

Влияние физических тренировок на динамику артериального давления и состояние органов-мишеней у больных артериальной гипертензией

Н.И. Громнацкий, В.А. Новиков, В.Н. Шиленок

Курский государственный медицинский университет, Курск, Россия

Physical training influence on blood pressure dynamics and target organs status in arterial hypertension patients

N.I. Gromnatsky, V.A. Novikov, V.N. Shilenok

Kursk State Medical University, Kursk, Russia

Цель. Изучить антигипертензивное действие и влияние на структурно-функциональное состояние левого желудочка (ЛЖ) сердца, мозговое кровообращение и сосудодвигательную функцию эндотелия физических тренировок (ФТ) у больных артериальной гипертензией (АГ).

Материал и методы. Обследованы 74 больных АГ в исходном состоянии на фоне индифферентной терапии в течение 2 недель и после курса ФТ длительностью один месяц. Эффективность ФТ оценивалась по данным суточного мониторирования артериального давления (СМАД). Влияние на органы-мишени определяли с помощью эхокардиографии, транскраниального дуплексного сканирования мозговых сосудов с использованием функциональных нагрузочных тестов метаболической и миогенной направленности и ультразвукового исследования функции эндотелия.

Результаты. ФТ в течение месяца эффективны в качестве метода антигипертензивной терапии у 47% больных АГ. Отмечено снижение среднесуточных показателей и индексов «нагрузки давлением» систолического и диастолического АД. ФТ не оказывали влияния на структурные показатели ЛЖ. У пациентов с антигипертензивным эффектом ФТ увеличивалась скорость раннего диастолического наполнения ЛЖ, повысились индексы периферического сопротивления интракраниальных мозговых артерий, выявлена положительная динамика показателей ауторегуляции мозгового кровообращения. Улучшение эндотелий-зависимой вазодилатации отмечено у больных АГ независимо от влияния ФТ, однако оно более выражено у больных с существенным снижением АД.

Заключение. Эффективность ФТ в плане снижения системного АД у больных АГ I и II степеней составила 47%. Положительное влияние ФТ на органы-мишени более выражено в случаях с достаточным антигипертензивным эффектом.

Ключевые слова: артериальная гипертензия, физические тренировки, антигипертензивный эффект, органы-мишени.

Aim. To study physical training (PT) antihypertensive effects and influence on left ventricular (LV) structure and function, cerebral blood flow, and endothelial vasokinetic function in patients with arterial hypertension (AH).

Material and methods. In total, 74 AH patients were examined at baseline, while receiving two-week indifferent therapy, and then after one-month PT course. PT effectiveness was assessed by 24-hour blood pressure monitoring (BPM). Target organ influence was assessed by echocardiography, transcranial duplex sonography of cerebral vessels, with functional metabolic and myogenic tests, as well as with ultrasound endothelial function assessment.

Results. One-month PT was effective as a method of antihypertensive therapy in 47% of the patients. For systolic and diastolic BP, mean daily figures and BP load indices were reduced. PT did not affect LV structure. In patients with antihypertensive PT effect, LV early diastolic filling velocity increased, as well as peripheral resistance indices for intracranial cerebral arteries. Positive dynamics of cerebral blood flow auto-regulation was observed. Endothelium-dependent vasodilatation improvement was observed in all AH patients, regardless of PT effect, but more significantly in BP reducers.

Conclusion. PT effectiveness for systemic BP reduction in Stage I-II AH patients reached 47%. Beneficial PT effects on target organs were more manifested in individuals with greater BP reduction.

Key words: Arterial hypertension, physical training, antihypertensive effect, target organs.

© Коллектив авторов, 2006

Тел.: (4712) 52-98-56

e-mail: novikov@kursknet.ru

В соответствии с рекомендациями ВНОК 2001, 2004 лечение больных артериальной гипертонией (АГ) с низким и умеренным риском развития сердечно-сосудистых осложнений (ССО) возможно немедикаментозными средствами [3]. Одним из них являются аэробные физические тренировки (ФТ). По данным мета-анализа регулярные ФТ снижают уровень систолического артериального давления (САД) на 3,84, а диастолического (ДАД) на 2,58 мм рт.ст. в общей популяции [10] и могут явиться альтернативой медикаментозному лечению АГ.

