

ВЛИЯНИЕ ИСКУССТВЕННОЙ ГИПЕРГРАВИТАЦИИ НА РЕГИОНАРНОЕ КРОВООБРАЩЕНИЕ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ БОЛЬНЫХ С ХРОНИЧЕСКОЙ АТЕРОСКЛЕРОТИЧЕСКОЙ ИШЕМИЕЙ

И.В.Макаров

*Кафедра хирургических болезней №1 (зав. — проф. Р.А. Галкин)
Самарского государственного медицинского университета*

Распространенность облитерирующих заболеваний артерий нижних конечностей среди взрослого населения России составляет 2—3%. Для них характерны неуклонно прогрессирующее течение, частая инвалидизация, сокращение продолжительности жизни на 10—20 лет и высокая летальность [5, 6]. Несмотря на то что достижения в области хирургии позволяют во многих случаях добиваться существенного улучшения состояния пациентов, отдаленные результаты часто бывают неудовлетворительными, что связано обычно с недостаточной эффективностью консервативной терапии [1, 3]. Последняя, наряду с паллиативными вмешательствами, остается единственным средством спасения конечности у больных с дистальными формами поражения и развитием критической ишемии [2]. Поэтому весьма актуален поиск новых эффективных способов лечения больных с облитерирующими заболеваниями артерий нижних конечностей. Новую страницу в лечении таких больных, на наш взгляд, открывает использование гравитационных перегрузок, или гравитационная терапия.

Цель исследования: изучение влияния искусственной гипергравитации на регионарное кровообращение нижних конечностей больных, страдающих облитерирующим атеросклерозом артерий нижних конечностей, а также улучшение результатов консервативной терапии и качества жизни данной категории пациентов.

Данный метод лечения заключается в использовании радиальных ускорений и центробежных перегрузок в направлении *голова — таз* (направление $+G_z$), возникающих при вращении пациента на центрифуге короткого радиуса (ЦКР), для увеличения притока крови в ишемизированные отделы конечностей. Пациент располагается на ложементе

центрифуги в горизонтальном положении, голова его находится на оси вращения, а нижние конечности — на периферии. Это исключает отрицательное воздействие вращения на кровообращение головного мозга и сводит к минимуму развитие патологических вестибулярных реакций. В то же время наибольший градиент гравитационных перегрузок приходится на дистальные отделы нижних конечностей.

В результате воздействия центробежных сил кровь поступает в сосуды нижних конечностей под определенным давлением и в большем объеме, при этом увеличиваются их кровенаполнение, диаметр, суммарная емкость, уменьшается периферическое сопротивление и таким образом улучшается кровоснабжение ишемизированных сегментов нижних конечностей. Степень дополнительного притока крови к нижним конечностям зависит от величины угловой скорости, которая регулируется по выбору врача. Для достижения стабильного клинического улучшения требуется от 10 до 20 сеансов. Максимальная перегрузка на уровне стоп достигает небольших величин (2—3 G), в 2—3 раза превышая силу земного тяготения (рис.1). Для улучшения венозного оттока пациент во время вращения центрифуги работает на ножном тренажере, представляющем собой педали с вмонтированными в них пружинами. Степень нагрузки определяется индивидуально и зависит от функциональных возможностей пациента. Следует отметить, что никаких жалоб и осложнений после воздействия искусственной гипергравитации ни со стороны сердечно-сосудистой системы, ни со стороны других органов и систем не было.

Нами проанализированы результаты лечения 194 больных с облитерирующим атеросклерозом артерий нижних конеч-



Рис. 1. Центрифуга короткого радиуса.

