

МОДИФИКАЦИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ХОЛОДОВОЙ ПРОБЫ, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ВИБРАЦИОННОЙ БОЛЕЗНИ, НА ОСНОВЕ НОВЕЙШИХ МЕТОДОВ СПЕКТРОФОТОМЕТРИИ IN VIVO

Л.И. Дмитрук, П.Н. Любченко, Д.А. Рогаткин
МОНИКИ им. М.Ф.Владимирского, dli_807@mail.ru

Обсуждаются результаты применения новейших методов неинвазивной лазерной доплеровской флоуметрии и оптической тканевой оксиметрии для оценки результатов функциональной холодной пробы при обследовании больных вибрационной болезнью. Показаны выявленные индивидуальные особенности реакции микроциркуляторного звена кровообращения на охлаждение, позволяющие уточнять особенности патогенеза заболевания и регистрировать положительную динамику лечения.

В настоящее время одно из ведущих мест (16 %) в структуре профессиональной заболеваемости в Московской области занимает вибрационная болезнь (ВБ) [2]. Большинство профзаболеваний диагностируются на стадиях болезни, приводящих к ограничению трудоспособности. Актуальной задачей медицины труда является диагностика ВБ на ранних стадиях и проведение реабилитационных мероприятий для предупреждения выраженных функциональных нарушений и инвалидности. При ВБ одним из ведущих клинических синдромов являются нарушения кровообращения в кистях рук. Эти изменения охватывают магистральные сосуды предплечий и пальцев рук [1], но основная патология заключается в системе микроциркуляции крови, что ранее было достоверно показано методами биомикроскопии ногтевого ложа пальцев рук [3].

Издавна «золотым стандартом» в диагностике ВБ считается холоддовая проба (ХП). Стандартная методика ХП включает в себя предварительное измерение поверхностной температуры кожи плеча, предплечья, кистей и подушечек пальцев рук обычными методами электротермометрии, охлаждение кистей рук в воде в течение 5 минут при температуре воды 5-8 °С и последующее динамическое измерение процесса восстановления температуры кожи пальцев рук в течение 25-30 минут с интервалом в 5 минут, что помогает оценить степень выраженности сосудистых нарушений, дает дополнительную информацию о глубине нарушений, степени компенсации процесса, позволяет выявить приступы побеления пальцев рук. У здоровых людей восстановление исходной температуры наступает обычно не позднее 20 мин. При ВБ часто наблюдается замедленное восстановление температуры – до 30 минут и более. Однако недостатком этой методики до последнего времени, ввиду отсутствия в практической медицине приемлемых для этого методов и приборов, являлась невозможность прямого (in vivo) наблюдения динамики изменений в системе микроциркуляции крови при выполнении ХП. Сегодня с развитием методов неинвазивной медицинской спектроскопии (НМС) открываются перспективы устранения этого недостатка и углубленного изучения патогенеза ВБ на уровне микроциркуляторного звена системы кровообращения [4].

Методы НМС, такие, как лазерная доплеровская флоуметрия (ЛДФ), оптическая тканевая оксиметрия (ОТО) и т.п., основаны на прижизненном зондировании мягких тканей человека оптическим излучением разного спектрального состава и мощности с целью получения по обратно рассеянному свету в реальном масштабе времени информации о динамических процессах в системе микроциркуляции крови, относительном общем кровенаполнении микрососудистого русла в тестируемой области биоткани, соотношении оксигенированных и деоксигенированных фракций гемоглобина в крови (показатель сатурации SO₂) и т.д. [4, 5]. Объединение этих методов при выполнении ХП потенциально может позволить получать новую интегральную

информацию о патогенезе ВБ, стадии заболевания, эффективности проводимой терапии.

Цель данной работы – оценить диагностическое значение модифицированной ХП, дополненной исследованием кровотока и определением насыщения крови кислородом в системе микроциркуляции крови у больных ВБ на основе методов НМС.

