

АГАФОНОВА С. Г., ИВАНОВА Е. В.,
ТКАЧЕНКО С. Б., ПОТЕКАЕВ Н. Н.,
ГУТКИН Д. В., НЕЛЬГА О. Н.

Оценка микроциркуляции кожи у лиц с гиноидной липодистрофией методом лазерной доплеровской флоуметрии

*Лаборатория по изучению репаративных процессов в коже НИИ молекулярной медицины
Первого Московского государственного медицинского университета им. И. М. Сеченова
e-mail: svetalina.07@mail.ru*

Реферат

Представлены результаты оценки микроциркуляции кожи у лиц с гиноидной липодистрофией лазерной доплеровской флоуметрией, которая является неинвазивным, высокоинформативным методом функциональной диагностики состояния системы микроциркуляции кожи при гиноидной липодистрофии.

Ключевые слова: гиноидная липодистрофия, лазерная доплеровская флоуметрия, неинвазивная диагностика.

Agafonova S. G., Ivanova E. V., Tkachenko S. B.,
Potekayev N. N., Gutkin D. V., Nelga O. N.

Comparative evaluation of local stiffness of arteries of patients with essential hypertension, ischemic disease and diabetes mellitus

*Laboratory for Study of Reparative Processes in the Skin of the Sechenov's First Moscow State
Medical University
e-mail: svetalina.07@mail.ru*

Abstract

The results of the evaluation of skin microcirculation among people with gynoid lipodystrophy using the method of laser Doppler ultrasounds are represented.

The method of laser Doppler ultrasounds is a noninvasive, highly informative method of functional diagnostics of the state of the system of skin microcirculation in the conditions of gynoid lipodystrop.

Keywords: gynoid lipodystrophy, laser Doppler ultrasounds, noninvasive diagnostics.

Введение

Гиноидная липодистрофия (ГЛД) — это дистрофический процесс, развивающийся в подкожно-жировой клетчатке у женщин. По данным отечественной и зарубежной литературы, гиноидная липодистрофия встречается у 95 % женщин старше 35 лет и у 80 % женщин от 20 до 35 лет [9, 11]. Важную роль в формировании ГЛД играют наследственность, сосудистые заболевания, непосредственное действие эстрогенов на подкожно-жировую клетчатку, особенности питания, малоподвижный образ жизни, психоэмоциональные переживания и стрессы [4, 9, 11]. Клинические проявления ГЛД заключаются в появлении неровного бугристого рельефа кожи области бедер (преимущественно задней поверхности), ягодиц, живота. Позднее отмечается симптом болезненного щипка, изменение цвета кожи, возможны отеки и чувство тяжести в ногах [4]. В основе

патогенеза ГЛД лежит нарушение микроциркуляции, снижение скорости венозного оттока и задержка жидкости в области живота, бедер и ягодиц. Кроме того, в адипоцитах происходит нарушение баланса между липогенезом и липолизом, что способствует гипертрофии этих клеток, группирующихся в микро- и макроузлы, вызывающие компрессию капилляров и усугубляющих нарушения микроциркуляции [5, 11]. Следовательно, расстройства микроциркуляции в коже и подкожной жировой клетчатке играют важную роль в патогенезе гиноидной липодистрофии.

На сегодняшний день имеется достаточно ограниченный спектр медицинской диагностической аппаратуры для прижизненной оценки тканевой микроциркуляции. Современные диагностические приборы для изучения ткани *in vivo* должны соответствовать следующим требованиям: безопасность

для врача и пациента, неинвазивность, возможность быстрого получения материала с дальнейшей обработкой данных, наглядность, возможность проведения многократных исследований у одного и того же пациента. С этих позиций метод лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ) соответствует вышеперечисленным требованиям [3, 6].

Метод ЛДФ был использован отечественными исследователями при заболеваниях, в патогенезе которых ведущая роль отводится нарушению микроциркуляции. С использованием метода ЛДФ эти авторы изучали состояние микроциркуляции в нижних конечностях при осложненных формах диабетической ангиопатии. Другие исследователи использовали метод ЛДФ в оценке микроциркуляторных нарушений верхних конечностей у больных вибрационной болезнью [6]. Проведение кислородно-озоновой терапии для коррекции инволюционных изменений кожи лица оказывало положительное влияние на основные параметры микроциркуляции, которое выражалось в достоверном повышении (в 2,2 раза) индекса эффективности микроциркуляции, что было подтверждено методом ЛДФ [2]. Кроме того, в литературе имеются данные использования метода ЛДФ для оценки эффективности применения электромиостимуляции, мезотерапии и кислородно-озоновой терапии для коррекции ГЛД [1, 8]. Однако, несмотря на имеющиеся литературные данные, механизмы нарушения микроциркуляции кожи при ГЛД изучены крайне недостаточно.

