

© Коллектив авторов, 2007

*Н.В. Болотова, Н.В. Николаева, Т.В. Головачева,
В.Ф. Лукьянов, Е.Н. Ткачева, Ю.М. Райгородский*

ВОЗМОЖНОСТИ ДИНАМИЧЕСКОЙ МАГНИТОТЕРАПИИ ПРИ НАРУШЕНИИ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ 1-ГО ТИПА

Кафедра пропедевтики детских болезней, детской эндокринологии и диабетологии, кафедра терапии ФПК ППС ГОУ ВПО «Саратовский государственный медицинский университет Росздрава», г. Саратов, РФ

Авторы наблюдали 30 детей и подростков с сахарным диабетом 1-го типа (СД1) в возрасте 5–17 лет. 1-ю группу составили 10 пациентов со стажем болезни 2 мес–2 года, без осложнений СД или имеющие одно осложнение. 2-ю группу составили 20 больных со стажем СД 2–9 лет, имеющие различные сосудистые осложнения. Методом лазерной доплеровской флоуметрии исследовали состояние микроциркуляторного русла. Для коррекции изменений микроциркуляции использовали местное воздействие бегущего импульсного магнитного поля (БИМП). По мере увеличения длительности СД1 выделены 2 фазы изменений микроциркуляции – фаза компенсации с активной адаптацией и фаза декомпенсации с адаптивным механизмом. Применение БИМП приводило к улучшению показателей микроциркуляции и может использоваться для лечения диабетических ангиопатий.

Authors examined 30 children and adolescents with diabetes mellitus type 1 (DM1) aged 5–17 years. 1st group consisted of 10 patients with DM duration 2 months – 2 years without complications or with only one complication. 2nd group consisted of 20 patients with DM duration 2–9 years and with multiple vascular complications. State of microcirculation was estimated by usage of laser Doppler flowmetry. Authors used local influence of running impulse magnet field (RIMF) for correction of circulatory changes. Two phases of microcirculation changes were selected in dependence on DM duration – phase of compensation with active adaptation and phase of decompensation with adaptive mechanism. RIMF usage led to improvement of microcirculation state and so it could be used in treatment of diabetic angiopathies.

Сахарный диабет 1-го типа (СД1) у детей является актуальной проблемой педиатрии и эндокринологии [1–3]. Основной причиной ранней инвалидизации и смертности пациентов при СД являются сосудистые осложнения [2–4]. Однако патогенез диабетических ангиопатий (ДАП) остается неясным, что требует постоянного изучения механизмов их развития. Современные представления о развитии сосудистых осложнений при СД основываются на признании особого значения изменений структуры и функции эндотелия микрососудов, нарушения функционального состояния тромбоцитов и системы фибринолиза, избыточной продукции свободных радикалов [5–9].

Изучение микроциркуляции необходимо для более полного понимания механизмов развития микроангиопатий при СД с целью оптимизации известных лечебных методик [6–8] и обоснования новых. В последние годы широко используется новый метод неинвазивного исследования периферической системы кровообращения – лазерная доплеровская флоуметрия (ЛДФ), с помощью ко-

торой осуществляется объективная регистрация состояния капиллярного кровотока [8]. Также продолжается поиск методов коррекции сосудистых нарушений при СД. Наряду с достижением стойкой компенсации углеводного обмена и медикаментозной терапией ДАП важное место в лечении пациентов, страдающих СД, занимают методы физиотерапии, применение которых способствует повышению эффективности лечения, предупреждению развития и прогрессирования сосудистых осложнений [6–10].

Наиболее доступным и безопасным методом физиотерапевтического воздействия на организм является магнитотерапия. Магнитное поле оказывает коррегирующее влияние на функциональные системы организма: снижает повышенную функцию органа или системы и активирует угнетенные функции. Под влиянием магнитных полей происходят повышение сосудистой проницаемости, ускорение капиллярного кровотока, улучшение сократительной способности сосудистой стенки и увеличение кровенаполнения [11]. Магнитное поле

обладает следовым характером действия: после однократного применения реакции организма могут сохраняться в течение нескольких суток, а после курсовых процедур – более месяца [11]. Из используемых видов магнитных полей бегущее импульсное магнитное поле (БИМП) является наиболее биологически активным, поскольку обладает наибольшим набором биотропных параметров (частота модуляции, частота излучения, индукция, направление движения и др.) и реализует динамичный характер воздействия, которое отвечает принципу оптимальности в физиотерапии [12].

