

**ВЛИЯНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ  
ГИДРОМАГНИТОТЕРАПИИ И ПНЕВМОКОМПРЕССИОННОЙ ТЕРАПИИ НА  
АНТИОКСИДАНТНУЮ СИСТЕМУ БОЛЬНЫХ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ**

<sup>1</sup>ГУ «РНПЦ радиационной медицины и экологии человека», г. Гомель, Беларусь

<sup>2</sup>Белорусская медицинская академия последипломного образования МЗ РБ, г. Минск, Беларусь

<sup>3</sup>УО «Гомельский государственный медицинский университет», г. Гомель, Беларусь

Представлены результаты применения комбинированной методики физиотерапевтического лечения: гидромагнитотерапии и пневмокомпрессионной терапии в лечении больных осложненным сахарным диабетом. Включение в лечение комбинированного воздействия на фоне адекватной медикаментозной терапии позволяет повысить эффективность комплексного лечения. Проводимое лечение благоприятно влияет на про/антиоксидантный баланс плазмы крови и таким образом является патогенетически направленным на процессы развития ангиопатии.

*Ключевые слова:* сахарный диабет, диабетическая ангиопатия, про/антиоксидантный статус, магнитотерапия, гидромагнитотерапия, пневмокомпрессионная терапия

**Введение**

Сахарный диабет (СД) является наиболее распространенным среди хронических заболеваний во всем мире. По обновленным данным Международной Федерации Диабета (IDF) в мире больны 370 миллионов человек. Большую часть из них составляют люди трудоспособного возраста. Количество больных СД в мире увеличивается вдвое каждые 12-15 лет. По прогнозам IDF к 2025 году оно превысит 550 миллионов. По официальным статистическим данным в Беларуси на начало 2014 года насчитывалось 254593 пациентов СД [1].

Большая социальная значимость СД состоит в том, что он приводит к снижению качества жизни пациентов, преждевременной утрате трудоспособности и высокой смертности вследствие хронических осложнений. К наиболее распространенным осложнениям СД относятся сосудистые ангиопатии, являющиеся частой причиной инвалидизации и летальности. Диабетические ангиопатии (ДА) включают в

себя поражение сосудов крупного и среднего калибра (макроангиопатии), а также мелкого калибра (микроангиопатии). При этом поражаются практически все системы организма. Но наиболее драматические осложнения возникают при поражении сосудов нижних конечностей. Почти 20% больных, имеющих осложнения ДА нижних конечностей, требуют выполнения ампутаций на разных уровнях [2].

Проспективными исследованиями, проведенными в разных странах, доказана ведущая роль гипергликемии в формировании ДА. Однако молекулярные механизмы взаимосвязи между нарушенным гомеостазом глюкозы и развитием ДА окончательно не выяснены. Но данные многих авторов свидетельствуют о том, что повреждающее действие гипергликемии на сосудистую стенку происходит посредством воздействия свободных радикалов [3, 4, 5]. Гипергликемия ускоряет автоокисление глюкозы, активизирующие процессы гликозилирования увеличивают образование окисленных белков и свободнора-

дикальных процессов. Повышение активности полиолового пути обмена глюкозы приводит к истощению запасов восстановленного никотинамиддинуклеозидфосфата. С другой стороны в результате гипoinsулинемии происходит активация симпатической нервной системы, повышенный выброс катехоламинов, под действием которых образуются свободные радикалы. На фоне гипoinsулинемии у пациентов с СД повышается уровень ненасыщенных жирных кислот, снижается уровень глутатиона, в результате чего происходит усиление свободнорадикальных реакций. Агрессивному воздействию свободных радикалов противостоит система антиоксидантной защиты [6, 7, 8].

Наряду с достижением стойкой компенсации углеводного обмена и медикаментозной терапией, важное место в лечении пациентов с осложненным СД занимают физиотерапевтические методы. Их применение способствует повышению эффективности лечения, предупреждению развития и прогрессирования сосудистых осложнений [9]. Схожие терапевтические эффекты различных физических факторов позволяют предположить существование общих механизмов действия при различной патологии [10]. В основе таких механизмов, по мнению ряда авторов, может лежать взаимодействие физических факторов с веществами, играющими значимую роль в регуляции метаболических процессов, и в то же время причастных к патогенезу многих заболеваний. Эту роль вполне могут играть активные формы кислорода (АФК), проявляющие либо регуляторное, либо токсическое действие в зависимости от концентрации. Благодаря антиоксидантной системе, уровень активных форм кислорода в клетках находится под контролем, соответственно: действие физиологических факторов может реализоваться и через влияние на отдельные её компоненты. Стабильность клеточного баланса прооксидантов и антиоксидантных факторов является основой изучения закономерностей изменения антиоксидантного статуса ор-