Цель исследования

Изучить микроциркуляцию кожи, а также механизмы этих нарушений при гиноидной липодистрофии методом лазерной доплеровской флоуметрии.

Материал и методы исследования

В исследовании приняли участие 50 женщин в возрасте от 19 до 65 лет с признаками гиноидной липодистрофии (основная группа). Контрольную группу составили 25 женщин без проявлений ГЛД. Состояние микроциркуляции кожи в области живота и бедер оценивалось методом лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ) на приборе «Лазерный анализатор капиллярного кровотока ЛАКК – 01» (НПП «Лазма», г. Москва).

Физическая сущность метода ЛДФ состоит в том, что подаваемое на исследуемый участок излучение гелий-неонового лазера отражается от движущихся элементов крови (преимущественно эритроцитов) и претерпевает изменение частоты (эффект Доплера), прямо пропорциональное скорости движения частиц. Отраженное от эритроцитов излучение поступает по световоду в прибор для дальнейшей обработки. На выходе прибора формируется аналоговый сигнал, пропорциональный величине перфузии в исследуемой области. Луч лазера проникает в кожу на глубину 1,5 мм и дает информацию о кровотоке в поверхностных микрососудах. ЛДФ-грамма представляет собой графическую запись изменения перфузии ткани крови (осцилляции кровотока с различной амплитудой и частотой) в зондируемом объеме в течение времени

исследования. Эти показатели отражают важнейшую характеристику микроциркуляторного русла — его вариабельность в соответствии с условиями гемодинамики и метаболизма тканей [3, 6, 14].

Проведение исследования осуществлялось после 20-минутного отдыха пациенток в положении лежа. Перед исследованием отменялись вазоактивные препараты, запрещалось курить, принимать алкоголь, кофе, крепкий чай, экстрактивную пищу. Измерения проводились на коже передней поверхности живота в точке, находящейся на 3 см правее и ниже пупка и на боковой поверхности бедра в точке максимального объема. Датчик устанавливался на поверхность кожи, время записи составляло от 4 до 5 минут на одну точку (рис. 1).

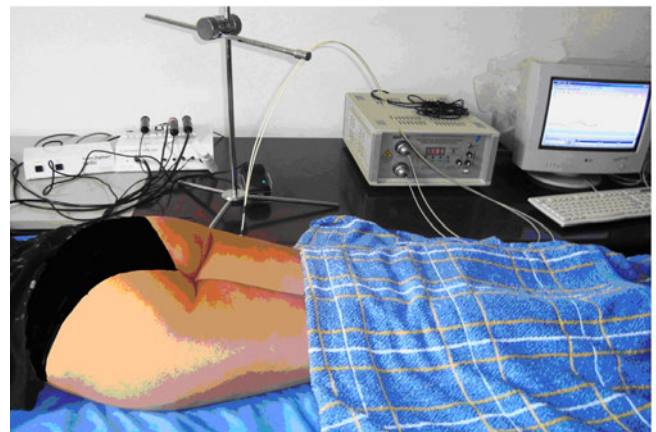


Рис. 1. Исследование микроциркуляции кожи области бедер у пациентки методом лазерной доплеровской флоуметрии

В полученной ЛДФ-грамме рассчитывались, в первых, статистические параметры сигнала, дающие общую оценку состоянию микроциркуляции:

— среднее значение показателя микроциркуляции (ПМ) в относительных перфузионных единицах (перф. ед.); этот показатель находится в зависимости от количества и средней скорости движения эритроцитов в капиллярах исследуемого объекта;

— среднеквадратичное отклонение показателя микроциркуляции (СКО), отражающее статистически значимые колебания скорости эритроцитов (перф. ед.);

— коэффициент вариации (КВ) показателя микроциркуляции, представляющий отношение СКО к ПМ и в определенной мере характеризующий эффективность микроциркуляции (в %).