ФТ обладают полифакторным действием у больных АГ. Регулярные аэробные нагрузки (ФН) не только снижают системное АД, массу тела (МТ) и нормализуют липидный спектр (ЛС) крови [4], но также влияют на процессы ремоделирования сердечно-сосудистой системы. Существуют данные о зависимости между системным АД и гипертрофией левого желудочка (ГЛЖ) [9], диастолической функцией ЛЖ [8], функцией эндотелия [6] на фоне ФТ. Изменения системного АД способствуют активации функциональной и структурной адаптации мозгового кровообращения [2].

Целью данного исследования явилась оценка антигипертензивного действия ФТ и их влияния на структурно-функциональное состояние ЛЖ сердца, мозговое кровообращение и вазомоторную функцию эндотелия.

Материал и методы

Обследованы 74 пациента с АГ I и II степеней, в т.ч. 29 мужчин и 45 женщин. Диагноз установлен на основании рекомендаций ВОЗ/МОАГ, 1999. АГ I степени имела место у 54 больных (73%), II степени – у 20 (27%). Средний возраст больных – $45,24 \pm 1,46$ года. Средняя продолжительность заболевания – $7,45 \pm 0,62$ года.

Из исследования исключались лица: с потенциально системно-гемодинамически значимым стеноокклюзирующим поражением магистральных артерий головы и крупных артерий основания мозга при сужении просвета сосуда любой из перечисленных локализаций по диаметру $> 50\%$; клиническими и лабораторными признаками сахарного диабета (СД); воспалительным поражением сосудистой системы мозга (васкулитов различной этиологии); недостаточностью кровообращения II-III стадий согласно классификации Н.Д.Стражеско, В.Х.Василенко 1935 вследствие ишемической болезни сердца (ИБС), пороков сердца и кардиомиопатий; с нарушениями сердечного ритма; грубыми изменениями гемореологических показателей; энцефалопатией, острыми нарушениями мозгового кровообращения в анамнезе; заболеваниями опорно-двигательного аппарата, ограничивающими возможность велопедального.

Перед началом обследования больным была отмечена предшествующая антигипертензивная терапия с последующим проведением индифферентного лечения в течение двух недель в условиях привычной диеты и трудовой деятельности.

Степень выраженности АГ оценивали путем суточного мониторирования (СМ) АД. Учитывали среднесуточные значения и индексы «нагрузки давлением» – индекс времени (ИВ) и индекс площади (ИП) для САД и ДАД.

Структурно-функциональное состояние ЛЖ характеризовали по результатам эхокардиографии (ЭхоКГ). Из морфологических параметров определяли конечный диастолический и конечный систолический размеры ЛЖ (КДР ЛЖ и КСР ЛЖ), толщину межжелудочковой перегородки и задней стенки ЛЖ (МЖП и ЗСЛЖ), рассчитывали массу миокарда ЛЖ (ММЛЖ). Диастолическую функцию ЛЖ характеризовали скорость первого и второго пиков митрального потока (V_e и V_a), их соотношение (V_e/V_a), время замедления первого пика (DT_e), а также длительность периода изометрического расслабления (IVRT).

Состояние мозгового кровообращения исследовали путем ультразвукового транскраниального дуплексного сканирования с проведением функциональных нагрузочных тестов. В фоновом состоянии оценивали скоростные параметры – пиковую систолическую, конечную диастолическую и среднюю скорости, а также индексы периферического сопротивления – индекс пульсативности (PI) и резистивный индекс (RI). В качестве нагрузочных тестов метаболической направленности применяли пробу сжатия кисти, миогенной направленности – пробу с сублингвальным приемом нитроглицерина [2]. Рассчитывали индексы реактивности (ИРмет) и (ИРмиог) по динамике средней скорости кровотока в средней мозговой артерии (СМА). Соотношение указанных индексов (КВ мет/миог) характеризовало напряжение различных механизмов ауторегуляции мозгового кровообращения. Вазомоторную функцию эндотелия исследовали с помощью ультразвука высоко-го разрешения [1].

Определяли скорость кровотока в плечевой артерии (ПА) после декомпрессии ($V_{гипер}$) и ее относительный прирост ($DV_{гипер}$). Оценивали абсолютное значение и относительный прирост диаметра (D) ПА на фоне реактивной гиперемии ($D_{гипер}$, $\Delta D_{гипер}$) и приема нитроглицерина ($D_{нитро}$, $\Delta D_{нитро}$).