ганизма. Одновременно любые терапевтические мероприятия должны проводиться с учетом соотношения про/антиоксидантов в организме. Данные процессы в физиотерапии, в свете современных взглядов на свободнорадикальное окисление, изучены крайне поверхностно. Наибольший интерес представляет изучение всего спектра АФК и антиоксидантов в процессе применения физических факторов различной природы. Учитывая наличие магнитного момента у АФК, прежде всего, важно изучение действия магнитных и электромагнитных полей [10].

### **Цель работы**

Изучить влияние комбинированного лечения гидромагнитотерапии с пневмокомпрессионной терапией и местной магнитотерапии на параметры про/антиоксидантного баланса у пациентов с диабетической ангиопатией.

### **Материал и методы исследования**

Было обследовано 37 пациентов с осложненным СД, получавших стандартную медикаментозную терапию в отделении эндокринологии и физиотерапевтическое лечение (ФТЛ) на базе ГУ «Республиканский научно-практический центр радиационной медицины и экологии человека». Возраст обследуемых составлял от 20 до 55 лет. Пациенты были разделены на две группы в зависимости от получаемого лечения. В первую группу вошли 19 человек (7 женщин и 12 мужчин), которые получали местную магнитотерапию на нижние конечности (аппарат «ОртоСПОК», индуктор «ДиабСПОК»). Процедура проводилась при следующих параметрах: индукция магнитного поля  $20 \pm 4$  мТл, 80-100% мощности, частота 28 Гц, время воздействия на поле 8-10 минут, поочередно на 2 поля. Вторую группу составили пациенты в количестве 18 человек (из них 10 женщин и 8 мужчин), получавшие комбинированное лечение: гидромагнитотерапию и пневмокомпрессионную терапию.

Гидромагнитотерапия проводилась на аппарате «АкваСПОК», при следующих параметрах: индукция магнитного поля на рабочей поверхности индуктора  $16 \pm 5$  мТл, в течение 4-5 процедур использовали минимальную мощность, затем последующие 4-5 процедур – максимальную, канал магнитного воздействия 2 и 3, время процедуры - 10-20 минут, температура воды 34-36 градусов. В течении 1-2 часов после процедуры гидромагнитотерапии проводилась пневмокомпрессионная терапия. Она выполнялась на аппарате «Лимфамат». Параметры терапии: скорость заполнения манжет высокая, интервал между циклами 15-30 секунд, давление в камерах 20-80 мм рт.ст. Время процедуры - 15-20 минут. Давление в камерах и время процедуры увеличивались по мере продолжения курса лечения. Курс лечения у всех пациентов составлял 8-10 ежедневных процедур.

Обследование пациентов проводилось при поступлении в отделение и после курса ФТЛ. Всем испытуемым была проведена оценка про/антиоксидантного баланса в плазме крови методом люминолзависимой хемилюминесценции (ЛЗХЛ). Оценивали максимальную интенсивность свечения ( $I_{max}$ ), характеризующую устойчивость баланса про/антиоксидантов плазмы крови. Площадь под кривой ЛЗХЛ (S), которая позволяет оценить общую емкость антиоксидантной защиты. Время достижения пика ЛЗХЛ, отражающее исходную антиоксидантную активность биологического материала (резерв антиоксидантов, t), выраженное в минутах [11, 12].

У всех пациентов исследовались показатели липидограммы: холестерин (ХС), триглицериды (ТГ), липопротеиды высокой плотности (ЛПВП), липопротеиды низкой плотности (ЛПНП), липопротеиды очень низкой плотности (ЛПОНП), а также гликозилированный гемоглобин (HbA1c) с помощью биохимического анализатора «Architect c8000» (ABBOTT, USA).

Статистический анализ проводился с использованием программы «Statistika 6.0», значения представлены в виде медиан

и интерквартильного размаха (25;75%), учитывая, что полученные результаты отличались от нормального распределения. Различия между независимыми группами оценивали с использованием теста U-Манна-Уитни, между зависимыми группами – тест Т-Вилкоксона. Корреляционный анализ проведен с использованием теста r-Спирмен. Критерий значимости исследований считали равным 95% ( $p \leq 0,05$ ).