Во-вторых, для детального анализа функционирования микроциркуляторного русла проводился амплитудно-частотный анализ ЛДФ-граммы, характеризующий соотношения активных и пассивных вазомоторных компонентов. Для этого определялись:

— отношение амплитуды низкочастотных колебаний (Ампл. LF) к показателю СКО $[(\text{Ампл. LF} / \text{СКО}) \times 100 \text{ \%}]$, дающее возможность оценить состояние активного компонента вазомоторной системы;

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

— отношение амплитуд высокочастотных (Ампл. HF) и пульсовых (Ампл. CF) колебаний к показателю СКО $[(\text{Ампл. HF}/\text{СКО}) \times 100 \, \%)$ и $[(\text{Ампл. CF}/\text{СКО}) \times 100 \, \%]$, характеризующее степень выраженности пассивных компонентов контроля микроциркуляции за счет перепадов венозного давления во время дыхательных экскурсий и вследствие влияния сердечных сокращений;

— индекс эффективности микроциркуляции (ИЭМ) — этот показатель рассчитывался как отношение амплитуды активных компонентов микроциркуляторного русла к сумме амплитуд высокочастотных и пульсовых колебаний кровотока $[(\text{Ампл. LF}/(\text{Ампл. HF} + \text{Ампл. CF}))]$, т. е. учитывалось соотношение активных и пассивных механизмов микроциркуляции (отн. ед.).

Результаты исследования и их обсуждения

Показатели, полученные при обследовании практически здоровых женщин, составляли: показатель микроциркуляции ПМ в коже передней поверхности живота в среднем имел значение 5,53 перф. ед., на боковой поверхности бедра — 5,28 перф. ед., среднее квадратичное отклонение ПМ составляло в среднем 0,63 перф. ед. на животе и 0,55 перф. ед. на бедре, индекс эффективности микроциркуляции был равен в среднем 1,43 на животе и 1,38 на бедре, коэффициент вариации ПМ составлял в среднем 11,39 и 10,41 % соответственно. При анализе факторов модуляции кровотока было установлено, что доминирующим является активный механизм регуляции с усредненным по среднеквадратичному отклонению (СКО) значением $\text{ALF}/\text{СКО} \times 100 \, \%$, равным в среднем 151,23 % на животе и 145,17 % на бедрах; значения усредненных амплитуд пассивной регуляции кровотока составляли $\text{AHF}/\text{СКО} \times 100 \, \%$ — 55,7 % на животе и 55,1 % на бедре, $\text{ACF}/\text{СКО} \times 100 \, \%$ составляли в среднем 36,76 и 35,85 % соответственно. Полученные результаты характеризовали нормоциркуляторный тип микродинамики (рис. 2).

Анализ микрогемодинамики кожи (ЛДФ-грамма) области бедер методом лазерной доплеровской флоуметрии (нормоциркуляторный тип). У 96 % (48 из 50 человек) всех пациентов основной группы наблюдались расстройства микроциркуляции, которые выражались как в изменении значений перфузии, так

и в нарушениях механизмов регуляции кровотока. Полученные данные позволили разделить обследованных на 5 групп, соответствующих типам микроциркуляции. В основу разделения была положена оценка вазомотий и флаксомотий, определяемых по результатам анализа амплитудно-частотного спектра колебаний перфузии.

В целом у большинства обследованных преобладал застойный компонент нарушений микроциркуляции (84 %, $n=42$). Наиболее многочисленную первую группу (40 %, $n=20$) составили пациенты со спастически-застойным типом расстройства микроциркуляции (PM), вторая группа (28 %, $n=14$) — пациенты с атонически-застойным типом PM, третья группа (16 %, $n=8$) — пациенты с застойным типом PM, четвертая группа (12 %, $n=6$) — пациенты с атоническим типом PM; пятая группа — (4 %, $n=2$) — женщины с нормоциркуляторным типом (без нарушений микроциркуляции) (рис. 3).

