

лейкоцитарного звена иммунной защиты. Об этом свидетельствовало уменьшение общего количества лейкоцитов и их видов – сегментоядерных нейтрофилов, палочкоядерных форм, метамиелоцитов и миелоцитов, наряду с увеличением количества лимфоцитов.

Благодарности. Выражаем благодарность Организаторам конференции.

Библиографический список

1. Савельев В. С., Петухов В. А. Перитонит и эндотоксиновая агрессия. – Москва, 2012. – 326 с.

2. Valko M., Moncol J., Mazur M., Leibfritz D., Cronin M.T.D., Telser J. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease // The International Journal of Biochemistry & Cell Biology. – 2007. – Vol. 39, № 1. – P. 44-84.

3. Методы клинических лабораторных исследований / под ред. проф. В. С. Камышникова. Москва: МЕДпресс-информ, 2016. – 736 с.

УДК 796.01:612.13

А. А. Доможилова Ф. К. Макоева

ИЗМЕНЕНИЯ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ У СПОРТСМЕНОВ ПОСЛЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПРОБЫ С ЛОКАЛЬНОЙ МЫШЕЧНОЙ НАГРУЗКОЙ

Аннотация. В статье продемонстрировано, что выполнение пробы с локальной мышечной нагрузкой у спортсменов вызывает статистически значимое снижение показателей средней линейной скорости кровотока по сечению сосуда на 28,6 % ($p < 0,05$) и средней линейной скорости кровотока в систоле на 35,9 % ($p < 0,05$), которые регистрировались в микрососудистом русле ногтевого ложа пальца кисти работающей конечности.

Ключевые слова: спортсмены, микроциркуляция, скорость кровотока, проба с локальной мышечной нагрузкой, ультразвуковая высокочастотная доплерография.

A. A. Domozhilova F. K. Makoeva

CHANGES IN MICROCIRCULATION IN ATHLETES AFTER A FUNCTIONAL TEST WITH LOCAL MUSCLE LOAD

Abstract. We demonstrated that a test with local muscle load in athletes causes a decrease of average mean linear blood flow velocity during cardiac cycle (V_{am}) by 28.6 % ($p < 0.05$) and average linear systolic velocity (V_{as}) by 35.9 % ($p < 0.05$). Thus, it is shown that local muscle load provides a significant change in microcirculation in the working limb.

Keywords: athletes, microcirculation, blood flow velocity, test with local muscle load, high-frequency ultrasonic dopplerography.

Введение

Известно, что систематическое выполнение физических упражнений может приводить к изменению функциональных свойств сосудистой стенки артерий конечностей [1]. Кроме того, имеющиеся на сегодняшний день литературные данные указывают на то, что даже кратковременная нагрузка для мышц предплечья и кисти, повторяющаяся в течение нескольких дней, способствует приросту показателей поток-зависимой вазодилатации плечевой артерии, которые регистрируются при проведении окклюзионной пробы [2].

В то же время, функциональные особенности адаптации системы микроциркуляции при выполнении мышечных нагрузок изучены в меньшей степени, при этом важно помнить, что даже при использовании сходного тестирующего воздействия в исследованиях не всегда удается выявить корреляционную связь между показателями кровотока, зарегистрированными на различных уровнях сосудистой сети [3].

Методика

В исследовании принимали участие спортсмены ($n=10$, специализация – футбол и легкая атлетика, квалификация – I разряд-КМС), систематически занимающиеся избранным видом спорта. Всем испытуемым была подробно представлена информация о целях и этапах проведения тестирования, после чего они давали письменное добровольное согласие на участие в нем. В состоянии покоя у спортсменов с помощью высокочастотного ультразвукового доплерографа Минимакс-Допплер-К (ООО «СП Минимакс») проводили оценку микроциркуляции в области ногтевого ложа III пальца кисти правой руки. В качестве исследуемых параметров микрокровотока были использованы значения индекса Гослинга (PI, усл. ед.) и индекса Пурсело (RI, усл. ед.), а также показатели средней линейной скорости: по сечению сосуда (V_{am} , см/с), в систоле (V_{as} , см/с), в диастоле (V_{ad} , см/с) и минимальной конечной диастолической (V_{akd} , см/с).