Целью настоящей работы является изучение особенностей периферической микроциркуляции у детей и подростков СД1 по данным ЛДФ и оценка возможности применения БИМП для коррекции выявленных нарушений.

Материалы и методы исследования

Обследовано 30 детей и подростков с СД1 (12 мальчиков и 18 девочек) в возрасте от 5 до 17 лет. Длительность СД составила от 2 мес до 9 лет.

Всем больным было проведено стандартное общеклиническое обследование, включающее изучение жалоб, анамнеза заболевания и жизни, объективных данных, скрининг сосудистых осложнений и оценку степени компенсации углеводного обмена по уровню гликозилированного гемоглобина. Контрольную группу составили 10 практически здоровых детей в возрасте от 7 до 15 лет.

В зависимости от наличия сосудистых осложнений СД все дети были разделены на 2 группы. В 1-ю группу вошли 10 пациентов без осложнений СД, либо имеющие только одно осложнение. Стаж СД в данной группе составил от 2 мес до 2 лет. Во 2-ю группу были включены 20 больных, имеющих различные сосудистые осложнения – диабетическую нейропатию, ретинопатию, катаракту, нефропатию, хайропатию, липоидный некробиоз. Длительность СД у пациентов 2-й группы составила от 2 до 9 лет.

Для исследования состояния микроциркуляторного русла использовали метод ЛДФ. Регистрацию показателей микроциркуляции осуществляли с помощью одноканального лазерного доплеровского флоуметра ЛАКК-01 (НПП «ЛАЗМА», Москва) с длиной волны $\lambda=0,63$ нм. Датчик устанавливали на коже средней фаланги ладонной поверхности III пальца левой кисти. Исследование проводили в положении сидя, в стандартных условиях (при одинаковой температуре воздуха, в одинаковое время суток). Сигнал записывали в течение 10 мин. Выполненные ЛДФ-граммы анализировали при помощи программ математического вейвлет-преобразования [13].

Регистрировали значения показателя микроциркуляции (ПМ) (поток эритроцитов в единицу времени в объеме тканей $1-1,5$ мм³), среднее квадратичное отклонение δ (временная изменчивость потока эритроцитов), коэффициент вариации K_v (отношение среднего квадратично-

го отклонения к средней перфузии (М): $K_v=\delta/M \cdot 100\%$).

Определяли параметры активной микроциркуляции – эндотелиальная (метаболическая) активность (ЭА), нейрогенная активность (НА), миогенная активность (МА) и пассивной – респираторный ритм (РР), кардиоритм (КР) [13].

Оценивали нейрогенный (НТ) и миогенный тонус (МТ) микрососудов, а также их отношение – показатель шунтирования (ПШ).

С целью коррекции выявленных изменений использовали местное воздействие БИМП на тестируемую область с частотой модуляции (пробега) 10 Гц продолжительностью 10 мин с помощью прибора АМО-АТОС (ООО «ТРИМА», г. Саратов). Курс магнитотерапии составил 10 процедур. Частота 10 Гц из возможных значений (1–16 Гц) выбрана как наиболее биологически активная [14].

Для определения различий между группами обследуемых использовали методы вариационной статистики (программа XLStatistics, R.Carr, 1998): t-критерий Стьюдента и точный критерий Фишера. Различия считали достоверными при $p<0,05$.

