

## Гемодинамические механизмы формирования гипотензивного эффекта у больных гипертонической болезнью под влиянием высокоинтенсивного и низкоинтенсивного магнитных полей

Э.М. Орехова, Н.Р. Мамиконян

ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» УД Президента РФ, Москва

## Hemodynamic mechanisms of hypotensive effect in hypertensive patients under the influence of high-intensity and low-intensity magnetic fields

E.M. Orekhova, N.R. Mamikonyan

Central State Medical Academy of Department of Presidential Affairs, Moscow, Russia

### Аннотация

В статье представлены результаты применения высокоинтенсивного и низкоинтенсивного магнитных полей с целью формирования гипотензивного эффекта у 100 больных гипертонической болезнью. Доказано, что сочетанное применение высокоинтенсивного и низкоинтенсивного магнитных полей способствует более выраженной, по сравнению с их моновоздействиями, оптимизации показателей центральной гемодинамики у больных гипертонической болезнью независимо от исходных гемодинамических нарушений, при этом высокоинтенсивные магнитные поля в большей степени оказывают влияние на общее периферическое сопротивление сосудов, а низкоинтенсивные магнитные поля - на показатели сердечного выброса.

**Ключевые слова:** гипертоническая болезнь, магнитотерапия, высокоинтенсивное и низкоинтенсивное магнитные поля, гемодинамические механизмы формирования гипотензивного эффекта.

### Abstract

The article presents the results of the use of high-intensity and low-intensity magnetic fields in order to form the hypotensive effect in 100 patients with hypertension. It is proved that the combined use of high-intensity and low-intensity magnetic fields contributes to a more pronounced, compared with their single effects, optimization of central hemodynamics in patients with essential hypertension, regardless of the initial hemodynamic disturbances, while high-intensity magnetic fields have a greater effect on the overall peripheral vascular resistance, and low-intensity magnetic fields for cardiac output.

**Key words:** hypertensive disease, magnetic therapy, high-intensity and low-intensity magnetic fields, hemodynamic mechanisms of hypotensive effect.

Одним из приоритетных направлений восстановительной медицины и современной физиотерапии является разработка и научное обоснование оптимизированных подходов к применению преформированных физических факторов, направленных на активацию функциональных и резервных возможностей организма и повышение эффективности лечения больных с распространенными соматическими заболеваниями [1-4].

Особую актуальность и значимость обретают вопросы применения методов физиотерапии гипертонической болезни (ГБ), частота встречаемости которой в России достигает 25-30%. Тяжелые осложнения ГБ, такие как инфаркт миокарда, ишемическая болезнь, острое нарушение мозгового кровообращения и др., наносят значительный ущерб здоровью населения и являются в на-

стоящее время основными причинами не только длительной нетрудоспособности и инвалидизации населения, но и смертности [5-7].

Следует отметить, что, несмотря на успехи современной фармакологии, достигнутые в терапии ГБ, борьбу с этой патологией в России и во всем мире нельзя признать эффективной в связи с неуклонным ростом сосудистых катастроф [6, 8].

В связи с этим поиск новых, альтернативных методов лечения ГБ, основанных на применении физических факторов, оказывающих многоуровневое полисистемное воздействие на организм и способствующих повышению эффективности лечения, является актуальной задачей [2, 9-11].

Привлекательными в этом плане являются инновационные методы магнитотерапии, основанные на применении магнитного поля различ-

ных частот, которые, как показано в ряде исследований, способствуют коррекции нарушений липидного спектра, улучшению микроциркуляции, повышению клеточного мембранного потенциала эндокринных органов [12-17].

Учитывая магнитобиологические и терапевтические эффекты различных магнитных полей и многочисленные данные экспериментальных и клинических исследований о суммировании и потенцировании действия магнитотерапии, была поставлена цель разработать и научно обосновать целесообразность сочетанного применения высокоинтенсивного и низкоинтенсивного магнитных полей для повышения эффективности лечения гипертонической болезни.

**Задача:** в сравнительном аспекте изучить особенности влияния сочетанного применения высокоинтенсивного и низкоинтенсивного магнитных полей и их моновоздействий на гемодинамические механизмы формирования гипотензивного эффекта у больных гипертонической болезнью.

### **Материалы и методы**

В исследование были включены 100 больных гипертонической болезнью II степени (59 женщин и 41 мужчина), средний возраст которых составил  $46,1 \pm 2,5$  года, длительность заболевания - от 4 до 13 лет, и 20 практически здоровых лиц (14 женщин и 6 мужчин) сопоставимого возраста, результаты которых принимались за норму, давность заболевания у 77% больных была до 10 лет.