### Результаты исследования

Параметры углеводного, липидного и про/антиоксидантного статуса у пациентов с СД до физиотерапевтического лечения представлены в таблице 1.

Как видно из таблицы 1, у обследованных пациентов различий по содержанию показателей углеводного и липидного обмена не было. Однако у пациентов 2 группы исходная антирадикальная активность в плазме крови была выше, чем у пациентов 1 группы ( $p < 0,001$ ). Корреляционный анализ показателей липидно-

**Таблица 1** – Параметры углеводного, липидного и про/антиоксидантного статуса у пациентов с СД до физиотерапевтического лечения

Показатель, ед. измерения	Пациенты с СД	
	Группа 1, n=19	Группа 2, n=18
Показатели углеводного и липидного обмена		
HbA1c, %	8,1 (7,6;9,8)	9,1 (8,2; 9,6)
ХС, ммоль/л	4,7 (4,3;5,3)	5,1 (4,4; 5,7)
ТГ, ммоль/л	1,4 (1,1; 1,9)	1,5 (1,2; 1,9)
ЛПВП, ммоль/л	1,1 (1,0; 1,3)	1,7 (1,1; 1,8)
ЛПНП, ммоль/л	2,6 (2,3; 3,3)	3,3 (2,3; 3,5)
ЛПОНП, ммоль/л	0,5 (0,4;0,7)	0,6 (0,4; 0,7)
Показатели про/антиоксидантного статуса		
Устойчивость баланса про/антиоксидантов, %	33,9 (18,3; 66,5)	27,7 (23,9; 37,6)
Мощность про/антиоксидантного статуса, %	28,4 (16,9; 48,7)	31,9 (20,9; 46,4)
Исходная антирадикальная активность, мин.	0,91 (0,56;1,48)	2,53 (2,14; 2,71)*
* – статистически значимые различия между группами		

го и антиоксидантного статуса у обследованных пациентов 2 группы выявил наличие статистически значимых связей между уровнем ЛПНП и мощностью антиоксидантной защиты (S) ( $r_s=0,70$ ;  $p=0,036$ ). У пациентов 2 группы данная корреляция не была статистически значима, однако у них были выявлены положительные взаимосвязи между уровнем холестерина и мощностью антиоксидантной защиты (S) ( $r_s=0,47$ ;  $p=0,012$ ), а также между интенсивностью вспышки (I<sub>max</sub>) и концентрацией триглицеридов (ТГ) ( $r_s=0,55$ ;  $p=0,009$ ). Возможно, такие отличия обусловлены тем, что повышение уровня липидов (ХС, ТГ, ЛПНП) может способствовать усилению процессов липопероксидации, что в свою очередь, приводит к повышению общей антиоксидантной активности, как компенсаторной реакции организма в ответ на усиливающийся синтез продуктов перекисного окисления липидов.

Показатели изучаемых обменных процессов у пациентов с СД после проведенного курса лечения представлены в таблице 2.

**Таблица 2** – Параметры углеводного, липидного и про/антиоксидантного статуса у пациентов с СД после физиотерапевтического лечения

Показатель, ед. измерения	Пациенты с СД	
	Группа 1, n=19	Группа 2, n=18
Показатели углеводного и липидного обмена		
HbA1c, %	8,4 (7,8;9,9)	9,0 (8,2; 9,8)
ХС, ммоль/л	4,9 (4,4;5,6)	5,1 (4,2; 5,6)
ТГ, ммоль/л	1,3 (1,1; 1,7)	1,4 (1,2; 1,7)
ЛПВП, ммоль/л	1,2 (1,1; 1,4)	1,7 (1,3; 1,8)
ЛПНП, ммоль/л	2,5 (2,1; 3,2)	3,1 (2,2; 3,3)
ЛПОНП, ммоль/л	0,5 (0,4;0,6)	0,6 (0,3; 0,7)
Показатели про/антиоксидантного статуса		
Устойчивость баланса про/антиоксидантов, %	46,45 (26,05; 60,75)	43,6 (13,8; 56,2)
Мощность про/антиоксидантного статуса, %	55,5 (29,7; 75,0)	49,0 (33,7; 70,9)
Исходная антирадикальная активность, мин.	0,79 (0,53; 1,72)	1,25 (0,71; 2,40)*
* – статистически значимые различия между группами		

Как видно из таблицы 2, после курса терапии изменений в параметрах липидного, углеводного обмена не обнаружено. Корреляционный анализ выявил, что у пациентов 2 группы после ФТЛ ранее выявленные связи изменили свою направленность: содержание ХС было обратно взаимосвязано с S ( $X_c \leftrightarrow S$ ,  $r_s=-0,78$ ;  $p=0,039$ ), а уровень ТГ ↔ I<sub>max</sub>,  $r_s=-0,43$ ;  $p=0,040$ . Выявленные изменения подтверждают ранее установленные факты о том, что проводимая магнитотерапия положительно влияет на показатели липидного спектра [13].

