

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ГИПОТЕНЗИВНОГО ЭФФЕКТА ФИЗИЧЕСКИХ ТРЕНИРОВОК У БОЛЬНЫХ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ

Громнацкий Н.И., Новиков В.А., Шиленок В.Н.
Курский государственный медицинский университет

Резюме

Цель исследования – выявить предикторы гипотензивного действия физических тренировок (ФТ) у больных артериальной гипертензией (АГ) I и II степени. Обследовано 74 пациента, в том числе у 35 человек (47%) выявлен достаточный гипотензивный эффект ФТ (I группа) и у 39 больных (53%) он отсутствовал (II группа). У больных I группы выявлено преобладание исходных среднесуточных значений диастолического и среднегемодинамического артериального давления (АД), индексов площади «нагрузки давлением», выраженности диастолической дисфункции левого желудочка (ЛЖ) сердца, а также более существенные изменения ауторегуляции мозгового кровотока с учетом соотношения метаболического и миогенного резервов. У пациентов II группы (с недостаточным гипотензивным эффектом ФТ) в большей степени повышено сопротивление в бассейне средней мозговой артерии (СМА). Подобные результаты были получены и при расчете диагностической шкалы. Таким образом, предикторами гипотензивного действия ФТ могут служить выраженность АГ, нарушения диастолической функции ЛЖ, неизменённые индексы периферического сопротивления СМА и снижение метаболического резерва ауторегуляции мозгового кровообращения.

Ключевые слова: артериальная гипертензия, физические тренировки, гипотензивный эффект, предикторы эффективности.

В соответствии с рекомендациями ВНОК (2001, 2004), возможно проведение лечения больных АГ с низким и умеренным риском развития сердечно-сосудистых осложнений аэробными ФТ [4], которые могут явиться альтернативой медикаментозному лечению АГ.

По литературным данным, ФТ снижают АД у больных АГ от 4 до 16 мм рт. ст., однако этот эффект нередко оказывался статистически недостоверным вследствие малочисленности выборок [7], хотя в более тщательно спланированных исследованиях отмечались несущественные уровни снижения АД. В рандомизированном исследовании снижение среднего АД составило всего 2 мм рт. ст. [5]. С учётом этих данных был сделан вывод о неэффективности применения ФТ в качестве индивидуальной гипотензивной терапии у больных АГ. Однако даже подобное снижение АД вызывает уменьшение смертности больных АГ от инфаркта миокарда на 4% и от инсульта – на 6% на популяционном уровне [7].

Таким образом, данные литературы об эффективности ФТ неоднозначны, в связи с чем актуальна разработка прогнозирования группы больных, у которых может быть обеспечено адекватное снижение АД на фоне ФТ.

Целью данного исследования явилось выявление предикторов гипотензивного действия ФТ в течение одного месяца у больных АГ I и II степени.

Материалы и методы

Под наблюдением находились 74 пациента с АГ I и II степени. Диагноз АГ устанавливался на основа-

нии рекомендаций ВОЗ/МОАГ 1999 г. АГ I степени имела место у 54 больных (73%), II степени – у 20 больных (27%). Средний возраст больных – $45,24 \pm 1,46$ года. Среди больных было 29 мужчин и 45 женщин. Средняя продолжительность заболевания составила $7,45 \pm 0,62$ года. Из исследования исключались лица с гемодинамически значимым стенокклюзирующим поражением магистральных артерий головы и крупных артерий основания мозга (сужение просвета любого из перечисленных сосудов по диаметру более чем на 50%), клиническими и лабораторными признаками сахарного диабета и воспалительного поражения сосудов мозга (васкулиты различной этиологии), недостаточностью кровообращения II – III стадии (Стражеско, Василенко) вследствие ишемической болезни сердца, пороков сердца, кардиомиопатий, аритмий, грубыми изменениями гемореологических показателей, энцефалопатией, острыми нарушениями мозгового кровообращения в анамнезе и заболеваниями опорно-двигательного аппарата, ограничивающими возможность велопедального упражнения.