На этапе отбора для исключения вторичного характера артериальной гипертонии всем пациентам проводили общеклиническое обследование (ЭКГ в 12 стандартных отведениях, общеклинический анализ крови и мочи, биохимический анализ крови, рентгенография органов грудной клетки в прямой проекции, ультразвуковое исследование почек, консультация окулиста).

В соответствии с международными рекомендациями по определению и классификации уровней артериального давления артериальная гипертония II степени (умеренная) ставилась при уровне систолического артериального давления 160-179 мм рт.ст., диастолического артериального давления 100-109 мм рт.ст.

Все больные методом рандомизации были разделены на 4 сопоставимые по клинико-функциональным характеристикам группы по 25 человек.

Основная группа — 25 больных, которым применялся курс последовательного воздействия высокоинтенсивного и низкоинтенсивного магнитных полей;

Группа сравнения 1 — 25 больных, которые получали высокоинтенсивную импульсную магнитотерапию локально на воротниковую область;

Группа сравнения 2 — 25 больных, которые получали низкоинтенсивную биорезонансную магнитотерапию локально на воротниковую область;

Контрольная группа — 25 больных, которым проводились воздействия плацебо на воротниковую область без включения аппарата.

Физиотерапевтическое лечение во всех группах проводилось на фоне базисной терапии, включающей гипотензивные и общеукрепляющие препараты.

Оценку центральной гемодинамики осуществляли методом эхокардиографии на ультразвуковом аппарате SIEMENS ACUSON SC 2000 (2D, 3D, M режим, CD, CPD, PWD, CWD). Регистрация производилась на термобумаге с помощью принтера Sony Print Media UPP-110HG (Германия).

При изучении гемодинамики оценивались такие показатели сердечного выброса, как ударный объем крови (УО), минутный объем крови (МОК), сердечный индекс (СИ), частота сердечных сокращений (ЧСС), а также показатели сосудистого сопротивления - общее периферическое сосудистое сопротивление (ОПСС).

### **Методики магнитотерапии**

Процедуры проводили от серийного отечественного магнитотерапевтического аппарата импульсного двухрежимного АМТ 2 - «АГС» (регистрационное удостоверение № 29/06070902/5105-03 от 21.04.2003).

*Больным основной группы* проводили воздействие последовательно высокоинтенсивным импульсным полем по сканирующей методике локально на воротниковую область. Индукторы «S» и «N» располагали паравертебрально. Интенсивность магнитного поля в импульсе 700-1000 мТл, 4 импульса с интервалом 40 мс сгруппированы в серии, продолжительность серии 120 мс, частота серий 25 в минуту, затем без временного интервала по аналогичной методике в низкоинтенсивном режиме с частотой импульсов 4 Гц. Интенсивность магнитного поля 60 мТл. Продолжительность процедуры составляла 20 мин (по 10 мин высокоинтенсивным и низкоинтенсивным полями), на курс лечения 10 ежедневных процедур.

*Больным группы сравнения 1* проводили высокоинтенсивную импульсную магнитотерапию локально на воротниковую область по вышеописанной методике. Продолжительность процедуры составляла 10 мин, на курс 10 ежедневных процедур.

Больным группы сравнения 2 проводили низкоинтенсивную импульсную магнитотерапию локально на воротниковую область по вышеописанной методике. Продолжительность процедуры составляла 10 мин, на курс 10 ежедневных процедур.

Больным контрольной группы проводили воздействия плацебо, при которых имитировалось проведение процедуры, но без включения аппарата.

### Результаты собственных исследований

При изучении центральной гемодинамики у большинства больных (63%) определялся гипокINETический вариант гемодинамики, гораздо в меньшем проценте случаев (34%) - гиперкинетический тип гемодинамики и лишь у единичных больных определялся эукинетический тип кровообращения.

Принимая во внимание, что, по современным представлениям оптимальный гипотензивный эффект должен сопровождаться коррекцией основных показателей центральной гемодинамики, мы изучали основные гемодинамические механизмы гипотензивного эффекта и особенности влияния высокоинтенсивного и низкоинтенсивного магнитных полей в зависимости от исходных нарушений (табл. 1 и 2).

Как свидетельствуют данные табл. 1 и 2, у больных, включенных в исследование, независимо от типа гемодинамики отмечался гиперфункциональный тип реагирования сердечно-сосудистой системы.