ностей, которые были разделены на две группы. Больные 1-й группы составляли 39,2% (76 чел.), 2-й — 60,8% (118 чел.). В 1-й группе проводили амбулаторное лечение только гравитационными перегрузками на ЦКР; пациенты 2-й группы получали комплексное стационарное лечение, при котором гравитационная терапия дополнялась медикаментозным лечением, физиотерапией (ДДТ, магнито- и лазеротерапия), ГБО (7—10 сеансов). В частности больным внутривенно вводили трентал по 10 мл в 200 мл 0,9% раствора хлорида натрия и раствор реополиглюкина по 400 мл в течение 10 дней; 1% раствор аскорбиновой кислоты по 5 мл и солкосерил по 4 мл; 1% раствор никотиновой кислоты с увеличением дозы с 1 мл до 5 мл, а потом с постепенным снижением дозы до 1 мл; назначали витамины В₁, В₆ через день под кожу по 1 мл.

Возрастной состав больных колебался от 38 до 83 лет. Основная группа пациентов (165 чел. — 85,0%) была старше 50 лет. Средний возраст мужчин составлял 59,07 ± 0,68 года, женщин — 66,14 ± 4,89. У большей части больных (158 чел. — 81,4%) была II стадия заболевания по классификации Fontaine—Покровского.

На основании физикального и ультразвукового исследований сосудов в области нижних конечностей больные были распределены по 3 группам в зависимости от преимущественной локализации атеросклеротического поражения: аорто-подвздошный сегмент (88 чел.), бедренно-подколенный сегмент (57 чел.), полисегментарное поражение артерий голени (49 чел.). У многих больных отмечались различные сопутствующие заболевания, при этом более чем у трети пациентов обеих групп выявлена ИБС. У 79% больных было повышено АД (табл. 1). Однако все пациенты достаточно легко переносили гравитационную терапию, осложнений во время и после лечения не было.

Эффективность проведенной терапии оценивали по клиническим данным (дистанция ходьбы), показателям центральной гемодинамики (АД, ЧСС), ЭКГ, результатам ультразвукового доплеровского исследования (УЗДГ) с цветным дуплексным картированием (ЦДК) артерий конечностей, велоэргометрии

Таблица 1

Распределение больных по сопутствующим заболеваниям						
Сопутствующие заболевания	1-я (амбулаторная) группа		2-я (стационарная) группа		Всего	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%
ИБС, стабильная стенокардия напряжения	31	54,4	53		84	55,3
Острый инфаркт миокарда в анамнезе (> 6 мес)	2	3,5	4		6	3,9
Острое нарушение мозгового кровообращения в анамнезе (> 6 мес)	2	3,5	2		4	2,6
Ишемическая болезнь головного мозга*	8	14,0	13		21	13,8
Артериальная гипертензия	46	80,7	74		120	78,9
Сахарный диабет II типа	5	8,8	11		16	10,5

Примечание. *Клиническими проявлениями ишемической болезни головного мозга считали наличие переходящих нарушений мозгового кровообращения в анамнезе либо явлений хронической церебральной сосудистой недостаточности и/или неврологических признаков перенесенного мозгового инсульта.

Таблица 2

Группы больных	Реакция ЧСС и АД на проведение гравитационной терапии											
	ЧСС, уд./мин		АД до сеанса		АД после сеанса							
	до сеанса	после сеанса	систолическое	диастолическое	систолическое	диастолическое						
1-я	79,52	3,64	77,98	3,83	143,0	5,67	80,8	3,18	137,22	5,71	81,54	3,11
2-я	84,53	2,51	82,42	2,51	138,86	4,02	76,06	2,08	133,66	4,14	76,67	1,95

(ВЭМ) и компьютерной термографии голеней и стоп.

С целью изучения чистого эффекта искусственной гипергравитации у 35 больных, получавших изолированное лечение на ЦКР, определяли содержание общего холестерина и его фракций, триглицеридов, индекс атерогенности, показатели гемостазиограммы: время свертывания крови по Сухареву, содержание тромбоцитов, гематокрит, активированное парциальное тромбопластиновое время (АПТВ), протромбиновый индекс, содержание фибриногена, эуглобулиновый фибринолиз, XIIIa-калликреинзависимый фибринолиз, содержание растворимых фибринмономерных комплексов.