Материалы и методы. Обследовано 30 больных ВБ 1-ой и 2-й ст. У 14 ведущим синдромом была вегетативно-сенсорная полинейропатия рук, у 11 - периферический ангиодистонический синдром, причем у 5 из них с ангиоспазмами. Измерение кожной температуры проводили инфракрасным оптическим термометром (прибор “CENTER 350 Series”) на тыльной поверхности ногтевых фаланг пальцев рук. При проведении ХП обращали также внимание на изменение окраски кистей и асимметрию побеления (при побелении пальцев рук пробу считают положительной). После прекращения охлаждения сразу и каждые последующие 5 минут измеряли температуру кожи и определяли время ее восстановления до исходных величин. Одновременно до и после охлаждения определяли индекс микроциркуляции (показатель перфузии тканей кровью «М» [6]) с помощью метода ЛДФ (прибор «ЛАКК-01»), а также относительный объем крови в единице ткани ($V_{кр}$) и насыщение смешанной крови микроциркуляторного русла кислородом (среднюю функциональную сатурацию «SO₂» оксигемоглобина смешанной крови [5]) с помощью метода ОТО (диагностический комплекс «Спектротест»).

Результаты. Исходная температура кожи пальцев рук по средним данным на обеих руках всех обследуемых больных ВБ была близка к норме ($27,88 \pm 1,34$ и $27,6 \pm 1,36$), а при индивидуальном анамнезе у 7 пациентов была ниже 25°C . Сразу после охлаждения она снижалась у всех больных до $7,6 - 25^{\circ}\text{C}$, т.е. на 13°C . Средние значения на правой и левой руке были $13,6 \pm 1,38$ и $13,0 \pm 1,24^{\circ}\text{C}$ соответственно. Через 10 минут температура кожи повысилась до $27,4 \pm 1,95$, полностью восстановилась у 8 больных на правой руке (53,3%) и у 9 на левой (60 %). Через 20 минут температура кожи пальцев рук превышала исходный уровень на 3°C , но у 3 больных не достигла исходного уровня.

Объем крови в исследуемых участках ($V_{кр}$) до охлаждения составил в среднем $11,9 \pm 0,95\%$. Сразу после охлаждения он существенно в среднем не изменялся - $11,2 \pm 1,21\%$, через 10 минут снизился до $10,6 \pm 1,11\%$ ($p > 0,05$ по сравнению с исходным уровнем), а через 20 и 30 минут $V_{кр}$ в исследуемом участке кожи пальцев рук повысился и составил $11,46 \pm 1,24\%$ и $11,67 \pm 1,06\%$ соответственно. Усредненный показатель насыщения смешанной (артериовенозной) крови кислородом (показатель SO₂) был до охлаждения в целом зафиксирован на уровне $86,2 \pm 1,71\%$, у четверых - умеренно снижен до 75-80%. Сразу после охлаждения средняя сатурация снижалась до $81,8 \pm 4,99\%$, наиболее сниженные показатели наблюдались у 7 больных, а у 3 больных она повышалась до $94 \pm 3,2\%$ после охлаждения. Явной зависимости от преобладающего клинического синдрома - вегетативно-сенсорной полиневропатии или ангиодистонического синдрома по усредненным данным SO₂ выявлено не было. К 20-й минуте насыщение крови кислородом в среднем по всем испытуемым достигало исходного уровня.

Показатель перфузии «М» в исходном состоянии был в среднем зафиксирован на уровне $15,0 \pm 1,22$ пф.ед., снижение до 6–13 пф.ед. наблюдалось у 8 пациентов (53,3 %). В первую минуту после охлаждения этот показатель снижался до $13,67 \pm 1,42$ пф.ед. и наблюдался у тех же 8 больных с исходно сниженным уровнем. К 10-й минуте перфузия тканей кровью снижалась до $12,33 \pm 1,55$ пф. ед., но к 20 минуте по средним данным она уже превышала исходный уровень, однако у 5

пациентов оставалась сниженной. Все изменения показателя микроциркуляции во время выполнения ХП в среднем по всем испытуемым оставались статистически недостоверными.