В исходном состоянии у больных с гипокINETическим типом центральной гемодинамики от-

мечалось повышение АД, связанное с повышением общего периферического сопротивления и снижением интегрального показателя центральной гемодинамики (СИ) на 31,6% ( $1,87 \pm 0,09$  л/мин/м<sup>2</sup> по сравнению с  $2,46 \pm 0,1$  л/мин/м<sup>2</sup> у здоровых;  $p < 0,01$ ), по которому в соответствии с рекомендациями ВКНЦ (Всероссийского кардиологического научного центра) распределяли больных в зависимости от гемодинамического типа кровообращения.

У больных с гиперкинетическим типом центральной гемодинамики повышение АД было связано с повышением активности сердечной деятельности, что проявлялось в виде достоверного повышения показателей сердечного выброса (ударного и минутного объема) на фоне повышения в 1,95 раза интегрального показателя центральной гемодинамики (СИ), который составил  $4,8 \pm 0,12$  л/мин/м<sup>2</sup> по сравнению с  $2,46 \pm 0,1$  л/мин/м<sup>2</sup> у здоровых;  $p < 0,001$ .

После курса лечения у больных основной группы отмечалась выраженная коррекция гемодинамических нарушений независимо от типа гемоциркуляции преимущественно за счет снижения гиперактивности сердечной деятельности и гемодинамической перестройки, при этом у больных ГБ с гиперкинетическим типом кровообращения снижение АД было обусловлено уменьшением показателей сердечного выброса до референтных значений, а при гипокINETическом типе — за счет снижения общего периферического сосудистого сопротивления (ОПСС).

Следует отметить, что у больных основной группы, хотя и достоверно увеличивались показатели общего периферического сопротивления,

Таблица 1

Динамика основных показателей центральной гемодинамики при гиперкинетическом типе у больных ГБ под влиянием различных методов лечения

Показатели	До лечения	Основная группа	Сравнение 1	Сравнение 2	Контроль
ЧСС, уд/мин	87,2±3,4	65,1±2,8 <i>p</i> <sub>1***</sub>	72,3±2,1 <i>p</i> <sub>1***</sub>	71,6±2,3 <i>p</i> <sub>1***</sub>	81,2±1,9 <i>p</i> <sub>1*</sub> , <i>p</i> <sub>2**</sub>
УО, см <sup>3</sup>	107,8±4,6	75,1±3,6 <i>p</i> <sub>1***</sub>	85,2±4,2 <i>p</i> <sub>1***</sub> , <i>p</i> <sub>2*</sub>	89,1±4,3 <i>p</i> <sub>1***</sub> , <i>p</i> <sub>2**</sub>	101,6±5,1 <i>p</i> <sub>2***</sub>
МОК, л/мин	9,4±0,3	4,9±0,1 <i>p</i> <sub>1***</sub>	5,8±0,1 <i>p</i> <sub>1**</sub> , <i>p</i> <sub>2*</sub>	6,2±0,2 <i>p</i> <sub>1**</sub> , <i>p</i> <sub>2**</sub>	8,5±0,3 <i>p</i> <sub>2***</sub>
% к ДМОК	142,6	97,2 <i>p</i> <sub>1***</sub>	115,6 <i>p</i> <sub>1***</sub> , <i>p</i> <sub>2*</sub>	118,7 <i>p</i> <sub>1**</sub> , <i>p</i> <sub>2**</sub>	136,9 <i>p</i> <sub>2***</sub>
СИ, л • мин/м <sup>2</sup>	4,8±0,12	2,5±0,11 <i>p</i> <sub>1***</sub>	3,8±0,11 <i>p</i> <sub>1**</sub> , <i>p</i> <sub>2*</sub>	4,2±0,12 <i>p</i> <sub>1*</sub> , <i>p</i> <sub>2*</sub>	4,6±0,15 <i>p</i> <sub>2***</sub>
ОПСС, дин • с <sup>-1</sup> • см <sup>-5</sup>	1089±76,3	1323±67,5 <i>p</i> <sub>1*</sub>	1204±89,4	1278±71,3	1076±84,5 <i>p</i> <sub>2*</sub>
% к ДОПСС	77	98 <i>p</i> <sub>1*</sub>	90	87	78 <i>p</i> <sub>2*</sub>

Примечание: *p*<sub>1</sub> - сравнение с показателями до лечения; *p*<sub>2</sub> — сравнение с показателями в основной группе;

\*-  $p < 0,05$ ; \*\* -  $p < 0,01$ ; \*\*\*-  $p < 0,001$ .

