ночные часы у пациентов с эмфизематозным типом ХОБЛ.

Патологически измененный показатель AIx определялся у большего количества обследованных 1-й группы (табл. 3). Наибольшее количество больных с увеличенным AIx отмечено в ночные часы в обеих группах (75,0 и 46,7 % в 1-й и 2-й группах соответственно). У больных 1-й группы значимо чаще отмечалось повышение AIx в дневные и ночные часы в сравнении со 2-й группой ($p < 0,01$).

Отмечалось статистически значимое ($p < 0,001$) повышение AIx в ночные часы как у пациентов 1-й группы (средний AIx ночью 13,3 %, днем 1,1 %), так и у пациентов 2-й группы (средний AIx ночью –7,1 %, днем –17,7 %).

Нами проведено исследование взаимосвязи суточных показателей жесткости артерий у больных ХОБЛ

Таблица 2. Средние значения суточных показателей АР у больных с разными фенотипами ХОБЛ ($M \pm \sigma$)

Показатель	Эмфизематозный тип, $n = 48$	Бронхитический тип, $n = 30$	Группа контроля, $n = 22$
День			
РТТ ₂ , мс	$89,6 \pm 18,4^*$	$89,7 \pm 14,5^*$	$105,3 \pm 17,6$
$(dP/dt)_{\max}$, мм рт. ст. в секунду	$510,2 \pm 100,3^{***}$	$596,0 \pm 157,8^{**}$	$391,4 \pm 82,4$
AIx, %	$1,1 \pm 18,9^{*****}$	$-17,7 \pm 9,7^*$	$-19,9 \pm 17,6$
Ночь			
РТТ ₂ , мс	$98,2 \pm 27,4^*$	$92,8 \pm 15,3^{**}$	$111,5 \pm 21,4$
$(dP/dt)_{\max}$, мм рт. ст. в секунду	$440,4 \pm 131,4^{**}$	$511,5 \pm 132,7^{**}$	$358,1 \pm 80,3$
AIx, %	$13,3 \pm 23,6^{*****}$	$-7,1 \pm 19,7^*$	$-13,5 \pm 22,8$

Примечание. * — значимость различий со 2-й группой $p < 0,05$; ** — значимость различий со 2-й группой $p < 0,01$; *** — значимость различий со 2-й группой $p < 0,001$; * — значимость различий с группой контроля $p < 0,05$; ** — значимость различий с группой контроля $p < 0,01$; *** — значимость различий с группой контроля $p < 0,001$.

Таблица 3. Показатели суточного мониторинга АР у больных с разными фенотипами хронической обструктивной болезни легких

Показатель	Эмфизематозный тип, $n = 48$		Бронхитический тип, $n = 30$	
	n	%	n	%
День				
AIx 80, % норма	15	31,3	23	76,7
AIx 80, % не норма	33	68,8**	7	23,3
Ночь				
AIx 80, % норма	12	25,0	16	53,3
AIx 80, % не норма	36	75,0**	14	46,7

Примечание. ** — значимость различий со 2-й группой $p < 0,001$; AIx 80 — индекс аугментации, скорректированный по частоте сердечных сокращений.

и АГ и клинико-патологических показателей. В 1-й группе статистически значимая корреляционная зависимость обнаруживалась между РТТ₂ и оценкой качества жизни пациентов с ХОБЛ согласно результатам САТ-теста ($r = -0,3$; $p < 0,05$), артериографии (с брахиальным AIx $r = 0,6$; $p < 0,001$; с аортальным AIx $r = 0,5$; $p < 0,001$). Между $(dP/dt)_{\max}$ и возрастом величина корреляционной связи составила 0,3 ($p < 0,05$), SaO₂ — $-0,4$ ($p < 0,05$). Также корреляционная зависимость обнаруживалась между AIx и показателями артериографии, индексом массы тела (ИМТ) ($r = -0,4$; $p < 0,05$), SaO₂ ($r = -0,5$; $p < 0,01$).