При анализе состояния параметров про/антиоксидантной системы до и после ФТЛ в зависимости от его вида было выявлено улучшение изучаемых показателей.

Так, при оценке результатов антиоксидантного статуса у пациентов 2 группы, получавших гидромагнитотерапию и пневмокомпрессионную терапию после лечения, произошло улучшение показателей про/антиоксидантного баланса в плазме крови. Возросла устойчивость баланса про/антиоксидантов (I<sub>max</sub>), в сравнении с результатами, полученными до лечения – 27,7 (23,9;37,6), после – 43,6 (13,8;56,2); ( $p=0,012$ ).

У пациентов 1 группы, получавших локальную магнитотерапию на нижние конечности, уровень устойчивости баланса про/антиоксидантов до лечения составлял 33,9 (18,3; 66,5), а после лечения 46,45 (26,05; 60,75), ( $p>0,05$ ).

Мощность антиоксидантной системы (S) у пациентов 2 группы после лечения увеличилась в сравнении с данными, полученными до лечения ( $p=0,011$ ): после проведенного курса ФТЛ общая антиоксидантная мощность составила 49,0 (33,7;70,9)% в отличие от уровня S до физиотерапевтического воздействия 31,9 (20,9;46,4)%, что свидетельствует об активации системы антиоксидантной защиты.

У пациентов 1 группы, получавших местную магнитотерапию, после лечения мощность антиоксидантной системы была выше, чем до лечения ( $p=0,004$ ). Так, после курса ФТЛ общая антиоксидантная мощ-

ность составила 55,5 (29,7; 75,0), а до лечения – 28,4 (16,9; 48,7).

Параметры исходной антирадикальной активности у пациентов 2 группы (t) уменьшились по отношению к результатам исследования, проведенного до лечения ( $p=0,017$ ). Уровень антиоксидантов у пациентов после физиотерапии снижается: у пациентов до лечения он составляет 2,53 (2,14; 2,71), а после лечения – 1,25 (0,71; 2,40). Возможно, это обусловлено тем, что они расходуются на вновь образующиеся свободные радикалы.

У пациентов 1 группы параметры исходной антирадикальной активности не различались. Так, t до лечения составляли 0,91 (0,56; 1,48) мин, а после лечения составили 0,79 (0,53; 1,72) мин, ( $p>0,05$ ).

Выявленные изменения в параметрах про/антиоксидантного баланса свидетельствуют о более выраженном снижении прооксидантного потенциала в плазме крови пациентов после проведения комбинированного воздействия, а также улучшения показателей антиоксидантной защиты. Возможно, выявленные изменения параметров про/антиоксидантного баланса обусловлены потенцирующим эффектом комбинированного использования указанных физических факторов в сочетании адекватной комплексной терапией пациентов с СД, что положительно влияет на состояние свободнорадикального окисления и способствует профилактике развития осложнений, в частности – ДА.

В конце курса ФТЛ у всех пациентов отмечалась положительная динамика клинической картины заболевания: значительно снижались боли в нижних конечностях, уменьшались парестезии, судороги, отечность, зябкость. Повышалась устойчивость к физической нагрузке. Кроме того, после курса комбинированного лечения отмечалось значительное улучшение общего самочувствия, психоэмоционального состояния, что усиливало мотивацию пациентов к процессу лечения, соблюдению врачебных рекомендаций, направленных на повышение эффективности реабилитационного процесса.

### Выводы

1. Комбинированное воздействие (гидромагнитотерапия и пневмокомпрессия) в сравнении с местной магнитотерапией более эффективно влияет на систему про/антиоксидантов. На основании выявленной положительной динамики про/антиоксидантного статуса можно говорить о патогенетической направленности метода на процессы свободнорадикального окисления, лежащие в основе развития сосудистых осложнений СД.

2. Изменения про/антиоксидантного баланса отражают его динамичность в зависимости от происходящих в организме процессов свободнорадикального окисления. Метод ЛЗХЛ позволяет четко отразить быстро изменяющиеся процессы гомеостаза и может быть использован для определения эффективности лечения, в том числе ФТЛ.