Динамика основных показателей центральной гемодинамики при гипокинетическом типе у больных ГБ под влиянием различных методов лечения

Показатели	До лечения	Основная группа	Сравнение 1	Сравнение 2	Контроль
ЧСС, уд/мин	63,1±3,1	69,1±2,2	65,8±2,8 P1***	68,3±2,5 P1*	63,4±2,6 P1*, P2**
УО, см <sup>3</sup>	67,7±3,1	78,8±2,4 P1***	71,4±3,3 P1***	75,3±2,4 P2**	68,1±3,4 P2***
МОК, л/мин	4,15±0,1	5,1±0,1 P1***	4,57±0,15 P1**, P2*	4,79±0,14 P2*	4,21±0,3 P2***
% к ДМОК	74,4	92,1 P1*	86,1 P1*, P2*	80,5 P2*	75,5 P2*
СИ, л • мин/м <sup>2</sup>	1,87±0,09	2,4±0,12 P1***	2,1±0,12 P1**, P2*	2,3±0,12 P2**	1,98±0,12 P2***
ОПСС, дин • с <sup>-1</sup> • см <sup>-5</sup>	2005±65,7	1355±67,9 P1**	1434±56,3 P1*, P2*	1605±63,2 P2*	1895±56,3 P2*
% к ДОПСС	126	98 P1*	104 P1*, P2*	115 P2*	122 P2*

Примечание: P1 – сравнение с показателями до лечения; P2 – сравнение с показателями в основной группе;

\*-  $p < 0,05$ ; \*\* -  $p < 0,01$ ; \*\*\* -  $p < 0,001$ .

однако это не сопровождалось отрицательными гемодинамическими сдвигами, так как происходили в рамках физиологической нормы.

При применении высокоинтенсивного и низкоинтенсивного магнитных полей в качестве монотерапии было выявлено, что высокоинтенсивные магнитные поля в большей степени способствуют развитию гипотензивного эффекта за счет более выраженного снижения ДАД, а также коррекции показателей общего периферического сопротивления (ОПСС, % к ДМОК и % к ДОПСС), в то время как при применении низкоинтенсивных магнитных полей в большей степени отмечается снижение артериального давления за счет коррекции сердечных показателей (СИ, МОК, ЧСС и УО).

Таким образом, результаты изучения центральной гемодинамики у наблюдаемых больных выявили достаточно значимые изменения в деятельности сердечно-сосудистой системы, которые выражались в виде исходной гипертензии и в достоверном повышении периферического сопротивления сосудов и интенсивности функционирования структур сердца на фоне снижения миокардиального, аэробного и коронарного резервов с нерациональным их использованием, что свидетельствует о достаточно серьезных изменениях в деятельности ССС.

Полученные результаты показали, что сочетанное применение высокоинтенсивного и низкоинтенсивного магнитных полей вызывает более выраженный и стойкий гипотензивный эффект по сравнению с монодействиями высокоинтенсивным и низкоинтенсивным магнитны-

ми полями и особенно с процедурами плацебо независимо от исходного типа гемоциркуляции, что имеет важное значение для повышения функциональных резервов сердечно-сосудистой системы.

### Заключение

Магнитотерапия с использованием сочетанного применения высокоинтенсивного и низкоинтенсивного магнитных полей способствует оптимизации показателей центральной гемодинамики у больных гипертонической болезнью независимо от исходных гемодинамических нарушений, при этом высокоинтенсивные магнитные поля в большей степени оказывают влияние на общее периферическое сопротивление сосудов, а низкоинтенсивные магнитные поля – на показатели сердечного выброса.

### Литература

1. Герасименко М.Ю. Основные особенности и отличия технологического процесса физиотерапии в медицинской реабилитации. Вестник восстановительной медицины. 2013; 5(57): 9-14 [Gerasimenko M.Ju. Features and differences of physiotherapy technologies in medical rehabilitation. Vestnik vosstanovitel'noy meditsiny. 2013; 5(57): 9-14. In Russian].
2. Котенко К.В., Корчажкина Н.Б., Лопаткина Л.В. Мультифакторные полимодальные физиотерапевтические технологии для повышения функциональных резервов сердечно-сосудистой системы и физической работоспособности у больных с метаболическим синдромом. Физиотерапевт. 2014; 4: 10-13 [Kotenko K.V., Korchazhkina N.B., Lopatkina L.V. Multifactorial polymodal physiotherapy technology to improve functional reserves of the cardiovascular system and physical performance in patients with metabolic syndrome. Fizioterapevt. 2014; 4: 10-13. In Russian].
3. Разумов А.Н. Концептуальное обоснование места и роли нового научно-практического направления восстановительной

медицины в системной организационной структуре здравоохранения Российской Федерации. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2013; 90(1): 10-19 [Razimov A.N. Conceptual substantiation of the place and the role of a new research and practical area of rehabilitative medicine in the systemic organizational structure of the health care service in the Russian Federation. *Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoy fizicheskoy kul'tury*. 2013; 90(1): 10-19. In Russian].