У больных с бронхитическим типом ХОБЛ и АГ установлена взаимосвязь между AIx и холестерином сыворотки крови ($r = 0,7$; $p < 0,05$), длительностью АГ ($r = 0,5$; $p < 0,05$), ИМТ ($r = -0,4$; $p < 0,05$), показателями артериографии (с брахиальным AIx $r = 0,4$; $p < 0,05$; с аортальным AIx $r = 0,4$; $p < 0,05$). Между $(dP/dt)_{\max}$ и ИМТ величина корреляционной связи составила 0,5 ($p < 0,01$), тестом с 6-минутной ходьбой и показателями артериографии — $-0,6$ ($p < 0,01$). Также корреляцион-

ная зависимость обнаруживалась между РТТ₂ и показателями ЭхоКГ: толщиной передней стенки правого желудочка ($r = -0,6$; $p < 0,05$), размерами правого предсердия ($r = -0,6$; $p < 0,05$); SaO₂ ($r = -0,4$; $p < 0,05$).

Обсуждение

Наличие кардиоваскулярных эффектов ХОБЛ в настоящее время не вызывает сомнений. В условиях гипоксемии, оксидативного стресса, системного воспаления, нейрогуморальной дисфункции создаются все условия для развития кардиоваскулярных нарушений, в частности для повышения ригидности сосудистой стенки, что в свою очередь является независимым предиктором общей и сердечно-сосудистой смертности. На современном этапе установлено, что пациенты с разными фенотипами ХОБЛ различаются не только по основным параметрам тяжести обструктивных нарушений, стадийности ХОБЛ, но и по совокупности внелегочных системных проявлений и частоте встречаемости сердечно-сосудистых заболеваний.

Сосуды — один из главных органов-мишеней, которые поражаются при различных заболеваниях [6]. У больных ХОБЛ нарушаются механические свойства центральных артерий, что выражается в повышении АР. В литературе отсутствуют данные по изучению суточных показателей АР у пациентов с различными фенотипами ХОБЛ.

В ходе данного исследования нами установлено нарушение упруго-эластических свойств сосудистой стенки у пациентов с различными фенотипами ХОБЛ. Особый интерес представляет изучение циркадных изменений суточных показателей АР. Наиболее очевидные нарушения упруго-эластических свойств артерий установлены в ночные часы у пациентов как с бронхитическим, так и с эмфизематозным типом ХОБЛ, с преобладанием пациентов 1-й группы. Полученные данные, возможно, объясняются наличием необратимых изменений сосудистой стенки, в результате чего в ночное время суток становится недостаточной полноценная релаксация, обусловленная активацией парасимпатического отдела вегетативной нервной системы.

По данным литературы, возраст существенно влияет на жесткость артерий. В данной работе также выявлена взаимосвязь между возрастом и одним из наиболее значимых предикторов кардиоваскулярного риска — РТТ₂ [12].

Нами выявлены некоторые взаимосвязи между показателями АР и параметрами ЭхоКГ, отражающими проявления ремоделирования правых отделов сердца (хроническое легочное сердце). Данные взаимосвязи более характерны для пациентов с бронхитическим типом ХОБЛ.

Необходимо дальнейшее исследование показателей АР у больных ХОБЛ.

Заключение

У больных с различными фенотипами ХОБЛ отмечалось нарушение эластических свойств артерий. Преимущественные нарушения, в частности повышение среднего значения А1х, увеличение количества пациентов с патологическим показателем А1х, отмечались у пациентов с эмфизематозным типом ХОБЛ. Наблюдались циркадные изменения суточных показателей АР с преимущественным нарушением жесткости сосудов в ночные часы. Наибольшие изменения АР в ночные часы выявлены у пациентов с эмфизематозным типом. По данным корреляционного анализа, у больных с различными фенотипами ХОБЛ суточные показатели АР имели статистически значимую взаимосвязь с большинством клинико-анамнестических данных.

