

нарушений, реологических нарушений женского организма при дефиците половых гормонов и в основе КР.

Выявленная закономерность патологических изменений при ЕМП и ХМП может служить основой для разработки патогенетически обоснованной программы подготовки в перименопаузе при начавшейся гормональной перестройке организма, для критериев контроля результативности проведенных мероприятий и ранней диагностики риска развития СС нарушений.

ЛИТЕРАТУРА

1. The Lancet women and cardiovascular disease Commission: reducing the global burden by 2030 / B. Vogel, M. Acevedo, Y. Appelman [et al.] // Lancet. – 2021. – Vol. 397, № 10292. – P. 2385-2438.
2. Ибрагимова, Х. И. Оценка уровня эндотелина-1 в сыворотке крови у пациентов различного пола с артериальной гипертензией / Х. И. Ибрагимова, С. Н. Маммаев // Вестник Дагестанской государственной медицинской академии. – 2016. – № 4. – С. 9-11.
3. Прогностическое значение биомаркеров предшественника мозгового натрийуретического пептида и растворимого Fas-лиганда в оценке риска кардиотоксичности антрациклиновой химиотерапии / А. Т. Тепляков, С. Н. Шилов, А. А. Попова [и др.] // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2019. – Т. 18, № 1. – С. 127-133.
4. Locksley, R. M. The TNF and TNF receptor superfamilies: integrating mammalian biology / R. M. Locksley, N. Killeen, M. J. Lenardo // Cell. – 2001. – Vol. 104, № 4. – P. 487-501.

МИКРОСОСУДИСТЫЕ РЕАКЦИИ И РЕЗЕРВЫ ТКАНЕВОЙ ПЕРФУЗИИ У ЛИЦ С РАЗНЫМ УРОВНЕМ МАКСИМАЛЬНОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ КИСЛОРОДА

**Михайлов П. В.¹, Остроумов Р. С.², Артеменко Ю. Ю.¹,
Королев В. П.¹, Муравьев А. В.¹**

¹*Ярославский государственный педагогический университет
имени К. Д. Ушинского*

²*Ярославское высшее военное училище противовоздушной обороны
Ярославль, Россия*

Введение. Известно, что регистрация физиологических параметров в состоянии покоя дает лишь ограниченное представление о функциональных возможностях организма и его отдельных систем [1]. При исследовании реактивности и оценки функциональных резервов, часто используют функциональные пробы. Для диагностики функционального состояния микрососудов применяют температурные, фармакологические, ишемические и некоторые другие нагрузки, которые вызывают изменение сосудистого тонуса и как следствие тканевой перфузии [2]. При этом, чаще всего определяется именно реакция сосудов, поскольку не все стандартные пробы позволяют

выявить абсолютные резервы микрососудистой перфузии. Для оценки резервов необходима значительная нагрузка, вызывающая близкое к максимальному функциональному напряжению [3].

Цель. Оценка микрососудистых реакций на локальную кратковременную окклюзию и глобальную субмаксимальную мышечную работу у лиц с разным уровнем максимального потребления кислорода.

Методы. Исследование проводили с участием практически здоровых мужчины-добровольцев в возрасте от 20 до 30 лет после получения информированного согласия. Все испытуемые выполняли тест со ступенчато возрастающей нагрузкой до отказа на велоэргометре (Monark 928E) с определением величины максимального потребления кислорода (МПК) с помощью метаболога «Спиrolан-м» (модель ПТС-14П-01, Россия). В первую группу вошли лица с уровнем МПК от 35 до 40 мл/кг/мин ($n=22$), во вторую – 41-50 мл/кг/мин ($n=26$) и третью – 51-60 мл/кг/мин ($n=21$). Средние значения МПК в группах статистически значимо различались ($p<0,01$) и были равны $36,9\pm3,7$; $46,3\pm2,4$ и $55,0\pm5,1$ мл/кг/мин в 1, 2 и 3 группе соответственно.

Для регистрации параметров микроциркуляции применяли метод лазерной доплеровской флоуметрии (ЛАЗМА ПФ). Прибор фиксировали на наружной поверхности левого предплечья по срединной линии на 4 см проксимальнее лучезапястного сустава. После шестиминутной записи базального кровотока создавали локальную ишемию путем пережатия участка плеча пневматической манжетой и в течение следующих трех минут продолжали запись в состоянии окклюзии. Давление в манжете поддерживали на 50 мм рт.ст. выше систолического артериального давления испытуемого. После снятия окклюзии три минуты регистрировали величину перфузии в период развития постокклюзионной реактивной гиперемии и восстановления кровотока. Далее анализировали полученную запись и определяли скорость и выраженность изменений перфузии на разных этапах окклюзионной пробы.

В качестве второй функциональной нагрузки использовали велоэргометрический тест. Микрососудистую перфузию оценивали с помощью установки лазерной доплеровской визуализации (EasyLDI, AĬMAGO SA, Швейцария), регистрирующим элементом которой является бесконтактная высокоскоростная камера. Оценку микрокровотока проводили в той же области левого предплечья, что и при проведении окклюзионной пробы. Статистическую значимость различий между группами оценивали с помощью U-критерия Манна-Уитни.

Результаты и их обсуждение. Средние значения индекса массы тела в группах с разным МПК значимо не различались и были в пределах 23,4-25,6 отн.ед. Величины артериального давления в группах соответствовали нормальным значениям. Исходный показатель микроциркуляции (ПМ) был на 10% больше во второй и на 28% ($p<0,05$) в третьей группах, чем в первой (таблица 1).