Однако индивидуальный анализ динамики изменений показателей температуры (Т) кожи пальцев рук больных ВБ, показателей М, SO₂ и V_{кр} выявил значительную вариабельность этих параметров от пациента к пациенту и, соответственно, их потенциально высокую информативность. Ниже на рисунках 1 и 2 представлены демонстрационные данные результатов проведения ХП у 2-х больных с диагнозом ВБ (период 5 мин. охлаждения на графиках не показан, начало охлаждения - 2-я минута пробы).

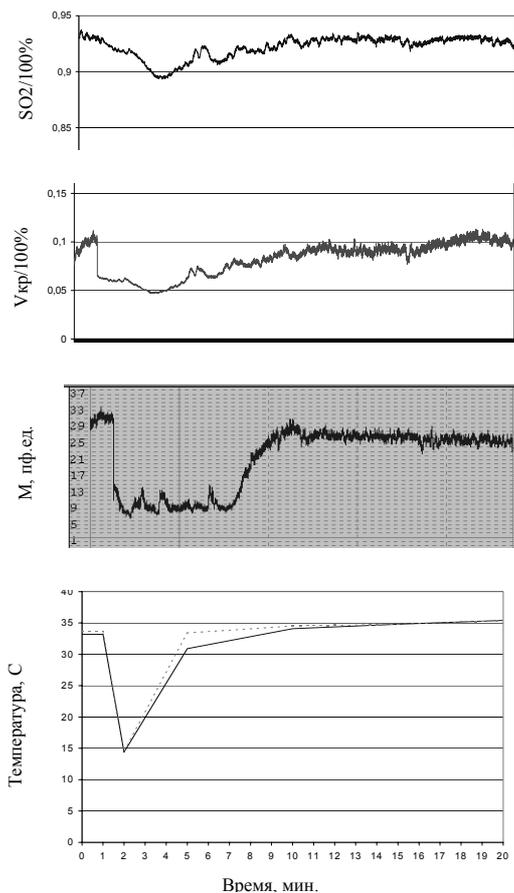


Рис. 1. Результаты ХП у пациента со слабыми стойкими нарушениями микрогемодинамики