Результаты и их обсуждение

При изучении клинических особенностей течения СД у детей было установлено, что большинство (90%) пациентов 1-й группы не предъявили жалоб, связанных с наличием сосудистых осложнений. Было установлено, что у 30% детей этой группы имелся неблагоприятный социально-биологический анамнез, у 20% отмечена наследственная отягощенность по СД, у 30% выявлена различная сопутствующая патология: атопический дерматит, дискинезия желчевыводящих путей, диффузное увеличение щитовидной железы. Показатели физического развития у 80% детей соответствовали возрастной норме. Средние показатели гликемии в данной группе детей составили $9,4\pm 1,2$ ммоль/л, доза инсулина – $0,5-0,8$ ЕД/кг/сут, уровень гликозилированного гемоглобина – $8,6\pm 1,3\%$. При электрофизиологическом обследовании у 6 детей (60%) выявлено нарушение проводимости по периферическим нервам конечностей. Изменений на глазном дне при прямой офтальмоскопии и микроальбуминурии по данным микральт-теста в этой группе пациентов выявлено не было.

Во 2-й группе большинство больных (80%) предъявляли жалобы на слабость, боли в ногах, снижение зрения. Анализ данных анамнеза жизни показал, что у 20% детей имелся неблагоприятный социально-биологический анамнез, у 30% отмечена наследственная отягощенность по СД. При углубленном обследовании у 45% обнаружена сопутствующая патологии (дискинезия желчевыводящих путей, дисметаболическая нефропатия, бронхиальная астма, диффузное увеличение щитовидной железы, хронический аутоиммунный тиреоидит). У 60% детей отмечена задержка физичес-

кого развития. Показатели гликемии у этих пациентов составляли $13,7 \pm 1,1$ ммоль/л, доза инсулина – $0,8-1,2$ ЕД/кг/сут, а уровень гликозилированного гемоглобина – $10,3 \pm 2,3\%$. Резкое угнетение рефлексов и выраженные изменения периферических нервов в виде замедления сенсорной и моторной проводимости при электрофизиологическом обследовании были отмечены у 75% детей. У 60% детей выявлены изменения на глазном дне в виде преретинальных и ретинальных кровоизлияний, аневризм, новообразованных сосудов, у 40% – помутнение хрусталика. У 25% пациентов отмечалась альбуминурия (от 30 до 300 мг/л).

Анализ показателей микроциркуляции по данным ЛДФ СД1 показал, что у детей 1-й группы выявлено незначительное увеличение базального кровотока по сравнению с данными пациентов контрольной группы ($p > 0,05$) (см. таблицу), а также достоверное снижение НТ и МТ сосудов ($p < 0,05$). ПШ оказался достоверно выше, чем в группе контроля.

Во 2-й группе наблюдалось достоверное снижение базального кровотока и НТ сосудов ($p < 0,05$) по сравнению с показателями контроля. Показатели МТ и ПШ сосудов в этой группе пациентов практически не отличались от аналогичных в контрольной группе (см. таблицу).

Из данных таблицы видно, что у больных СД1 выявлено преобладание активных факторов регуляции микроциркуляции. Однако среди них наблюдается отклонение в сторону эндотелиального и нейрогенного компонентов, в то время как в контрольной группе регуляция микроциркуляции осуществлялась гармонично всеми активными механизмами.

У пациентов 1-й группы имеется тенденция к снижению ЭА и НА по сравнению с аналогичными показателями у детей группы контроля ($p > 0,05$). В этой группе пациентов также выявлено достоверное снижение МА ($p < 0,05$) и РР ($p < 0,05$) по сравнению с группой контроля. Показатели КР практически не отличались от таковых в контрольной группе.

У пациентов 2-й группы выявлено достоверное ($p < 0,05$) повышение ЭА по сравнению с данными контрольной группы и снижение НА и МА ($p < 0,05$). Выявлено достоверное снижение РР и КР ($p < 0,05$).