Больных АГ обследовали дважды: исходно и в финале ФТ. Последние проводились в качестве самостоятельного метода антигипертензивного лечения. Применяли велотренировки (ВТ) периодичностью 3-4 раза в неделю, обеспечивающие по данным литературы антигипертензивный эффект [3]. ФН состояла из вступительного (5 минут), основного (25-35 минут) и заключительного этапов (5 минут). Интенсивность ФН в основном периоде составляла 60%-80% от максимально выполненной при велоэргометрии (ВЭМ).

При статистической обработке результатов использовали пакеты прикладных программ Microsoft Excel 2000 и STATISTICA 6.0 (StatSoft). Достоверность полученных результатов оценивали с помощью критерия Стьюдента или непараметрического критерия Вилкоксона для парных величин. Результаты представлены в виде средних величин и ошибки средних величин ($M \pm m$).

Таблица 1

Изменение диастолической функции ЛЖ сердца на фоне ФТ и с учетом их антигипертензивного эффекта

Показатель	Наличие антигипертензивного эффекта ФТ, n=35		p ₁	Отсутствие антигипертензивного эффекта ФТ, n=39	
	перед ФТ	на фоне ФТ		перед ФТ	на фоне ФТ
Ve, см/с	42,14±1,11	46,21±1,47**	<0,05	46,14±1,29	48,07±1,15
Va, см/с	56,00±1,06	55,68±0,70	>0,05	53,14±1,04	51,77±0,90
Ve/Va	0,79±0,01	0,83±0,02	<0,001	0,90±0,02	0,94±0,01
DTe, с	0,21±0,01	0,18±0,01	>0,05	0,19±0,01	0,17±0,01
IVRT, с	0,12±0,01	0,11±0,01	>0,05	0,11±0,01	0,11±0,01

Примечание: p₁ – достоверность различий между группами с наличием и отсутствием антигипертензивного эффекта исходно; * – p<0,05, ** – p<0,01, *** – p<0,001 – достоверность различий на фоне ФТ для каждой из групп по сравнению с исходным состоянием.

Результаты

По данным СМ АД у больных АГ наблюдали антигипертензивный эффект ФТ: уменьшились среднесуточные показатели САД с 145,57±2,09 до 137,93±2,03 мм рт.ст. ($\Delta=-7,6\pm 1,83$, p<0,01) и ДАД с 92,64±1,82 до 84,57±1,67 мм рт.ст. ($\Delta=-8,1\pm 2,41$, p<0,01). Положительная динамика степени выраженности АГ подтверждается изменением параметров «нагрузки давлением»: снизились ИВ САД – $\Delta=-15,39\pm 5,14\%$ (p<0,05), ИВ ДАД – $\Delta=-14,69\pm 4,72\%$ (p<0,05) и ИП САД – $\Delta=-114,57\pm 27,04$ мм рт.ст. х ч/24 ч (p<0,01), ИП ДАД – $\Delta=-74,07\pm 22,58$ мм рт.ст. х ч/24 ч (p<0,01).

Таким образом, у больных АГ был выявлен мягкий антигипертензивный эффект ФТ. Однако, на фоне ФТ примерно у половины больных отмечалось незначительное снижение или даже повышение среднесуточных значений АД. В связи с этим пациенты с АГ были подразделены по конечному (после 1 месяца ВТ) антигипертензивному эффекту на две группы: I – с положительным эффектом ФТ; II – с отсутствием эффекта ФТ.

Достаточным антигипертензивным эффектом признаны нормализация АД (САД \leq 130 и ДАД \leq 80 мм рт.ст.) или снижение САД и/или ДАД на ≥ 5 мм рт.ст. по среднесуточным данным СМАД. I группу составили 35 больных (47%), II – 39 (53%). В дальнейшем анализ проводился с учетом антигипертензивного действия ВТ.

По данным ЭхоКГ структурные показатели ЛЖ не отличались между отдельными группами больных АГ. Выраженность диастолической функции ЛЖ преобладала в группе больных с положительным антигипертензивным эффектом ФТ (таблица 1).