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

Выраженность АГ оценивали путём суточного мониторинга АД. Учитывали среднесуточные значения и индексы «нагрузки давлением» (индекс времени ИВ и индекс площади ИП) для систолического (САД), диастолического (ДАД) и среднегемодинамического (срАД) артериального давления. Физическая

работоспособность определялась методом велоэргометрии. Оценивали максимальную частоту сердечных сокращений (ЧСС_{макс}), пороговую мощность прекращения нагрузки (ПМ), двойное произведение (ДП). Структурно-функциональное состояние ЛЖ характеризовали по данным эхокардиографии. Из морфологических показателей определяли конечный диастолический и конечный систолический размеры ЛЖ (КДРЛЖ и КСРЛЖ), толщину межжелудочковой перегородки и задней стенки ЛЖ (МЖП и ЗСЛЖ), рассчитывали массу миокарда ЛЖ (ММЛЖ). Из показателей диастолической функции ЛЖ определяли 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 исследовалось при помощи 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 со сжатием кисти, миогенной направленности – пробу с сублингвальным приемом нитроглицерина [3]. Рассчитывали индексы реактивности ИРмет и ИРмиог по динамике средней скорости кровотока в СМА. Соотношение указанных индексов КВмет/миог характеризовало напряжение различных механизмов ауторегуляции мозгового кровообращения. Исследование сосудодвигательной функции эндотелия проводили с помощью ультразвука высокого разрешения [2]. Определяли скорость кровотока в плечевой артерии после декомпрессии ($V_{гипер}$) и её относительный прирост ($DV_{гипер}$). Оценивали также абсолютное значение и относительный прирост диаметра плечевой артерии на фоне реактивной гиперемии ($D_{гипер}$, $\Delta D_{гипер}$) и приема нитроглицерина ($D_{нитро}$, $\Delta D_{нитро}$).

После обследования проводились ФТ в качестве самостоятельного метода гипотензивной терапии. Применялись велотренировки с периодичностью 3 – 4 раза в неделю в течение одного месяца. Нагрузка состояла из вступительного (5 минут), основного (25 – 35 минут) и заключительного этапов (5 минут). Интенсивность нагрузки в основном периоде составляла 60 – 80% от максимально выполненной при велоэргометрии.

Гипотензивный и тренирующий эффекты ФТ оценивались по данным динамики суточного мониторирования АД и велоэргометрии после курса тренировок.

При статистической обработке результатов использовали пакеты прикладных программ Microsoft

Excel 2000 и STATISTICA 6.0 (StatSoft). Достоверность полученных данных оценивали с помощью критерия Стьюдента или непараметрического критерия Вилкоксона для парных величин. Результаты представлены в виде средних величин и ошибки средних величин ($M \pm m$). Прогностическая шкала для оценки эффективности ФТ в плане снижения АД разработана на основании методики последовательной диагностической процедуры, в основе которой лежит метод секвенциального анализа, предложенного А. Вальдом [1].

Результаты

Анализ данных мониторинга АД свидетельствует о существенном гипотензивном эффекте ФТ. Так, снизились среднесуточные значения САД с $145,57 \pm 2,09$ до $137,93 \pm 2,03$ мм рт. ст. ($\Delta = -7,64 \pm 1,83$, $p < 0,01$), ДАД – с $92,64 \pm 1,82$ до $84,57 \pm 1,67$ мм рт. ст. ($\Delta = -8,07 \pm 2,41$, $p < 0,01$), срАД – с $109,78 \pm 2,03$ до $102,26 \pm 1,71$ мм рт. ст. ($\Delta = -7,52 \pm 2,54$, $p < 0,01$). Положительная динамика выраженности АГ подтверждается изменением параметров «нагрузки давлением». В частности, снизились индексы времени: ИВ САД – $\Delta = -15,39 \pm 5,14\%$, $p < 0,05$ и ИВ ДАД – $\Delta = -14,69 \pm 4,72\%$, $p < 0,05$; и индексы площади: ИП САД – $\Delta = -114,57 \pm 27,04$ мм рт. ст. х ч/24ч, $p < 0,01$, ИП ДАД – $\Delta = -74,07 \pm 22,58$ мм рт. ст. х ч/24ч, $p < 0,01$; а ИП срАД $\Delta = -70,07 \pm 20,48$ мм рт. ст. х ч/24ч, $p < 0,05$. Лишь сдвиг ИВ срАД оказался несущественным – $\Delta = -13,20 \pm 5,43\%$, $p > 0,05$.

Таким образом, нами выявлен мягкий гипотензивный эффект ФТ у больных АГ. Однако степень выраженности гипотензивного действия физических тренировок у отдельных пациентов с АГ была неоднозначна. 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 велотренировок) гипотензивному эффекту ФТ на две группы: с положительным эффектом ФТ (I) и с отсутствием гипотензивного эффекта ФТ (II).