В результате исследования выявлено, что при вращении на центрифуге ЧСС и систолическое АД имеют тенденцию к незначительному снижению, а диастолическое АД — к повышению (табл. 2). Эти изменения были недостоверными и в течение 5—15 минут после окончания сеанса возвращались к исходным значениям. Однако у больных с гипертонической болезнью в ходе лечения отмечалось стабильное снижение систолического АД на 10—30 мм Hg. При ЭКГ до и после гравитационной терапии достоверных изменений выявлено не было. Однако у 4 больных с ИБС, стабильной стенокардией напряжения, по данным ЭКГ, уменьшились явления гипоксии миокарда и улучшилась работа проводящей системы сердца.

Клиническое улучшение в результате лечения гравитационными перегрузками наблюдали, как правило, после 3—5 сеансов, в некоторых случаях — после 10—15 процедур. Дистанция безболевого ходьбы увеличивалась в 2—5 раз: в 1-й группе — в среднем в 2,6 раза, во 2-й — в 2,8 раза. Продолжительность улучшения колебалась от 2 до 17 месяцев в зависимости от стадии заболевания (табл. 3).

При этом наибольший эффект наблюдался в группе больных со II стадией заболевания, получавших комплексное лечение. У больных в III стадии результаты колебались от кратковременного уменьшения болей в покое до стойкого исчезновения ишемии покоя и увеличения дистанции ходьбы в 1,5—2 раза. В IV стадии заболевания уменьшались или полностью исчезали боли в покое и заживали или уменьшались размеры небольших трофических язв. Лишь у 7

Таблица 3

Динамика клинического улучшения в результате лечения на ЦКР

Средние показатели	1-я группа	2-я группа		
Число процедур до первых симптомов улучшения	4,3	0,45	3,6	0,26
Число процедур до наступления стабильного улучшения	14,8	0,73	13,2	0,5
Максимальная дистанция ходьбы до начала лечения, м	154,8	23,61	136,2	23,83
Максимальная дистанция ходьбы в конце курса лечения, м	402,8	49,71	385,4	45,45
Продолжительность клинического улучшения, мес	7,1	0,7	8,5	0,73

(9,3%) пациентов 1-й группы и у 6 (5,2%) больных 2-й группы с распространенными полисегментарными поражениями артерий в III — IV стадиях заболевания лечение было неэффективным. Они были направлены на оперативное лечение.

В качестве контроля эффективности лечения использовали ВЭМ. Был выбран стандартный режим исследования: при нагрузке в 40 Вт скорость вращения педалей велоэргометра составляла 60 об/мин. ВЭМ была проведена больным с I и II стадиями заболевания. Оценивали время выполняемой работы до возник-

новения болей и до полной остановки вращения. В 1-й группе были обследованы 25 больных, а во 2-й — 30. Время выполняемой работы на ВЭМ, следовательно, и толерантность к физической нагрузке до возникновения болей увеличились в 1-й группе в среднем в 1,7 раза (на 47,5 с), во 2-й — в 1,9 раза (на 79,5 с). Время работы на ВЭМ до полной остановки возросло соответственно на 65,6 с и 85 с, т.е. в 1,5 и 1,8 раза (рис.2).

Улучшение кровообращения нижних конечностей подтверждалось данными УЗДГ и ЦДК артерий, которые были выполнены у 124 (63,92 %) пациентов. В 1-й группе были обследованы 50 больных, во 2-й — 74. В качестве основных критериев эффективности лечения использовали объемную скорость ($V_{об}$) кровотока, определяемую на доступных исследованию артериях нижних конечностей, плече-лодыжечный индекс (ПЛИ) и предлодный нами индекс регионарной перфузии (ИРП). Данный показатель находили как процентное отношение $V_{об}$ кровотока к минутному

домление о выдаче патента на изобретение № 2001105008/14 от 5 января 2003 г.