При динамическом наблюдении не было выявлено существенных изменений структурных показателей ЛЖ на фоне ФТ. Однако ди-

астолическая функция характеризовалась положительными изменениями скорости раннего наполнения ЛЖ у больных с наличием антигипертензивного эффекта ФТ. В частности, Ve увеличилась – $\Delta=4,07\pm 0,94$ см/с (p<0,01). На фоне стабильного Va динамика Ve/Va оказалась статистически недостоверной, $\Delta=0,04\pm 0,03$. Недостоверными были также изменения временных показателей DTe – $\Delta=0,03\pm 0,01$ с и IVRT – $\Delta=0,01\pm 0,01$ с. В группе больных АГ с отсутствием антигипертензивного эффекта ФТ показатели диастолической функции ЛЖ не были подвержены существенной динамике.

Показатели мозгового кровообращения больных с различным антигипертензивным эффектом ФТ в исходном состоянии оказались сравнимы по скоростным параметрам кровотока. Различия между этими группами больных были выявлены с учетом индексов периферического сопротивления (таблица 2). У больных АГ с отсутствием антигипертензивного влияния ФТ отмечалось большее повышение RI и RI СМА. Показатели ауторегуляции характеризовались снижением метаболического резерва у больных обеих групп, причем нарушение соотношения активности метаболического и миогенного механизмов регуляции преобладало у пациентов I группы.

Скоростные показатели кровотока в мозговых артериях на фоне ФТ существенно не изменились. В то же время регулярные ФТ способствовали повышению периферического сопротивления у больных с положительным антигипертензивным действием, увеличились RI СМА – $\Delta=0,07\pm 0,02$ (p<0,05) и RI СМА – $\Delta=0,04\pm 0,01$ (p<0,01); повысилось периферическое сопротивление в бассейнах передней (ПМА) и задней (ЗМА) мозговых артерий по данным RI – $\Delta=0,05\pm 0,01$ (p<0,01) и $\Delta=0,03\pm 0,01$ (p<0,05), соответственно.

Таблица 2

Изменение показателей мозгового кровообращения на фоне ФТ и с учетом их антигипертензивного действия

Показатель	Наличие антигипертензивного эффекта ФТ		p ₁	Отсутствие антигипертензивного эффекта ФТ	
	перед ФТ	на фоне ФТ		перед ФТ	на фоне ФТ
		n=57		n=65	
PI СМА	0,86±0,02	0,93±0,02*	<0,05	0,93±0,02	0,92±0,02
RI СМА	0,54±0,01	0,58±0,01**	<0,05	0,58±0,01	0,59±0,01
		n=29		n=34	
PI ПМА	0,85±0,03	0,92±0,02	>0,05	0,86±0,03	0,87±0,02
RI ПМА	0,55±0,01	0,60±0,01**	>0,05	0,54±0,01	0,54±0,01
		n=31		n=35	
PI ЗМА	0,82±0,02	0,84±0,02	>0,05	0,84±0,02	0,84±0,02
RI ЗМА	0,55±0,01	0,58±0,01*	>0,05	0,54±0,01	0,53±0,01
		n=31		n=34	
ИР _{мет}	1,01±0,03	1,15±0,02***	>0,05	1,08±0,03	1,07±0,03
ИР _{миог}	1,34±0,04	1,25±0,02*	>0,05	1,26±0,02	1,20±0,03
КВ мет/миог	0,75±0,03	0,92±0,02***	<0,05	0,89±0,03	0,93±0,02

Примечание: p₁ – достоверность различий между группами с наличием и отсутствием антигипертензивного эффекта в исходном состоянии; * – p<0,05, ** – p<0,01, *** – p<0,001 – достоверность различий на фоне ФТ для каждой из групп по сравнению с исходным состоянием.

Повышение индексов периферического сопротивления у больных АГ I группы на фоне ФТ сопровождалось изменением состояния ауторегуляции. В частности, в пробе метаболической направленности повысилось значение ИР_{мет} – $\Delta=0,14\pm0,03$ (p<0,001), при этом ИР_{миог} снизился – $\Delta=-0,09\pm0,03$ (p<0,05). В соответствии с такой динамикой индексов реактивности КВ мет/миог увеличился – $\Delta=0,17\pm0,04$ (p<0,001).