4. Здоровье здорового человека. Научные основы организации здравоохранения, восстановительной и экологической медицины. Издание 3-е, переработанное, дополненное. Под ред. А.Н. Разумова, В.И. Стародубова, А.И. Вялкова, Ю.А. Рахманина. М.: АНО «Международный Университет Восстановительной медицины»; 2016. 624 с. ISBN: 978-5-904881-15-3.

5. Князева Т.А., Бадтиева В.А. Физиобальнеотерапия сердечно-сосудистых заболеваний. Практическое руководство. М.: МЕДпресс-информ; 2008. 272 с. ISBN: 5-98322-376-3.

6. Оганов Р.Г. Профилактика сердечно-сосудистых заболеваний: возможности практического здравоохранения. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2002; 1(1): 5-9 [Oganov R.G. Prevention of cardiovascular diseases: the possibilities of practical health care. *Kardiovaskulyarnaya Terapiya i Profilaktika*. 2002; 1(1): 5-9. In Russian].

7. Чазов Е.И. Проблемы первичной и вторичной профилактики сердечно-сосудистых заболеваний. Терапевтический архив. 2002; 9: 5-8 [Chazov E.I. Problems of primary and secondary prevention of cardiovascular diseases. *Terapevticheskiy arkhiv*. 2002; 9: 5-8. In Russian].

8. Шляхто Е.В. Гипертоническая болезнь. Патогенез и прогрессирование с позиции нейрогенных механизмов. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2003; 2(3): 22-26 [Shlyakhto E.V. Hypertensive heart disease. Pathogenesis and progression from the position of neurogenic mechanisms. *Kardiovaskulyarnaya Terapiya i Profilaktika*. 2003; 2(3): 22-26. In Russian].

9. Орехова Э.М., Зубкова С.М., Чуич Н.Г., Лукьянова Т.В. Трансцеребральная низкочастотная магнитотерапия: возможности и перспективы. Вестник восстановительной медицины. 2008; 3: 12-14 [Orekhova E.M., Zubkova S.M., Chuich N.G.,

Lukyanova T.V. *Transcerebral low-frequency magnetotherapy: opportunities and prospects*. *Vestnik vosstanovitel'noy meditsiny*. 2008; 3: 12-14. In Russian].

10. Пономаренко Г.Н., Улащик В.С. Низкочастотная магнитотерапия. СПб.: Человек, 2017. 178 с. ISBN: 978-5-9704-3315-7.

11. Тихая О.А. Оптимизация традиционных технологий восстановительной медицины: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2007. 18 с.

12. Борисов, А.А. Совершенствование реабилитационной помощи больным, оперированным по поводу миомы матки с использованием инновационных технологий магнитотерапии: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2010. 23 с.

13. Илларионов В.Е. Основы физиотерапии. М.: МИМСП; 2003. 95 с.

14. Пономаренко Г.Н., Болотова Н.В., Райгородский Ю.М. Транскраниальная магнитотерапия. СПб.: Человек, 2016. 152 с. ISBN 978-5-93339-323-8.

15. Улащик В.С., Лукомский И.В. Магнитотерапия. Основы общей физиотерапии. Минск-Витебск; 1997. 256 с.

16. Шишло М.А. О биотропных параметрах магнитных полей. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физкультуры. 1981; 3: 61-63 [Shishlo M.A. On the biotropic parameters of magnetic fields. *Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoy fizicheskoy kul'tury*. 1981; 3: 61-63. In Russian].

17. Юлдашев К.Ю., Куликов Ю.А. Магнитотерапия / Физиотерапия: Учебник для студентов медицинских институтов. Т.: полигр. об-ние им. Ибн Сино, 1994. 270 с.

Для корреспонденции/Corresponding author

Орехова Элеонора Михайловна/ Orekhova Eleonora  
kaffizio@gmail.com

Конфликт интересов отсутствует