Таким образом, у детей и подростков, страдающих СД1, выявлены нарушения микроциркуляции, что прежде всего проявляется в снижении показателей ЭФ, НА, особенно МА. Кроме того, обращает на себя внимание существенное снижение РР, что определяет состояние венозного компонента микроциркуляторного русла. Заметно ка-

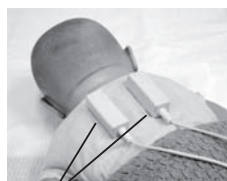
Аппарат **“АМО-АТОС”** для магнитотерапии бегущим магнитным полем с приставкой **“Оголовье”** для транскраниальной магнитотерапии

(Рег.уд МЗ РФ №29/10071001/3132-02)

Аппарат реализует новую методику воздействия бегущим магнитным полем (БИМП) на проекцию очага поражения и ЦНС по двум каналам на основе принципов динамичности и резонансности воздействия, что обеспечивает оптимизацию лечения.

В педиатрии аппарат показан

- при поражениях периферической нервной системы, включая диабетические полинейропатии и перинатальное поражение шейного отдела позвоночника у **новорожденных**
- при заболеваниях желудочно-кишечного тракта
- при заболеваниях бронхо-легочной системы
- при вегетативных дисфункциях и нейроэндокринных нарушениях (с приставкой “Оголовье”) - ожирении, цефалгиях, гипоталамическом синдроме пубертатного периода
- при поражениях суставов и сосудов конечностей



Излучатель БИМП для лечения поражения шейного отдела новорожденных



Технические характеристики

Величина магнитной индукции на поверхности излучателей аппарата “АМО-АТОС”:
 -круглого - 33 мТл; -призматического - 45 мТл; - “Оголовья” - 45 мТл;
 -для новорожденных-15 мТл
 Диапазон частот модуляции магнитного поля аппарата - 1 - 16 Гц;
 Габариты электронного блока 250 x 200 x 120 мм



Доводим до сведения, что кроме магнитотерапевтической техники предприятие выпускает аппарат АДФТ-4-“Радуга” для бегущего светимпульсного воздействия синим, зеленым, желтым и красным световым потоком

Фирма-производитель ООО “ТРИМА”, 410033 г. Саратов, ул. Панфилова, 1.
 Тел./ф. (8452) 450-215, 340-011. E-mail: trima@overta.ru Web: http://www.trima.ru

Таблица

**Показатели микроциркуляции у детей и подростков с СД1
до и после местного воздействия БИМП**

Показатели	1-я группа (n=10)	2-я группа (n=20)	Контрольная группа (n=10)
ПМ, пф. ед.	$\frac{34,65 \pm 6,33}{39,20 \pm 4,60^*}$	$\frac{24,90 \pm 8,18^{**}}{40,97 \pm 8,86^*}$	32,30 ± 4,53
δ, пф. ед.	$\frac{7,57 \pm 2,46}{11,37 \pm 2,15^*}$	$\frac{6,52 \pm 2,05}{6,26 \pm 2,03}$	6,62 ± 2,15
Kv, %	$\frac{21,30 \pm 6,46}{32,47 \pm 4,72^*}$	$\frac{24,39 \pm 4,43}{15,94 \pm 3,24^*}$	24,87 ± 6,44
Исходный НТ, пф. ед.	$\frac{2,36 \pm 0,56^{**}}{3,38 \pm 0,44^*}$	$\frac{2,64 \pm 0,70^{**}}{2,55 \pm 0,68}$	2,91 ± 0,87
Исходный МТ, пф. ед.	$\frac{3,43 \pm 1,20^{**}}{3,74 \pm 0,80^*}$	$\frac{2,97 \pm 0,65}{3,33 \pm 0,5^*}$	3,04 ± 0,64
ППШ	$\frac{1,45 \pm 0,28^{**}}{1,04 \pm 0,19^*}$	$\frac{1,20 \pm 0,27}{1,27 \pm 0,21}$	1,11 ± 0,25
ЭА, пф. ед.	$\frac{2,53 \pm 0,86^{**}}{3,65 \pm 0,74^*}$	$\frac{2,69 \pm 1,31^{**}}{2,86 \pm 0,98}$	2,76 ± 1,18
НА, пф. ед.	$\frac{2,85 \pm 0,83}{2,78 \pm 0,72}$	$\frac{2,51 \pm 1,02^{**}}{2,39 \pm 0,89^*}$	2,95 ± 0,98
МА, пф. ед.	$\frac{2,01 \pm 0,70^{**}}{2,91 \pm 0,59^*}$	$\frac{2,16 \pm 0,64^{**}}{2,24 \pm 0,67}$	2,63 ± 0,56
РР, пф. ед.	$\frac{1,05 \pm 0,76^{**}}{0,34 \pm 0,60^*}$	$\frac{1,09 \pm 0,38^{**}}{1,59 \pm 0,44^*}$	1,52 ± 0,29
КР, пф. ед.	$\frac{0,86 \pm 0,42}{1,22 \pm 0,34^*}$	$\frac{0,71 \pm 0,23^{**}}{0,86 \pm 0,58}$	0,87 ± 0,28