Таблица 1 – Показатели микроциркуляции на разных этапах окклюзионной пробы у лиц с разным уровнем МПК ($M \pm \sigma$)

Показатели	Группа 1	Группа 2	Группа 3
ПМ _{исх.} , пф.ед.	5,37±0,42	5,91±1,87	6,85±2,16*
ПМ _{оккл.} , пф.ед.	3,85±1,51	4,70±1,75*	4,53±2,01*
ПМ _{макс.} , пф.ед.	14,48±4,91	13,01±2,57	14,10±2,98
T ₁₋₂ , с	9,18±2,06	11,75±2,90	12,83±3,09*
T ₂₋₄ , с	17,27±6,42	14,94±6,12	17,07±6,77
Резерв перфузии, %	172,34±32,10	137,63±25,7*	114,78±24,68*

Примечание: ПМ_{исх} – среднее значение показателя микроциркуляции (ПМ) до окклюзии; ПМ_{оккл} – значение ПМ во время окклюзии; ПМ_{макс} – максимальное значение ПМ после снятия окклюзии; T₁₋₂ – время достижения максимального значения ПМ; T₂₋₄ – время полувосстановления; * – различия с данными группы 1 статистически значимы при $p < 0,05$.

Во время окклюзии регистрировали уменьшение перфузии в группах на 22-34%. В период развития постокклюзионной реактивной гиперемии достигались пиковые значения ПМ, которые были близкие по своим значениям в трех группах наблюдения. Скорость достижения максимальной перфузии была меньше в группах с более высокими значениями МПК и между группами 1 и 3 различия были значимыми ($p < 0,05$). Реакция на кратковременную ишемию была снижена в группах 2 и 3 ($p < 0,05$), что может свидетельствовать об экономизации функций и большей скоординированности сосудистых ответов [4].

Если результаты окклюзионной пробы демонстрируют более сдержанную сосудистую реакцию у лиц с большей величиной МПК, то при напряженной мышечной работе наблюдалась другая картина (таблица 2). Перед началом мышечной нагрузки показатели микрососудистой перфузии значимо не различались между группами, хотя имела тенденция к ее увеличению у лиц с большей величиной МПК. На пике нагрузки (сразу после прекращения) зарегистрирован прирост ПМ во всех группах, при этом более высокие значения ПМ были достигнуты во второй и третьей группах. Резерв перфузии во второй группе был больше на 20%, в третьей на 46% ($p < 0,05$), чем в первой. После прекращения физической нагрузки, в период восстановления снижение перфузии не наблюдали, напротив, было зарегистрировано небольшое ее увеличение на 1-5%.

Таблица 2 – Показатели микроциркуляции на разных этапах пробы с субмаксимальной мышечной нагрузки у лиц с разным уровнем МПК ($M \pm \sigma$)

Показатели	Группа 1	Группа 2	Группа 3
ПМ _{исх.} , пф.ед.	7,5±1,9	10,0±2,4	9,5±2,4
ПМ _{нагр.} , пф.ед.	11,5±3,1	16,3±3,7	16,9±3,5*
ПМ _{восст.} , пф.ед.	12,0±3,3	17,1±3,4*	17,0±4,0*
Резерв перфузии, %	53,5±11,2	64,3±12,1	77,9±13,3*

Примечание: ПМ_{исх} – среднее значение показателя микроциркуляции в покое; ПМ_{нагр.} – значение ПМ в момент окончания нагрузки; ПМ_{восст.} – значение ПМ через 1 минуту восстановления; * – различия с данными группы 1 статистически значимы при $p < 0,05$.

Выводы. Таким образом, у лиц с более высокими значениями МПК прирост микрососудистой перфузии в ответ на локальную кратковременную окклюзию был снижен, а на глобальную субмаксимальную мышечную работу более выражен. Полученные данные могут демонстрировать экономизацию срочных реакций на стандартную, локальную нагрузку у данной категории лиц при наличии повышенных резервов для адаптации к более мощным стимулам.

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда (грант № 25-15-00172)

ЛИТЕРАТУРА

1. Сагайдачный, А. А. Окклюзионная проба: методы анализа, механизмы реакции, перспективы применения / А. А. Сагайдачный // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2018. – Т. 17, № 3. – С. 5-22.
2. Крупаткин, А. И. Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови / А. И. Крупаткин, В. В. Сидоров. – Москва : Медицина, 2005. – 256 с.
3. Возрастные изменения микроциркуляции: роль регулярной физической активности / П. В. Михайлов, А. В. Муравьев, И. А. Осетров, А. А. Муравьев // Научные результаты биомедицинских исследований. – 2019. – Т. 5, № 3. – С. 82-91.
4. The relationship of gender and training experience with post-occlusive hyperemia: experimental comparative study / R. Trybulski, J. Muracki, M. Wilk [et al.] // Eur. J. Appl. Physiol. – 2026. – Vol. 126, № 3. – P. 1433-1448.

ИЗМЕНЕНИЕ МИКРОЦИРКУЛЯТОРНОГО РУСЛА И ЭНДОТЕЛИАЛЬНОЙ ФУНКЦИИ В НОРМЕ, ПРИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ ЗАБОЛЕВАНИЯХ И ПРИ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ

Мольдон П. А.¹, Гурфинкель Ю. И.², Луговцов А. Е.¹,
Приезжев А. В.¹

¹Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова

²Медицинский научно-образовательный институт

Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова
Москва, Россия

Введение. Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) остаются главной причиной смертности во всём мире. Патогенез ССЗ тесно связан с ухудшением микроциркуляции и эндотелиальной дисфункцией, однако их комплексная клиническая оценка до сих пор остается сложной и до конца не решенной проблемой [1].

Цель. Настоящая работа направлена на сравнительный анализ параметров микроциркуляторного русла и функции эндотелия у трех групп: здоровых лиц, пациентов с ССЗ и профессиональных спортсменов. Исследование выполнено с применением комбинации неинвазивных методик: