

МЕТОД ДИАГНОСТИКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ МИКРОЦИРКУЛЯТОРНО-ТКАНЕВЫХ СИСТЕМ КОНЕЧНОСТЕЙ

И.Н. Новикова (ФГБОУ ВПО «Госуниверситет-УНПК»)
Научный руководитель – к.т.н., доцент А.В. Дунаев
(ФГБОУ ВПО «Госуниверситет-УНПК»)

Исследования микроциркуляторно-тканевых систем (МТС), их основных параметров, функций и процессов, протекающих в них, занимают значимое место в медицинской практике. В настоящее время для неинвазивной диагностики МТС широкое применение получили такие оптические технологии, как лазерная доплеровская флоуметрия (ЛДФ), оптическая тканевая оксиметрия (ОТО) и пульсоксиметрия (ПО). Совместное применение данных методов позволяет комплексно оценить параметры МТС организма человека. Однако, несмотря на значимые преимущества данных методов актуальной остается проблема отсутствия диагностических критериев, которые позволили бы не только оценивать общее состояние МТС, но и сделали бы возможным выявление доклинической склонности к заболеваниям, связанным с их состоянием.

Таким образом, целью данной работы явилось разработка метода диагностики функционального состояния МТС конечностей с выявлением новых диагностических критериев для повышения информативности применения неинвазивных оптических технологий. Для выявления скрытых нарушений гемодинамики, например склонности к ангиоспазму, и оценки возможных реакций МТС на внешнее провокационное воздействие применяют различные функциональные нагрузочные пробы, такие, как окклюзионная проба, дыхательная, постуральная, тепловая, холодовая и др. Холодовая прессорная проба (ХПП), осуществляемая в форме полного погружения кистей в ёмкость с холодной водой (обычно 10-15 °С), создает условия для оценки функционального состояния МТС и выявления возможных нарушений уже на ранних стадиях.

Для оценки функциональных возможностей сочетанного применения методов ЛДФ, ОТО, ПО и холодовой прессорной пробы были проведены экспериментальные исследования с применением комплекса «ЛАКК-ОП» (ООО НПП «ЛАЗМА», г. Москва). В один день проводился только один эксперимент с ХПП, который включал в себя регистрацию 3-х базовых (фоновых) тестов (БТ) длительностью 5 мин каждый: БТ1 регистрировался до начала проведения ХПП, БТ2 сразу после и БТ3 через 20 минут после её окончания. Температура воды при проведении ХПП составляла порядка $14,8 \pm 0,2$ °С. Для контроля температуры воды и кожи волонтеров использовался бесконтактный электронный термометр «Sensitec NB401». В экспериментальных исследованиях приняли участие 32 условно-здоровых добровольца – 16 мужчин (средний возраст – $21,7 \pm 1,4$ года) и 16 женщин (средний возраст – $21,6 \pm 1,6$ года). Измерения осуществляли на коже с артериоло-веноулярными анастомозами (АВА) на ладонной поверхности дистальной фаланги 3-го пальца кисти правой руки, в условиях физического и психического покоя через 2 часа после приема пищи с предварительной адаптацией испытуемых к температуре помещения 20-23 °С в положении сидя, правое предплечье на столе на уровне сердца.

На основании измеренных параметров по известной методике, основанной на анализе амплитудно-частотных спектров ЛДФ- и ОТО-грамм, в связи с целесообразностью комплексной диагностики МТС конечностей, определяли: индекс (показатель) микроциркуляции крови (I_m , пф.ед.), тканевую сатурацию ($S_t O_2$, %), уровень объёмного кровенаполнения ткани (V_b , %), индекс относительной перфузионной сатурации кислорода в микрокровотоке (S_m , отн.ед.), артериальную сатурацию ($S_a O_2$, %), сатурацию венозной крови ($S_v O_2$, %), показатель шунтирования (BI , отн.ед.), величину нутритивного кровотока (I_{nutr} , пф.ед.), миогенный тонус (MT , отн.ед.), показатели экстракции кислорода (OE , отн.ед.)

и скорость потребления кислорода (OC , отн.ед.). Анализ полученных данных показал, что восстановление параметров МТС после проведения ХПП у добровольцев происходит по-разному. Были выявлены 2 группы добровольцев: первая группа с относительной нормой, в которой к окончанию экспериментальных исследований происходило практически полное восстановление параметров МТС, и вторая группа со склонностью к ангиоспазму, в которой полного восстановления основных параметров не происходило.

Более детальный анализ параметров МТС показал, что для выявления склонности к ангиоспазму необходимо проводить оценку изменений I_m , MT и OC после проведения ХПП. Были предложены критерии согласно которым, если отношение приращений I_m конечного и начального значений относительно значения сразу после ХПП более 50 %, т.е. $\Delta I_m > 50\%$, и отношение приращений MT конечного и начального значений относительно значения сразу после ХПП более 50 %, т.е. $\Delta MT > 50\%$, а также если OC достигает значения до исходного уровня, то диагностируют нормальное состояние МТС конечности, если же первые два критерия не выполняются, то диагностируют склонность к ангиоспазму. Если не выполняется хотя бы один из первых двух критериев, то необходимо провести повторную процедуру диагностики. Для выявления возможных причин склонности к ангиоспазму необходимо проводить оценку соотношений амплитуд пульсовых и дыхательных колебаний кровотока. Если через 20 мин после проведения ХПП при невыполнении первых двух критериев, значение соотношений амплитуд сердечных и дыхательных колебаний кровотока больше 1, то причина склонности к ангиоспазму может быть связана с повышением миогенного тонуса, а если значение соотношений амплитуд сердечных и дыхательных колебаний кровотока меньше либо равно 1, то возможная причина ангиоспазма помимо повышения миогенного тонуса может быть связана также с венозным застоем.

Так, например, у добровольца №1 (парень 20 лет) после проведения ХПП произошло восстановление показателя микроциркуляции и миогенного тонуса ($I_{m1}=21,5$ пф.ед., $I_{m2}=10,9$ пф.ед., $I_{m3}=17,7$ пф.ед.; $MT_1=2,3$ отн.ед., $MT_2=16,1$ отн.ед., $MT_3=2,3$ отн.ед.), т.е. выполняются критерии $\Delta I_m > 50\%$ и $\Delta MT > 50\%$ ($\Delta I_m=64,2$ %, $\Delta MT=100,9$ %), при этом скорость потребления кислорода достигла исходного уровня ($OC_1=594,1$ отн.ед., $OC_2=53,2$ отн.ед., $OC_3=595,8$ отн.ед.), таким образом, было диагностировано нормальное состояние МТС конечности. У добровольца №2 (девушка 21 год) данного восстановления не произошло ($I_{m1}=22,4$ пф.ед., $I_{m2}=15,0$ пф.ед., $I_{m3}=13,9$ пф.ед.; $MT_1=2,8$ отн.ед., $MT_2=3,6$ отн.ед., $MT_3=15,0$ отн.ед.), т.е. не выполняются критерии $\Delta I_m > 50\%$ и $\Delta MT > 50\%$ ($\Delta I_m=-14,9$ %, $\Delta MT=-1509,2$ %), при этом скорость потребления кислорода не достигла значения исходного уровня ($OC_1=580,6$ отн.ед., $OC_2=422,7$ отн.ед., $OC_3=111,9$ отн.ед.), таким образом, у данного добровольца может быть диагностирована склонность к ангиоспазму. Согласно предложенным критериям у 3-х из 32 добровольцев была выявлена склонность к ангиоспазму, при этом причина склонности к ангиоспазму была связана с повышением миогенного тонуса.

Таким образом, применение предложенного метода с новыми диагностическими критериями позволяет не только оценивать общее состояние МТС конечностей, их резервные и адаптивные возможности, но и делает возможным выявление доклинической склонности к ангиоспазму, что может иметь важное значение при исследовании патогенеза заболеваний, связанных с нарушением регуляторных механизмов микроциркуляции и ангиоспастической направленностью микрососудистых расстройств конечностей (например, при синдроме Рейно, вибрационной болезни, сахарном диабете, атеросклерозе и др.).