Для первой группы (спастически-застойный тип PM) были выявлены следующие изменения: повышение механизмов активной регуляции кровотока, что выражалось в увеличении тонуса артериол и увеличении показателя, характеризующего вклад медленных колебаний в регуляцию кровотока ($\text{ALF}/\text{СКО} \times 100 \, \%$) в среднем до 165,7 %, повышение амплитуды дыхательной волны (пассивного фактора регуляции кровотока — $\text{AHF}/\text{СКО} \times 100 \, \%$) до 79 %, что сопровождается ухудшением оттока крови и в совокупности с повышенным показателем микроциркуляции ПМ (7,12 перф. ед.) характеризует застойные явления в микроциркуляторном русле. Для пациентов второй группы (атонически-застойный тип PM) были характерны следующие изменения: снижение механизмов активной регуляции кровотока, что выражалось в снижении тонуса артериол и уменьшении показателя, характеризующего вклад медленных колебаний в модуляцию кровотока ($\text{ALF}/\text{СКО} \times 100 \, \%$) в среднем до 122,58 %; повышение механизмов пассивной регуляции кровотока (увеличение показателя, характеризующего вклад медленных колебаний в регуляцию кровотока ($\text{AHF}/\text{СКО} \times 100 \, \%$) в среднем до 93,54 %, уменьшение индекса эффективности микроциркуляции (ИЭМ) в среднем до 0,90. У третьей группы (застойный тип PM) отмечено увеличение показателя, характеризующего вклад дыхательных колебаний в

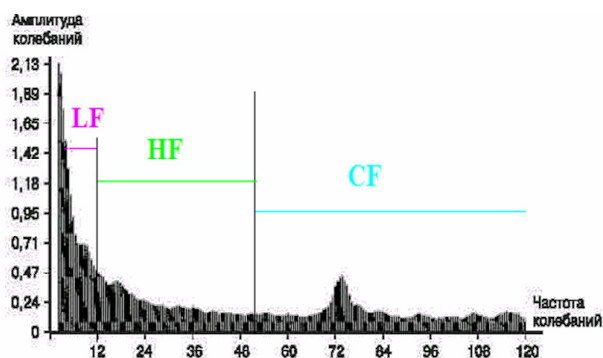


Рис. 2. Нормоциркуляторный тип ЛДФ-граммы: баланс активных (LF) и пассивных (HF и CF) факторов модуляции кровотока



Рис. 3. Распределение типов микроциркуляции кожи области бедер при гиноидной липодистрофии, %

Патологические типы микрогемодинамики кожи (анализ частотных характеристик ЛДФ-грамм)

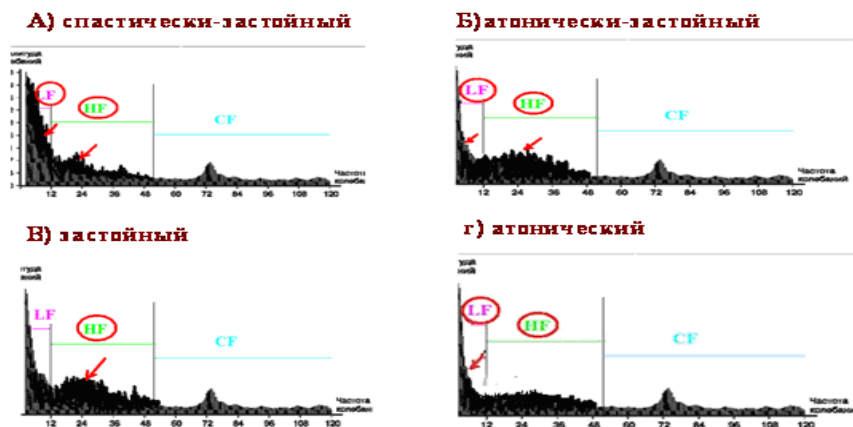


Рис. 4. Патологические типы микрогемодинамики кожи (анализ частотных характеристик ЛДФ-грамм)

модуляцию кровотока ($ANF/CKO \times 100\%$) в среднем до 86,42 %, снижение ИЭМ в среднем до 1,10, повышение среднего значения ПМ в среднем до 7,63 перф. ед. У четвертой группы (атонический тип РМ) наблюдалось снижение значений, характеризующих активную регуляцию кровотока ($ALF/CKO \times 100\%$) в среднем до 115,56 %, среднее значение показателя микроциркуляции (ПМ) было снижено до 4,87 перф. ед; ИЭМ снижен до 0,97; показатели пассивной регуляции не были изменены (рис. 4).