ЛИТЕРАТУРА

- Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD). Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease. Revised 2011. Available from: <http://www.goldcopd.org>.
- Королева А.А., Журавков Ю.Л. Фенотипы хронической обструктивной болезни легких. Военная медицина 2013;2(27): 41–53. [Koroleva A.A., Zhuravkov Yu.L. Phenotypes of chronic obstructive pulmonary disease. Voennaya meditsina = Military Medicine 2013;2(27):41–53. (In Russ.)].
- Han M.K., Agusti A., Calverley P.M. et al. Chronic obstructive pulmonary disease phenotypes: the future of COPD. Am J Respir Crit Care Med 2010;182(5):598–604.
- Ли В.В., Задонченко В.С., Адашева Т.В. и др. Хроническая обструктивная болезнь легких и артериальная гипертензия — метафизика и диалектика. CardioСоматика 2013;(1):5–10. [Lee V.V., Zadionchenko V.S., Adasheva T.V. et al. Chronic obstructive pulmonary disease and arterial hypertension: metaphysics and dialectics. CardioSomatics 2013;(1):5–10. (In Russ.)].
- Jennings J.H., Digiovine B., Obeid D., Frank C. The association between depressive symptoms and acute exacerbations of COPD. Lung 2009;187(2):128–35.
- Орлова Я.А., Агеев Ф.Т. Жесткость артерий как интегральный показатель сердечно-сосудистого риска: физиология, методы оценки и медикаментозной коррекции. Сердце 2006;5(2):65–9. [Orlova Ya.A., Ageyev F.T. Arterial rigidity as an integral indicator of cardiac risk: physiology, methods of assessment and medicament correction. Serdtse = Heart 2006;5(2):65–9. (In Russ.)].
- Ребров А.П., Никитина Н.М., Кароли Н.А. и др. Жесткость артерий в зависимости от наличия факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний. Терапевтический архив 2009;81(3):54–7. [Rebrov A.P., Nikitina N.M., Karoli N.A. et al. Arterial rigidity depending on availability of cardiac risk factors. Terapevticheskiy arhiv = Therapeutic Archive 2009;81(3):54–7. (In Russ.)].
- Гельцер Б.И., Бродская Т.А., Невзорова В.А. Оценка артериальной ригидности у больных хронической обструктивной болезнью легких. Пульмонология 2008;(1):45–50. [Heltzer B.I., Brodskaya T.A., Nevzorova V.A. Arterial rigidity assessment of patients with chronic obstructive pulmonary disease. Pul'monologiya = Pulmonology 2008;(1):45–50. (In Russ.)].
- Кароли Н.А., Долишная Г.Р., Ребров А.П. Артериальная ригидность у больных хронической обструктивной болезнью легких. Клиническая медицина 2012;90(9):38–42. [Karoli N.A., Dolishnaya G.R., Rebrov A.P. Arterial rigidity of patients with chronic obstructive pulmonary disease. Klinicheskaya meditsina = Clinical Medicine 2012;90(9): 38–42. (In Russ.)].
- Макарова М.А., Авдеев С.Н., Чучалин А.Г. Артериальная ригидность и эндотелиальная дисфункция у пациентов с хронической обструктивной болезнью легких: что первично? Пульмонология 2011;(6):73–9. [Makarova M.A., Avdeyev S.N., Chuchalin A.G. Arterial rigidity and endothelial dysfunction of patients with chronic obstructive pulmonary disease: what is the primary factor? Pul'monologiya = Pulmonology 2011;(6):73–9. (In Russ.)].
- Руководство пользователя ПО BPLab v.3.0 (редакция 04.2009). Часть 1. Нижний Новгород, 2009. [BPLab v.3.0 (version 04.2009) Software User Manual. Part 1. Nizhny Novgorod, 2009. (In Russ.)].
- Кочкина М.С., Затеишиков А.А., Сидоренко Б.А. Измерение жесткости артерий и ее клиническое значение. Кардиология 2005;45(1):64–72. [Kochkina M.S., Zateyshchikov A.A., Sidorenko B.A. Arterial rigidity measurement and its clinical significance. Kardiologiya = Cardiology 2005;45(1):64–72. (In Russ.)].