В результате проведенного лечения в 1-й группе увеличились показатели $V_{об}$ на артериях разного уровня в среднем на 5—25% и ИРП на 5—38%, причем наблюдалась интересная динамика этих показателей на уровне дистальных артерий. Если на уровне задней большеберцовой артерии $V_{об}$ кровотока и ИРП уменьшались соответственно на 63% и 50%, то вследствие перераспределения крови на уровне передней большеберцовой артерии они возрастали соответственно на 260% и 70%. В 2-й группе увеличение показателей было более выраженным и равномерным: $V_{об}$ на 16—77%, а ИРП — на 11—58% (табл. 4).

Средние значения ПЛИ у пациентов 1-й группы увеличились на 0,09 (в среднем на 14%), во 2-й — на 0,17 (в среднем на 22%). У 8 (10,7%) больных 1-й группы и у 13 (11,2%) больных 2-й группы после лечения получен кровоток на берцовых артериях, который до лечения не лоцировался. Улучшение показателей регионарной гемодинамики нижних конечностей благоприятно отражалось на микроциркуляции, что подтверждалось результатами компьютерной термографии. Термография голеней и стоп до и после курса гравитационной терапии была проведена у 34 (45,3%) пациентов 1-й группы и у 52 (44,1%) пациентов 2-й группы. Единицей исследования считали термограмму одной нижней конечности.

На 45 (66,2%) термограммах больных 1-й группы и 81 (79,4%) термограмме пациентов 2-й группы наблюдались асимметрия, деформация и уменьшение площади тепловизионного рисунка, снижение интенсивности инфракрасного излучения, отсутствие термопрофиля пальцев стоп.

Для количественной характеристики метода был предложен термографический индекс (I_t), представляющий собой отношение средней температуры исследуемой области к площади термографической фигуры (положительный результат формальной экспертизы заявки на изобретение №2001125777 от 20.09.2001 г.) [4]. Экспериментально было установлено,

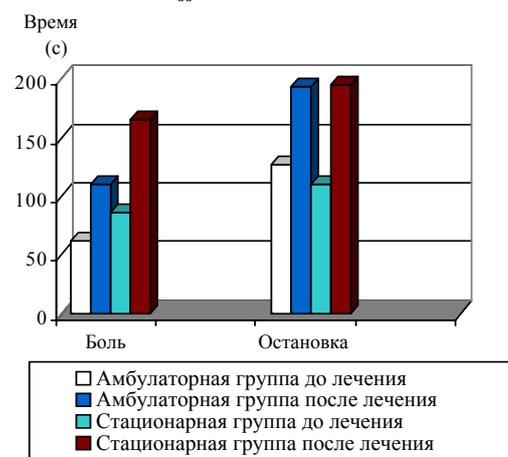


Рис. 2. Изменение толерантности к физической нагрузке у больных в результате лечения.

объему сердца (МОС) с помощью ЭХО-кардиографии. При этом ИРП отражает долю системного кровотока, приходящуюся на изучаемый артериальный сегмент, и не зависит от изменений сердечной деятельности и центральной гемодинамики. На описанный способ интегральной оценки регионарного кровообращения конечностей получено уве-

Таблица 4

Изменение регионарной гемодинамики в результате лечения

Артерии	1-я (амбулаторная) группа						2-я (стационарная) группа					
	до лечения			после лечения			до лечения			после лечения		
	V _{об'} , мл/мин	ИПР, %	ПЛИ	V _{об'} , мл/мин	ИПР, %	ПЛИ	V _{об'} , мл/мин	ИПР, %	ПЛИ	V _{об'} , мл/мин	ИПР, %	ПЛИ
Наружная	15,22	17,51		19,03	24,29		12,57	16,95		22,29	26,81	
подвздошная	2,297	2,245		1,951	2,444		3,035	5,498		2,673	4,122	
Общая	17,65	22,9		18,64	25,69		14,59	19,35		18,0	22,41	
бедренная	2,839	4,419		2,839	4,206		1,874	2,555		1,697	2,463	
Поверхностная	5,58	6,49		5,86	7,75		5,57	7,4		6,48	8,18	
бедренная	0,677	0,785		0,56	0,74		0,517	0,913		0,64	0,838	
Подколенная	3,6	4,39	0,64	3,48	4,6	0,73	4,6	5,75	0,57	5,5	6,9	0,7
	0,344	0,546	0,046*	0,19	0,265	0,05*	0,473	0,7	0,035*	0,73	1,0	0,035*
Задняя												
большеберцовая	0,61	0,69		0,23	0,31		0,41	0,56		0,53	0,66	
	0,25	0,245		0,036	0,046		0,08	0,12		0,12	0,17	
Передняя												
большеберцовая	0,26	0,34		0,94	0,58		0,39	0,52		0,35	0,47	
	0,066	0,083		0,178	0,284		0,11	0,13		0,07	0,114	