В группе больных АГ с отсутствием эффекта ФТ существенной динамики индексов периферического сопротивления и параметров ауторегуляции не наблюдалось.

Эндотелиальная вазомоторная функция оказалась нарушенной у больных обеих групп исходно (таблица 3). Динамика вазомоторной функции эндотелия характеризовалась снижением скорости кровотока при реактивной гиперемии V_{гипер} у больных обеих групп; уменьшение составило $\Delta=-0,26\pm0,05$ м/с (p<0,001) у пациентов с наличием антигипертензивного влияния ФТ и $\Delta=-0,24\pm0,04$ м/с (p<0,001) у лиц при его отсутствии. Соответственно снизился и прирост скорости в % $\Delta V_{гипер}$ – $\Delta=-31,0\pm2,75\%$ (p<0,001) и $\Delta=-26,3\pm3,89\%$ (p<0,001). В I группе больных, несмотря на ослабление стимулирующего действия потока крови, существенно повысились абсолютное значение D_{гипер} – $\Delta=0,16\pm0,02$ мм (p<0,001) и прирост диаметра $\Delta D_{гипер}$ – $\Delta=3,36\pm0,62\%$ (p<0,001) в пробе с реактивной гиперемией, тогда как в группе

больных с отсутствием антигипертензивного действия ФТ из показателей эндотелий-зависимой вазодилатации единственным достоверным изменением явилось повышение D_{гипер} – $\Delta=0,07\pm0,02$ мм (p<0,05). ФТ не оказали влияния на эндотелий-независимую вазодилатацию ПА (D_{нитро}, $\Delta D_{нитро}$) у больных АГ обеих групп.

Обсуждение

Результаты исследования показали, что ФТ оказывают разностороннее влияние на органы-мишени у больных АГ, при этом часть эффектов зависит от степени снижения АД, а также опосредуется через другие механизмы. Улучшение вазомоторной функции эндотелия у больных АГ обеих групп позволяет предположить, что эти изменения являются результатом влияния ФТ. Более выраженные изменения в сосудодвигательной функции эндотелия у пациентов с наличием антигипертензивного эффекта ФТ свидетельствует, вероятно, о влиянии амплитуды снижения АД на функциональное состояние эндотелия.

Наряду с этим, преобладающее большинство положительных перемен, а именно, индексов периферического сопротивления мозговых артерий, цереброваскулярной реактивности, диастолической функции ЛЖ зарегистрированы только в группе больных АГ с наличием антигипертензивного влияния ФТ и, вероятно, они опосредуются снижением системного АД.

Таблица 3

Изменение вазомоторной функции эндотелия у больных АГ на фоне ФТ и с учетом их антигипертензивного влияния

Показатель	Наличие антигипертензивного эффекта ФТ, n=35		p ₁	Отсутствие антигипертензивного эффекта ФТ, n=39	
	перед ФТ	на фоне ФТ		перед ФТ	на фоне ФТ
V _{гипер} , м/с	2,06±0,04	1,80±0,04***	>0,05	1,97±0,04	1,73±0,03***
ΔV _{гипер} , %	171,1±3,62	140,1±4,20***	>0,05	169,9±4,40	143,6±3,14***
Δ _{гипер} , мм	4,33±0,02	4,49±0,02***	>0,05	4,31±0,02	4,38±0,02*
ΔD _{гипер} , %	3,29±0,70	6,65±0,59***	>0,05	3,60±0,88	4,78±0,82
Δ _{нитро} , мм	4,84±0,02	4,86±0,02	>0,05	4,80±0,02	4,85±0,02
ΔD _{нитро} , %	15,14±0,85	15,57±0,87	>0,05	15,43±0,88	16,04±0,84

Примечание: p₁ – достоверность различий между группами с наличием и отсутствием антигипертензивного эффекта исходно; * – p<0,05, ** – p<0,01, *** – p<0,001 – достоверность различий на фоне ФТ для каждой из групп по сравнению с исходным состоянием.