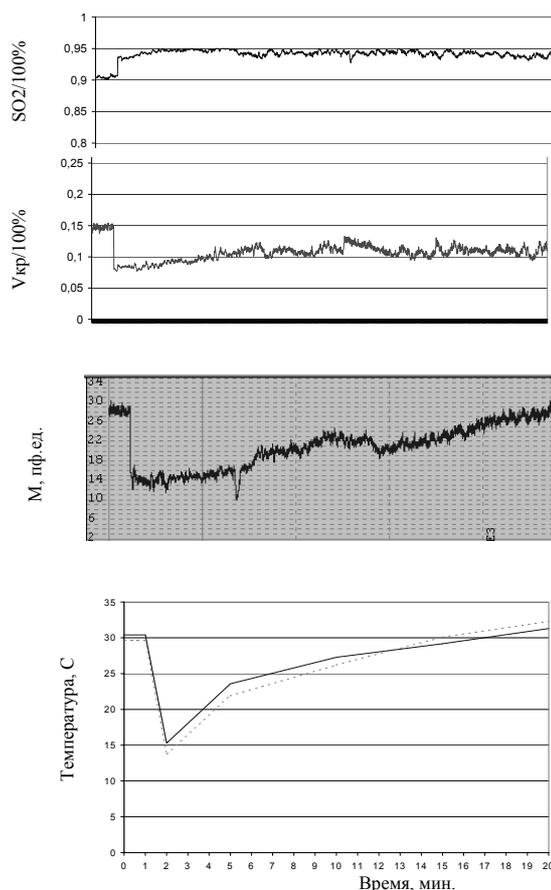


Рис. 2. Результаты ХП у пациента со нарушениями микрогемодинамики

В первом случае (рис.1) можно отметить быстрое восстановление кожной температуры пальцев рук, немного опережающее восстановление параметров V_{кр} и М. При этом показатель перфузии М и объемное кровенаполнение V_{кр} пальцев рук полностью восстанавливаются до их исходных значений на 10-й–15-ой минуте теста. Во втором случае (рис.2) отмечается существенно замедленное восстановление кожной температуры и коррелирующее с ней замедленное восстановление показателя М. Параметр же V_{кр}, как видно из рисунка 2, вообще не восстановился до исходных значений за время проведения теста, хотя и несколько повысился после первоначального резкого спада от охлаждения. А параметр сатурации SO₂ после охлаждения резко увеличился (снизилась отдача кислорода из крови в капиллярах) и далее практически оставался неизменным все время проведения измерений (25 минут). Это, вероятнее всего, говорит о том, что в данном случае произошло резкое и стойкое рефлекторное закрытие капилляров, вызывающее гипоксию тканей, а объемный кровоток и показатель перфузии

восстанавливались, главным образом, в период согревания за счет артерио-венозных шунтов и увеличения скорости «прокачки» крови через шунты.

В ряде случаев по результатам измерений отмечалось полное восстановление температуры кожи пальцев рук без должного восстановления показателей М и V_{кр} за все время проведения пробы. Иногда падение показателей М и V_{кр} после охлаждения было менее выражено, чем в представленных примерах, а параметр SO₂, наоборот, восстанавливался более быстрыми темпами, или не менялся вовсе. Такое сочетание данных может говорить о явлениях венозного застоя в системе микроциркуляции крови. Но, в любом случае, сочетанное применение измерений температуры и данных методов НМС более наглядно и детально характеризовало патогенез ВБ у каждого конкретного испытуемого.

Закключение. Изменение кожной температуры пальцев рук у пациентов с ВБ при проведении ХП не полностью отражает картину нарушений в системе микроциркуляции крови. Применение новейших методов НМС позволяет существенно детализировать, индивидуализировать и объективизировать этот процесс по целому ряду дополнительных параметров, отражающих в реальном времени особенности микроциркуляции крови и тканевого дыхания, что ранее было недоступно практикующим клиницистам другими методами. В ходе работ было выявлено явное несоответствие резкого снижения кожной температуры после охлаждения и умеренного в среднем по всем испытуемым снижения кровотока в микроциркуляторном русле у больных ВБ. Возможно, в поддержании температуры кожи кроме капилляров, мелких артерий и венул участвуют и более крупные сосуды, однако не исключено и то, что в условиях нарушенной периферической иннервации и температурной чувствительности верхних конечностей у больных ВБ такое незначительное снижение микрогемодинамики является «естественным» и единственно возможным ответом на охлаждение. По-видимому, при ВБ нарушены и функции эндотелия микрососудов, проявляется недостаточная выработка ими как вазоконстрикторных, так и вазодилатирующих факторов. Определение их активности может стать предметом дальнейших научных исследований в этой области.

1. Горенков Р.В., Любченко П.Н. Ультразвуковое исследование в В- режиме магистральных артерий верхних конечностей у больных вибрационной болезнью // Медицина труда и промышленная экология, 2002, № 1. - с. 24-28.
2. Любченко П.Н., Горенков Р.В., Кабанова Т.Г., Виноградова Е.Л. Профессиональная заболеваемость в Московской области // Здравоохранение Российской Федерации, 2004, № 3. - с.39-40.
3. Микляева Н.Н. Диагностические и терапевтические аспекты нарушения микроциркуляции у больных вибрационной болезнью от воздействия локальной вибрации // Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. - Харьков, 1987, 24с.
4. Рогаткин Д.А., Лапаева Л.Г. Перспективы развития неинвазивной спектрофотометрической диагностики в медицине // Медицинская техника, № 4, 2003. – с.31-36.
5. Рогаткин Д.А. Новые неинвазивные лазерные диагностические технологии в современной медицине // В сб. «Лазерные технологии в оториноларингологии» под. ред. В.Г.Зенгера и А.Н.Наседкина / Материалы научно-практической конференции оториноларингологов ЦФО РФ. – Тула: Изд-во «Триада», 2007. – с. 20-26.
6. Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови // Под ред. А.И. Крупаткина, В.В. Сидорова – М.: Медицина, 2005. – 260с.