В качестве достаточного гипотензивного эффекта были признаны нормализация АД (САД ≤ 130 и ДАД ≤ 80 мм рт. ст.) или снижение САД и/или ДАД на 5 мм рт. ст. и более по среднесуточным данным мониторинга АД. В I группу вошли 35 человек (47%), во II – 39 человек (53%). В дальнейшем анализ результатов проводился с учётом гипотензивного действия ФТ.

Тренирующий эффект ФТ оценивался по показателям физической работоспособности в велоэргометрическом тесте, которая исходно не различалась между группами больных АГ. На фоне курса ФТ увеличилась толерантность к физической нагрузке, при этом

Таблица 1

Исходные данные суточного мониторирования АД с учётом гипотензивного эффекта ФТ

Показатель	Наличие гипотензивного эффекта ФТ, (n=35)	Отсутствие гипотензивного эффекта ФТ, (n=39)	p
САД средн., мм рт. ст.	148,29±2,21	142,86±2,02	>0,05
ДАД средн., мм рт. ст.	96,86±1,57	88,43±1,88	<0,01
СрАД средн., мм рт. ст.	110,29±2,18	103,71±1,87	<0,01
ИВ САД, %	71,71±4,61	62,00±4,53	>0,05
ИВ ДАД, %	53,00±5,53	44,00±4,89	>0,05
ИВ СрАД, %	52,14±5,36	49,43±4,87	>0,05
ИП САД, мм рт. ст. x ч/24ч	378,71±37,83	236,00±30,41	<0,01
ИП ДАД, мм рт. ст. x ч/24ч	215,43±24,91	131,00±19,87	<0,01
ИП СрАД, мм рт. ст. x ч/24ч	218,57±24,01	149,29±19,72	<0,05

различий между двумя группами больных АГ не было выявлено. Увеличились ЧССмакс $\Delta=14,93\pm1,15$ в мин ($p<0,01$) и $\Delta=15,99\pm0,78$ в мин ($p<0,001$) у больных с наличием и отсутствием гипотензивного действия ФТ, соответственно, ПМ – $\Delta=33,34\pm1,25$ Вт ($p<0,01$) и $\Delta=34,08\pm1,30$ Вт ($p<0,001$), соответственно, ДП – $\Delta=36,36\pm2,23$ усл. ед. ($p<0,01$) и $\Delta=32,84\pm2,49$ усл. ед. ($p<0,001$), соответственно. Таким образом, у больных обеих групп выявлен однозначный тренирующий эффект ФТ, что говорит об адекватности режима физических нагрузок.

При сравнении исходных показателей выраженности гипертензии – среднесуточных значений, ИВ и ИП – установлено, что среднесуточные значения ДАД и срАД были выше в группе больных с положительным эффектом ФТ (табл. 1). Так, среднесуточные значения составили: ДАД – $96,86\pm1,57$ и $88,43\pm1,88$ мм рт. ст., срАД – $110,29\pm2,18$ и $103,71\pm1,87$ мм рт. ст. в группах лиц с положительным гипотензивным эффектом ФТ и его отсутствием, соответственно ($p<0,01$). Анализ значений ИВ не выявил статистически достоверных различий между группами больных, однако ИП были достоверно выше у больных I группы.

По данным ультразвукового исследования сосудов основания мозга линейные скорости кровотока интракраниальных артерий не отличались между больными АГ с различным гипотензивным эффектом ФТ. Однако имели место различия индексов периферического сопротивления в СМА между группами больных АГ, при этом достоверная разница параметров фонового кровотока в ПМА и ЗМА отсутствовала. Так, RI СМА составил $0,86\pm0,02$ и $0,93\pm0,02$ ($p<0,05$) в группе с наличием и отсутствием гипотензивного эффекта ФТ, соответственно, а RI СМА – $0,54\pm0,01$ и $0,58\pm0,01$ ($p<0,05$), соответственно.

Разница ИРмет и ИРмиог между группами больных АГ оказалась статистически несущественной. Однако их соотношение достоверно разнилось между пациентами с наличием и отсутствием гипотензивного эффекта ФТ: КВмет/миог в первой группе был равен $0,75\pm0,03$, во второй – $0,86\pm0,03$ ($p<0,05$).

Анализ исходных средних параметров морфологии ЛЖ показал, что различия между больными АГ обеих групп недостоверны по всем признакам ($p>0,05$).