Повышение индексов периферического сопротивления мозговых артерий при снижении системного АД представляется на первый взгляд парадоксальным явлением, в связи с чем необходимо учитывать влияние механизмов ауторегуляции на цереброваскулярное сопротивление. По мнению некоторых авторов повышение АД первоначально вызывает кратковременную генерализованную констрикцию мозговых сосудов, а затем следует вторичная активация метаболического контура с дилатацией артериол и снижением периферического сопротивления [2]. Показатели RI и RI CMA были ниже в группе больных АГ с положительным эффектом ФТ, у которых АД оказалось повышенным. На фоне снижения АД отмечалась инактивация ауторегуляции, и периферическое сопротивление возрастало. Об этом свидетельствует снижение активности метаболического и повышение активности миогенного механизмов ауторегуляции на фоне эффективной антигипертензивной терапии. У больных АГ II группы при отсутствии динамики АД церебральное кровообращение существенно не менялось.

Таким образом, эффективные ФТ в плане снижения системного АД увеличивают цереброваскулярный резерв и снижают риск развития нарушений мозгового кровообращения у больных АГ.

Отсутствие динамики структурно-функциональных показателей ЛЖ на фоне ФТ согла-

суется с данными литературы [7,8]. Результаты исследований других авторов о регрессии ГЛЖ при антигипертензивном действии регулярных ФН противоречивы [5,9]; правда, в сообщениях о положительных структурных изменениях в миокарде ЛЖ ФТ проводились в течение не < 6 месяцев. Следовательно, для оценки характера влияния ФТ на ГЛЖ необходимо увеличить продолжительность ФТ. Положительная динамика диастолической функции ЛЖ была отмечена только у больных АГ I группы и лишь по одному показателю – Ve [8,9]. Показатели диастолической функции ЛЖ существенно не меняются на фоне ФТ, однако этими авторами отмечено наличие корреляции показателей диастолической функции ЛЖ с изменениями системного АД.

Заключение

ФТ обладают антигипертензивным эффектом у 47% больных АГ I и II степеней и положительно влияют на органы-мишени. Регулярные аэробные ФН в течение месяца улучшают вазомоторную функцию эндотелия у больных с различным антигипертензивным действием ФТ. Такой эффект ФТ у больных АГ сопровождается выраженным влиянием на эндотелиальную функцию сосудов и увеличением цереброваскулярного резерва, а также оптимизацией диастолической функции миокарда ЛЖ.

Литература

1. Иванова О.В., Балахонова Т.В., Соболева Г.Н. и др. Состояние эндотелий-зависимой дилатации плечевой артерии у больных гипертонической болезнью, оцениваемое с помощью ультразвука высокого разрешения. Кардиология 1997; 7: 41-6.
2. Лелюк В.Г., Лелюк С.Э. Ультразвуковая ангиология. Москва «Реальное время» 2003.
3. Национальные рекомендации по профилактике, диагностике и лечению артериальной гипертонии. Москва 2004. www.cardiosite.ru/medical/recom-artgip.asp
4. Dubbert PM, Carithers T, Sumner AE, et al. Obesity, physical inactivity, and risk for cardiovascular disease. Am J Med Sci 2002; 324(3): 116-26.
5. Hinderliter A, Sherwood A, Gullette EC, et al. Reduction of Left Ventricular Hypertrophy After Exercise and Weight Loss in Overweight Patients With Mild Hypertension. Arch Intern Med 2002; 162(12): 1333-9.
6. Moriguchi J, Itoh H, Harada S, et al. Low frequency regular exercise improves flow-mediated dilatation of subjects with mild hypertension. Hypertens Res 2005; 28(4): 315-21.
7. Reid CM, Dart AM, Dewar EM, et al. Interactions between the effects of exercise and weight loss on risk factors, cardiovascular haemodynamics and left ventricular structure in overweight subjects. J Hypertens 1994; 12(3): 291-301.
8. Stewart KJ, Ouyang P, Bacher AC, et al. Exercise effects on cardiac size and left ventricular diastolic function: relationships to changes in fitness, fatness, blood pressure, and insulin resistance. Heart 2006; 92(7): 893-8.
9. Turner MJ, Spina RJ, Kohrt WM, et al. Effect of endurance exercise training on left ventricular size and remodeling in older adults with hypertension. J Gerontol A Biol Sci Med Sci 2000; 55(4): 245-51.
10. Whelton SP, Chin A, Xin X, et al. Effect of aerobic exercise on blood pressure: a meta-analysis of randomized, controlled trials. Ann Intern Med 2002; 136(7): 493-503.

Поступила 04/08-2006