В числителе – значения показателей до лечения, в знаменателе – после лечения; * p<0,05 при сравнении показателей до и после лечения; ** p<0,05 при сравнении показателей с контролем.

чественное отличие состояния микроциркуляции в зависимости от стажа заболевания. В первые 2 года развития СД приток крови сохранен, что видно по состоянию КР. По мере увеличения срока заболевания и степени прогрессирования ДАП происходит достоверное снижение потока крови в периферическом микроциркуляторном русле как по сравнению со здоровыми, так и по сравнению с больными в начале СД. Такое снижение кровотока сопровождается достоверным уменьшением КР, характеризующим состояние притока крови, обусловленное приносящими сосудами и работой сердца. Непосредственно на уровне функциональной регуляции микрогемодинамики происходит резкое подавление НА и снижение МТ.

На фоне местного воздействия БИМП у больных 1-й группы отмечалось достоверное повышение МП, НТ и МТ сосудов и снижение ППШ (см. таблицу). Зарегистрировано достоверное повышение ПМ в эндотелиальном и миогенном диапазонах, снижение РР и повышение КР (p<0,05).

У пациентов 2-й группы после проведенного курса магнитотерапии выявлены следующие изменения параметров микроциркуляции: достоверное повышение ПМ в 1,64 раза, МТ сосудов – в 1,12 раза, снижение активности в нейрогенном диапазоне в 1,05 раза, повышение РР в 1,45 раза (p<0,05).

Таким образом, после воздействия БИМП у детей и подростков с СД1 произошло существенное изменение показателей периферической микроциркуляции. При сравнении состояния микроциркуляции у детей с разной длительностью СД на фоне магнитотерапии видно, что у пациентов с небольшим стажем заболевания произошло существенное увеличение НТ, тогда как во 2-й группе этот показатель, наоборот, снизился. В 1-й группе на фоне лечения произошло увеличение эффективности капиллярного кровотока, так как снизился ППШ и увеличилась МА. У детей с длительным стажем СД состояние шунтирующего кровотока и МА после лечения не изменились. Важно, что на начальной стадии СД РР (состояние веноулярного отдела микроциркуляции) снизился, в то время как у детей, болеющих СД более 2 лет, увеличился, приблизившись к значениям контрольной группы.

Обсуждение

Как известно, микроциркуляторное русло является патогенетической мишенью при СД [4, 6, 10]. В результате проведенного исследования установлено, что изменения функционального состояния микроциркуляторного русла при СД у детей возникают в ранние сроки заболевания и имеют различные фазы своего развития. В первые 2 года заболевания сохраняется достаточный уровень по-

тока крови в микроциркуляторном русле с адекватным притоком крови и изменением его оттока, повышением МТ и существенным снижением НТ, низкой ЭА и высоким ПШ. На фоне местного воздействия БИМП происходит увеличение микроциркуляторного потока крови с изменением притока (увеличение КР) и оттока крови (РР). Непосредственная активная регуляция микроциркуляторного русла проявляется существенным повышением ЭА и НТ, приростом МА и значительным снижением шунтирующего кровотока. Данное состояние можно расценивать как эффективную адаптацию микроциркуляторного русла, включающую эндотелиальные и нейрогенные механизмы.