* Достоверные отличия от контрольных значений (p<0,05).

что нормальные значения I_t равны 0,5—0,6.

После лечения восстановление термопрофиля голеней и стоп наблюдалось на 39 термограммах конечностей (86,7%) в 1-й группе и на 75 термограммах (92,6%) во 2-й группе (рис. 3). Средняя температура повышалась при этом на 4,5—9,2°C, а значения I_t приближались к нормальным, изменяясь в среднем от 0,76 0,096 в начале лечения до 0,57 0,031 в конце лечения.

Липидный спектр крови больных, содержание тромбоцитов, гематокрит,

протромбиновый индекс, время свертывания крови по Сухареву, АПТВ и содержание фибриногена в результате только гравитационной терапии достоверно не изменялись. Однако отмечалась достоверная (p<0,05) нормализация показателей фибринолиза (эуглобулиновый, XIIa-калликреинзависимый фибринолиз, содержание растворимых фибрин-мономерных комплексов), который у большинства больных до начала лечения был угнетен.

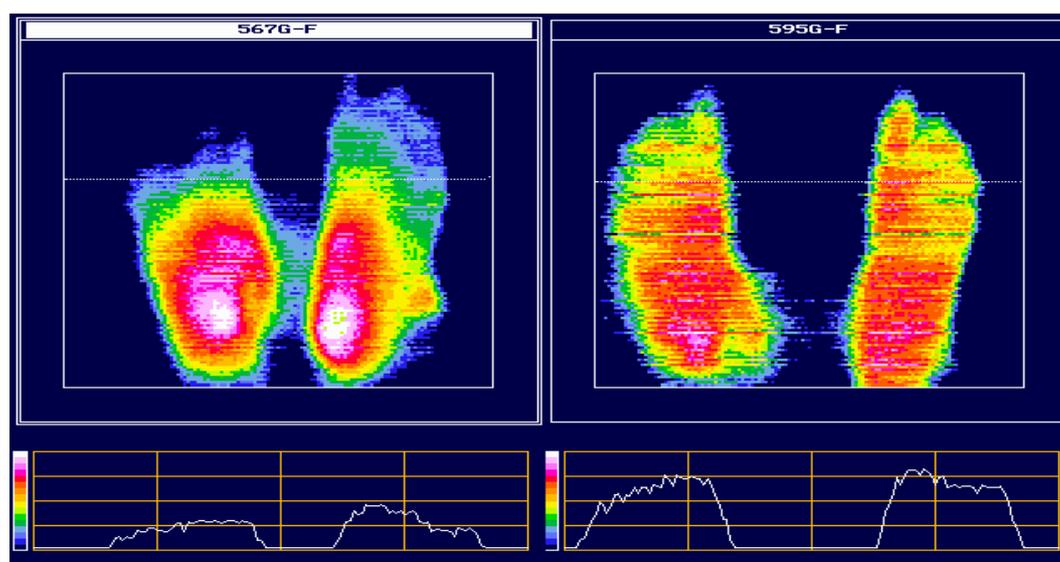


Рис. 3. Термограммы стоп больного стационарной группы Г., 53 лет, до и после лечения на ЦКР.