Диастолическая функция ЛЖ характеризовалась существенной разницей между I и II группами пациентов с АГ по значениям V_e и V_e/V_a . В частности, V_e оказалась равной $42,14\pm1,11$ и $46,17\pm1,29$ см/с ($p<0,05$), а V_e/V_a – $0,79\pm0,01$ и $0,90\pm0,02$ ($p<0,001$) у больных АГ с наличием и отсутствием гипотензивного действия ФТ, соответственно. Другие показатели диастолической функции ЛЖ были идентичны у пациентов обеих групп. Показатели сосудодвигательной функции эндотелия также существенно не различались.

Нами была разработана прогностическая шкала для оценки эффективности ФТ в плане снижения АД. Если пациент достигал по сумме диагностических коэффициентов значения “+6”, его относили к группе с положительной динамикой, если “-6” – к группе с отрицательной динамикой. Все промежуточные значения (от -6 до +6) говорят о том, что у пациента ожидается сомнительный эффект ФТ. Существенное значение имеет определение информативности каждого из признаков. Использование наиболее информативных показателей позволяет сократить диагностический поиск до минимума, то есть если пациент по нескольким первым параметрам набирает +6 или -6 баллов, то результат эффекта прогностически не вызывает сомнения и продолжать оценку по предложенной шкале не имеет смысла. В табл. 2 признаки размещены по значимости.

Как видно из табл. 2, наиболее значимыми явились показатели диастолической функции ЛЖ, кровотока в интракраниальных артериях и данные суточного мониторирования АД. Достоверными признаками I группы являются выраженное снижение V_e/V_a на фоне низкого RI СМА и повышенного срАД сред, тогда как об отсутствии гипотензивного действия ФТ (II группа) говорят умеренные изменения V_e/V_a и срАД сред с выраженным повышением RI СМА.

Таблица 2

Прогностическая шкала оценки наличия гипотензивного эффекта ФТ у больных АГ

Обсуждение

Критерий	ДК	И
Ve/Va		
< 0,8	6	129
0,8 – 0,9	3	23
> 0,9	-7	200
Сумма		352
RI СМА		
< 0,5	6	129
0,5 – 0,6	0	0
> 0,6	-6	129
Сумма		258
СрАД сред, мм рт. ст.		
< 99	-2	14
99 – 113	-5	73
> 113	6	129
Сумма		216
ДАД сред, мм рт. ст.		
< 86	-5	73
86 – 99	0	0
> 99	3	42
Сумма		115
КВ мет/миог		
< 0,8	0	0
0,8 – 1,0	3	42
> 1,0	-5	73
Сумма		115
Dte, с		
< 0,17	-5	73
0,17 – 0,22	3	23
> 0,22	1	7
Сумма		103
Ve, см/с		
< 40	5	73
40 – 50	-1	7
> 50	-3	23
Сумма		103
ИП САД, мм рт. ст. x ч/24ч		
< 300	-2	28
300 – 500	3	23
> 500	3	23
Сумма		74
ИП срАД, мм рт. ст. x ч/24ч		
< 150	0	0
150 – 300	-3	23
> 300	3	23
Сумма		46
ИП ДАД, мм рт. ст. x ч/24ч		
< 150	-1	7
150 – 300	0	0
> 300	3	23
Сумма		30
DDгипер, %		
< 5,1	3	23
5,1 – 7,8	-1	7
> 7,8	0	0
Сумма		30

Примечания: ДК – диагностический коэффициент; И – информативность признака; при сумме ДК < - 6 не будет эффекта; от -6 до +6 – эффект сомнителен; >6 – положительный эффект.

В результате исследования было выявлено, что в группе больных АГ с наличием гипотензивного эффекта ФТ отмечалась большая выраженность гипертензии по данным среднесуточных значений АД и ИП «нагрузки давлением». Степень снижения АД при применении ФТ определялась его исходным уровнем. Чем более выражена АГ, тем больших сдвигов её показателей можно ожидать на фоне проведения ФТ.

При исследовании мозгового кровотока повышение цереброваскулярного сопротивления было более выражено в группе больных с отсутствием гипотензивного эффекта ФТ. У больных с наличием гипотензивного действия аэробных ФТ АД было повышено в большей степени, однако изменения индексов периферического сопротивления оказались менее выражены в связи с активацией механизмов ауторегуляции. При повышении АД вторично усиливается активность метаболического контура регуляции мозгового кровообращения, и сосудистое сопротивление имеет тенденцию к снижению [3]. Изменения показателей функциональных нагрузочных тестов мозгового кровообращения у больных АГ свидетельствуют о напряжении ауторегуляторных механизмов церебральной циркуляции и повышенном риске нарушений мозгового кровообращения.