У пятой группы (нормоциркуляторный тип) все показатели были в пределах нормы. Таким образом, анализ частотных характеристик ЛДФ-грамм, полученных в наших исследованиях методом лазерной доплеровской флоуметрии, показал, что при гиноидной липодистрофии доминирующими механизмами нарушения микрогемодинамики являются застойный (84 %, $n=42$) и спастический (40 %, $n=20$) компоненты. У многих пациентов эти 2 фактора сочетаются (40 %, $n=20$). Увеличение средней амплитуды колебаний кровотока происходило за счет возрастания медлен-

ных и быстрых амплитуд флуксуаций. Увеличение амплитуды медленных колебаний связано с работой вазомоторов и обычно наблюдается при снижении притока крови в микроциркуляторное русло на фоне сохраненной способности микрососудов к активному сокращению [7]. Возрастание амплитуды быстрых колебаний регистрируется при застое крови в венах [12]. Соответственно методы коррекции ГЛД должны быть направлены на устранение застойных явлений в микроциркуляторном русле и на снятие спазма артериолярного колена капилляров.

Метод ЛДФ является неинвазивным, высокоинформативным методом функциональной диагностики состояния системы микроциркуляции при ГЛД. ЛДФ позволяет оценить не только состояние самого капиллярного русла (амплитуды медленных, быстрых и пульсовых колебаний), но и влияние на капиллярный кровоток со стороны путей притока (артериальные или активные модуляции флуктуаций кровотока) и путей оттока крови (пассивные модуляции флуктуаций кровотока) [10].

1. Болатова, Л. Г. Комплексное применение физических факторов (кислородно-озоновой терапии и электромиостимуляции) в коррекции отеочно-фибросклеротической паникулопатии: дисс. ... канд. мед. наук / Л. Г. Болатова. — СПб.; Москва, 2007.
2. Иванова, Е. В. Оценка морфофункционального состояния стареющей кожи лица неинвазивными методами / Е. В. Иванова, С. Б. Ткаченко, И. В. Кошелева // Эксперимент. и клин. дерматокосметол. — 2008. — № 3. — С. 2–8.
3. Козлов, В. И. Метод лазерной доплеровской флоуметрии: пособие для врачей / В. И. Козлов [и др.]. — М., 2001. — 24 с.
4. Коррекция фигуры и косметический уход за телом: сб. ст. / под ред. Е. И. Эрнандес. — М.: Кламель, 2004. — 224 с.
5. Королькова, Т. Н. Патогенетические аспекты гинойдной липодистрофии / Т. Н. Королькова, Т. П. Полищук // Эксперимент. и клин. дерматокосметол. — 2005. — № 4. — С. 49–60.
6. Крупаткин, А. И. Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови / А. И. Крупаткин, В. В. Сидорова. — М.: Медицина, 2005. — 256 с.
7. Маколкин, В. И. Метод лазерной флоуметрии в кардиологии: пособие для врачей / В. И. Маколкин [и др.]. — М., 1999. — 48 с.
8. Минина, А. П. Комплексное применение электромиостимуляции и мезотерапии в лечении отеочно-фибросклеротической паникулопатии и сопутствующего экзогенно- конституционального ожирения: дисс. ... канд. мед. наук / А. П. Минина. — СПб.: Москва, 2009.
9. Михеева, С. В. Медико-социальная и клинко-статистическая оценка факторов риска целлюлита и обоснование организационных форм этапной профилактики и лечения / С. В. Михеева: дисс. ... канд. мед. наук / Михеева. — СПб.: Маб, 2001.
10. Carpentier, P. H. Current techniques for the clinical evaluation of the microcirculation / P. H. Carpentier // J. Mal. Vasc. — 2001. — Vol. 26. — № 2. — P. 142–147.
11. Curri, S. B. Proposed etiology and therapeutic management of local lipodistrophy and districtual microcirculation / S. B. Curri // Cosmetics & Toiletries. — 1994. — № 109. — P. 51–65.
12. Mack-Weymann, M. E. Respiration-dependence of cutaneous laser Doppler flow motion / M. E. Mack-Weymann [et al] // Vasa. — 1994. — Vol. 23. — № 4. — P. 299–304.
13. Rossi, A. B. R. Cellulitis: a review / A. B. R. Rossi, A. L. Vergnanini // JEADV. — 2000. — № 14. — P. 25.
14. Stucker, M. Differences in the two-dimensionally measured laser Doppler flow at different skin localizations / M. Stucker [et al] // Skin/Pharmacol. Appl. Skin. Physiol. — 2001. — Vol. 14. — № 1. — P. 44–51.