Предложенный способ лечения больных с облитерирующим атеросклерозом артерий нижних конечностей отличается от известных способов тем, что используются совсем иные механизмы воздействия на сердечно-сосудистую систему и непосредственно на периферический кровоток. Данный способ оказывает достаточно сильное воздействие на регионарное кровообращение нижних конечностей за счет создания искусственных гравитационных перегрузок, однако в комбинации с традиционными консервативными методами лечения больных с хронической атеросклеротической ишемией позволяет достигнуть более значительных результатов, что и показало наше исследование. Во 2-й группе, в которой больные получали комплексное консервативное лечение, эффект последнего был более выраженным, чем в 1-й группе. Улучшение состояния больных с облитерирующим атеросклерозом артерий нижних конечностей, которое, согласно Российскому консенсусу (2001 г.), соответствует клиническому улучшению, наблюдалось у 50 (65,8%) пациентов 1-й группы и у 89 (75,4%) больных 2-й группы, о чем свидетельствуют увеличение дистанции ходьбы (в 2—5 раз) и увеличение значения ПЛИ (в среднем на 0,09—0,17). При этом пациенты переходили в предыдущую по степени ишемии категорию.

Влияние гравитационной терапии на изменение липидного спектра и системы гемостаза у больных данной категории требует дальнейшего изучения, однако положительное воздействие на показатели фибринолиза является еще одним достоинством предложенного метода.

ВЫВОДЫ

1. Использование искусственной гипергравитации является эффективным методом воздействия на регионарное кровообращение нижних конечностей у больных с хронической атеросклеротической ишемией.

2. При применении гравитационных перегрузок в лечении больных облитерирующим атеросклерозом артерий нижних конечностей увеличивается дистанция ходьбы в 2—5 раз, а толерант-

ность к физической нагрузке, определяемая на велоэргометре, — в 1,5—1,9 раза, нормализуются показатели фибринолиза.

3. Гравитационная терапия улучшает регионарную гемодинамику и микроциркуляцию, о чем свидетельствуют увеличение значений $V_{\text{об}}$ кровотока на 25—77%, ИРП на 11—58% и ПЛИ на 0,09—0,17 единиц, а также восстановление термопрофиля голеней и стоп, повышение средней температуры сегментов конечностей на 4,5—9,2°C и нормализация значений I_1 .

4. Воздействие искусственной гипергравитации в комплексе с традиционными, стандартными методами консервативной терапии значительно повышает эффективность лечения облитерирующего атеросклероза артерий нижних конечностей и соответственно качество жизни больных данной категории.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зубилевич Т., Элер Э. и др. // *Ангиол. и сосуд. хир.* — 1999. — №2. — С.17—24.
2. Комаров А.А., Панченко Е.А. и др. // *Ангиол. и сосуд. хир.* — 2000. — №2. — С.9—18.
3. Кошкин В.М., Богданец Л.И. // *Тер. арх.* — 1998. — № 9. — С. 89—91.
4. Макаров И.В., Яровенко Г.В. // *Хирургия.* — 2002. — №9. — С.31—37.
5. Татаринов В.С., Гавриленко А.В., Овчинников В.И. // *Ангиол. и сосуд. хир.* — 1996. — № 2. — С.54—61.
6. Haemovici H. *Vascular Surgery.* — Norwald: Appleton — Century - Crot. — 1984 — P.1187.

Поступила 14.02.03.

EFFECT OF ARTIFICIAL HYPERGRAVITATION ON REGIONAL CIRCULATION OF LOWER EXTRIMITIES IN PATIENTS WITH CHRONIC ATHEROSCLEROTIC ISCHEMIA

I.V. Makarov

S u m m a r y

The effect of artificial hypergravitation (2—3 days) on regional circulation of lower extremities in 194 patients with chronic atherosclerotic ischemia is studied. It is established that artificial hypergravitation in complex with traditional methods of conservative therapy of such patients significantly improves treatment results and life quality.