У детей, больных СД1 с длительным стажем заболевания (более 2 лет), снижается поток крови в микроциркуляторном русле с преимущественным нарушением притока крови. У этих больных отмечается существенное снижение НА при сохраненной ЭА. Высокий ПШ при сниженном ПМ свидетельствует о низкой эффективности микроциркуляторного кровотока. После курса динамической магнитотерапии происходит практически двукратное увеличение потока крови с преимущественным изменением не притока крови, а его оттока

при сохранении высокого ПШ. Наиболее активно на магнитное поле реагирует МТ при слабой реакции эндотелия и НТ. Данное состояние микроциркуляторного русла можно расценивать как долговременный адаптивный механизм, обеспечивающий эффективность кровотока через улучшение оттока крови, его шунтирование и активацию миогенного компонента регуляции.

Заключение

Таким образом, по мере увеличения длительности СД1 у детей и подростков и прогрессирования ДАП можно выделить две фазы изменения состояния микроциркуляторного русла – фазу компенсации с активной адаптацией, включающую эндотелиальные и нейрогенные механизмы, и фазу декомпенсации с адаптивным механизмом, обеспечивающим эффективность кровотока через улучшение оттока крови, его шунтирование и активацию миогенного компонента регуляции. После проведенного курса местного воздействия БИМП у детей и подростков с СД1 отмечено улучшение ПМ, что позволяет рассчитывать на эффективность использования динамической магнитотерапии при лечении ДАП.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бышевский А.Ш., Галян С.Л., Дементьева И.А. и др. Тромбоциты. Тюмень: Тюменская медицинская академия, 1996.
2. Дедов И.И., Шестакова М.В., Максимова М.А. Федеральная целевая программа «Сахарный диабет»: Методические рекомендации. М.: Медиа Сфера, 2002.
3. Дедов И.И., Кураева Т.Л., Петеркова В.А., Щербачева Л.Н. Сахарный диабет у детей и подростков. М.: Универсум Паблишинг, 2002.
4. Дуванский В.А., Терешкин Д.В. Влияние магнито-лазерной терапии на регионарную микроциркуляцию у больных с синдромом диабетической стопы по данным лазерной доплеровской флоуметрии. Международная конференция «Гемореология в микро- и макроциркуляции». Ярославль, 2005: 15.
5. Ефимов А.С. Диабетические ангиопатии. М.: Медицина, 1989.
6. Касаткина Э.П., Одуд Е.А., Сивоус Г.И., Сичинава И.Г. Современные подходы к лечению специфических осложнений сахарного диабета у детей и подростков. Клини. диабетология. 1999; 2: 16–20.
7. Киричук В.Ф., Солун М.Н., Дихт Н.И., Цыпкин Ю.И. Влияние гелий-неонового лазерного излучения на состояние гемостаза и антитромбогенную активность сосудистой стенки у больных с диабетической ангиопатией нижних конечностей. Тромбоз, гемостаз и реология. 2002; 1: 17–22.
8. Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови. Руководство для врачей. Под ред. Крупаткина А.И. и Сидорова В.В. М.: Медицина, 2005.
9. Лютова Л.В., Алексеева Р.И., Карабасова М.А. и др. Состояние систем гемокоагуляции и фибринолиза у больных сахарным диабетом 2-го типа. Тромбоз, гемостаз и реология. 2002; 2: 66–69.
10. Улащик В.С. Оптимизация воздействий в физиотерапии. Минск, 1980: 14–20.
11. Улащик В.С. Теоретические и практические аспекты общей магнитотерапии. Вopr. курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2001; 5: 3–8.
12. Холодов Ю.А. Мозг в электромагнитных полях. М.: Наука, 1982.
13. Strocchi G. Препарат Весел Дуэ Ф в лечении диабетической нефропатии: обзор многоцентровых клинических исследований в Европе. Конференция «Роль гликозаминогликанов (ГАГ) в лечении сосудистых осложнений сахарного диабета». СПб., 1996: 7–8.
14. Wolff S.P. Diabetes mellitus and free radicals. Free radicals, transition metals and oxidative stress in the aetiology of diabetes mellitus and complications. Br. Med. Bull. 1993; 49: 642–652.