Хотя структурные показатели ЛЖ были идентичны у больных АГ двух групп, выраженность диастолической функции ЛЖ преобладала в группе лиц с положительным гипотензивным эффектом ФТ. Это явление трудно объяснить, так как в формировании диастолической функции участвует множество механизмов (ЧСС, давление в левом предсердии, преднагрузка, постнагрузка, состояние сократительной функции, последовательность и амплитуда расслабления ЛЖ, а также механическая податливость ЛЖ) [6]. Таким образом, диастолическая функция ЛЖ является интегральным показателем состояния сердечно-сосудистой системы.

Сосудодвигательная функция эндотелия была в равной степени нарушена в обеих группах больных АГ и информативность её показателей оказалась низкой по данным прогностической шкалы.

Таким образом, у больных АГ нами был выявлен комплекс структурно-функциональных нарушений. Некоторые из них различались между больными двух групп и могут использоваться в качестве предикторов эффективности ФТ. В частности, в качестве последних можно назвать исходный уровень АД, периферическое сопротивление интракраниальных артерий, ауторегуляцию мозгового кровотока, диастолическую функцию ЛЖ. Подобные результаты были получены при расчёте диагностической шкалы, позволившей

ранжировать выявленные различия по их прогностической значимости.

Выявление предикторов гипотензивного действия ФТ осуществлялось двумя путями. Первый заключался в традиционном сравнении средних величин для больных АГ двух групп. Второй – в построении прогностической шкалы. При этом результаты обеих методик были идентичны, что отражает надёжность выводов о существовании предикторов эффективности ФТ.

Показатели диастолы ЛЖ выступают в роли чувствительных критериев оценки структурно-функционального состояния сердечно-сосудистой системы. Среднесуточные значения ДАД и срАД, являясь предикторами гипотензивного действия ФТ, свидетельствуют о степени снижения АД с учётом его ис-

ходного уровня. Показатели мозговой ауторегуляции выступают в качестве критериев соответствия АД его оптимальному уровню. По индексам периферического сопротивления можно косвенно судить о структурных изменениях артерий.

Заключение

Предикторами гипотензивного действия физических тренировок являются наличие диастолической дисфункции левого желудочка, нарушение ауторегуляции на фоне неизменённого периферического сопротивления в бассейне средней мозговой артерии, а также повышенные среднесуточные значения диастолического и среднегемодинамического артериального давления по данным суточного мониторинга.

Литература

1. Гублер Е.В., Генкин А.А. Применение непараметрических критериев статистики в медико-биологических исследованиях // Л.: Медицина, 1973. - 141 с.
2. Иванова О.В., Балахонова Т.В., Соболева Г.Н. и др. Состояние эндотелийзависимой дилатации плечевой артерии у больных гипертонической болезнью, оцениваемое с помощью ультразвука высокого разрешения // Кардиология. 1997; 7: 41-46.
3. Лелюк В.Г., Лелюк С.Э. Ультразвуковая ангиология // М.: Реальное время, 2003. - 336 с.
4. Национальные рекомендации по профилактике, диагностике и лечению артериальной гипертензии, Москва, 2004 г. www.cardio-site.ru/medical/recom-artgip.asp
5. Cooper A.R., Moore L.A., McKenna J. et al. What is the magnitude of blood pressure response to a programme of moderate intensity exercise? Randomised controlled trial among sedentary adults with unmedicated hypertension // Br. J. Gen. Pract. 2000; 50(461): 958-962.
6. Turner M.J., Spina R.J., Kohrt W.M. 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): 245-251.
7. Whelton S.P., 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.

Abstract

The aim of the study was to identify predictors of physical training (PT) hypotensive effects in patients with Stage I-II arterial hypertension (AH). In total, 74 patients were examined. In 35 (47%), substantial hypotensive PT effect was registered, and in other 39 (53%), it was not observed (Group II). At baseline, in Group I, higher mean diastolic and mean hemodynamic blood pressure (BP), pressure load indices, as well as more manifested left ventricular (LV) diastolic dysfunction, and cerebral blood flow auto-regulation disturbance, taking into account metabolic and myogenic reserve ratio, were observed. In Group II, with inadequate hypotensive PT effect, middle cerebral artery (MCA) area resistance was more increased.

Similar results were obtained while developing a diagnostic scale. Therefore, hypotensive PT effect predictors were AH severity, LV diastolic dysfunction, unchanged MCA peripheral resistance indices, and decreased metabolic reserve of cerebral blood flow auto-regulation.

Keywords: Arterial hypertension, physical training, hypotensive effect, effectiveness predictors.

Поступила 29/08-2006