3. Значимых изменений параметров углеводного и липидного обменов за период наблюдения не выявлено, что может быть обусловлено коротким периодом наблюдения.

### Библиографический список

1. Шепелькевич, А. 14 ноября – Всемирный день борьбы против диабета / А.Шепелькевич // Медицинский вестник. – 2014. – 13 ноября. – С. 15.
2. Жидков, С.А. Комплексное лечение осложнений диабетической ангиопатии нижних конечностей – актуальная проблема высоких ампутаций / С.А.Жидков, Ю.В.Кузьмин, Д.В. Гомбалецкий // Медицинские новости. – 2004. – №4. – С. 13-17.
3. Применение никотинидантамида и других антиоксидантных препаратов в комплексной терапии сахарного диабета 2 типа / Н.И. Фадеева [и др.] // Сахарный диабет. – 2001. – №1. – С. 21-23.
4. Балаболкин, М.И. Диабетология / М.И. Балаболкин. – Москва: Медицина, 2000. – 672с.
5. Бондарь, И.А. Окислительная модификация белков при диабетических микро-

ангиопатиях / И.А. Бондарь, В.В. Климонтов, И.А. Поршенников // Сахарный диабет. – 2000. – №3. – С. 9-11.

6. Занозина, О.В. Свободно-радикальное окисление при сахарном диабете 2-го типа: источники образования, составляющие, патогенетические механизмы токсичности / О.В. Занозина, Н.Н. Боровков, Т.Г. Щербаток // Современные технологии в медицине. – 2010. – №3. – С. 104-112.

7. Зенков, Н.К. Окислительный стресс. Биохимический и патофизиологические аспекты / Н.К. Зенков, В.З. Ланкин, Е.Б. Менщикова. – Москва: МАИК «Наука / Интерпериодика», 2001. – 343с.

8. Роль окислительного стресса, апоптоза, инсулиновой резистентности и нарушений липидного обмена в патогенезе сахарного диабета и его сосудистых осложнений: пособие для врачей / И.И. Дедов, М.И. Балаболкин, Г.Г. Мамаева и др. – Москва: ГУЭНЦ, 2005. – 73с.

9. Возможности динамической магнитотерапии при нарушении микроциркуляции у детей и подростков с сахарным диабетом 1-го типа / Н.В. Болотова Н.В [и др.] // Педиатрия. – 2008. – Т. 87, №1. – С. 79-83.

10. Улащик, В.С. Активные формы кислорода, антиоксиданты и действие лечебных физических факторов / В.С. Улащик // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2013. – №1. – С. 60-69.

11. Терехина, Н.А. Хемилюминесцентный анализ биологических жидкостей больных сахарным диабетом / Н.А. Терехина, О.Ю. Ненашева // Клиническая лабораторная диагностика. – 2004. – №11. – С. 38-39.

12. Петренко, Т.С. Методологические подходы к оценке хемилюминесценции плазмы крови / Т.С. Петренко, И.А. Новикова, А.В. Гомоляко // «Современные проблемы радиационной медицины: от теории к практике» материалы Международной научно-практической конференции. г. Гомель, 31 января 2013 г. Гомель. – 2013. – С. 49-50.

13. Применение общесистемной магнитотерапии в комплексном лечении сахарного диабета 2 типа / В.А. Дробышев и др. // Медицина и образование в Сибири. [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа: [http://www.ngmu.ru/cozo/mos/article/text\\_full.php?id=551](http://www.ngmu.ru/cozo/mos/article/text_full.php?id=551). – Дата доступа: 12.02.2015.

N.A Filiptsova, A.P Sivakov, T.S Petrenko

#### THE INFLUENCE OF COMBINED EFFECT OF HYDROMAGNETIC AND PNEUMOCOMPRESSION THERAPY ON ANTIOXIDANT SYSTEM OF PATIENTS WITH DIABETES MELLITUS

There are presented the results of effect of the combined methods of physiotherapy treatment: hydromagnetic therapy and pneumocompression therapy in the treatment of patients with complicated diabetes mellitus. Treatment use of combined effect on the background of adequate drug therapy, allows to improve the efficiency of complex treatment. Current treatment has a positive effect on the pro-antioxidant balance of blood plasma and thus is pathogenetically targeted at processes of angiopathy.

**Key words:** *diabetes mellitus, diabetic angiopathy, pro/antioxidant status, magnetotherapy, hydromagnetic therapy, pneumocompression therapy*

Поступила 09.03.15