После получения исходных доплерограмм атлетам предлагалось выполнить оценку силовых показателей правой кисти с помощью прибора «МЕГЕОН-34090». На основании полученных данных динамометрии рассчитывалась индивидуальная нагрузка (70 % от максимального значения, кг), которая устанавливалась на кистевом эспандере и использовалась в качестве тестирующего воздействия. Условием прекращения пробы являлась субъективная оценка состояния утомления, не позволяющего испытуемому выполнять сгибание пальцев. Повторная регистрация параметров микроциркуляции проводилась непосредственно после завершения упражнений.

Для оценки статистической значимости изменений параметров микроциркуляции использовали критерий Вилкоксона, расчет которого производился автоматически в программе Statistica 6.0. Уровень значимости определяли при $p < 0,05$. Данные в работе представлены как медиана и квартили (25 % и 75 %) для описания результатов исследований микроциркуляции, и как $M \pm \sigma$ для всех остальных анализируемых показателей.

Результаты и обсуждение

Силовые показатели правой кисти по данным динамометрии у спортсменов были равны $47,6 \pm 7,9$ кг и таким образом, значения нагрузки, предъявляемой в рамках функционального теста, соответствовали $39,4 \pm 13,1$ кг. Следует подчеркнуть, что общее количество выполненных циклов чередования сгибания/разгибания пальцев кисти у атлетов в среднем составило $73,6 \pm 24,4$ раз. В свою очередь, результаты оценки показателей микрокровотока до и после выполнения нагрузки, представленные в таблице, демонстрируют, что для всех скоростных показателей кровотока, кроме средней скорости в диастоле, было зарегистрировано снижение значений: V_{as} на 35,9 % ($p < 0,05$), V_{am} на 28,6 % ($p < 0,05$) и V_{akd} на 27,0 %. Таким образом, можно предполагать, что отмеченная динамика скоростей кровотока после тестирующего воздействия ассоциирована с увеличением числа функционирующих капилляров [4]. Кроме того, у всех атлетов наблюдалось изменение периферического сосудистого сопротивления, на что указывало снижение показателей индекса Гослинга на 15,2 % и индекса Пурсело на 2,1 % после функциональной пробы.

Согласно данным, полученным с помощью метода ультразвуковой высокочастотной доплерографии, известно, что

глобальная мышечная работа приводит к значительным изменениям микроциркуляции ногтевого ложа пальцев кисти. Так, в работе Д. А. Слеповой и А. В. Калинина (2016) было показано, что выполнение функциональной пробы с субмаксимальной нагрузкой на эргоспирометре ассоциировано со спазмом сосудов микроциркуляторного русла и ограничением кровоснабжения дистальных отделов верхних конечностей [5].

Таблица

Результаты оценки микроциркуляции у спортсменов до и после выполнения функциональной пробы с локальной мышечной нагрузкой

Показатель	До нагрузки	После нагрузки	Уровень значимости различий
Vas, см/с	1,89 (1,57; 2,83)	1,21 (0,70; 1,95)	0,02*
Vam, см/с	0,49 (0,39; 0,71)	0,35 (0,29; 0,44)	0,02*
Vad, см/с	0,12 (0,12; 0,13)	0,13 (0,12; 0,14)	0,45
Vakd, см/с	0,37 (0,27; 0,66)	0,27 (0,23; 0,40)	0,11
PI, у.е.	2,77 (2,55; 2,98)	2,35 (2,08; 2,91)	0,11
RI, у.е.	0,94 (0,91; 0,94)	0,92 (0,91; 0,94)	0,24

Примечание: Средние линейные скорости по кривой средневзвешенной скорости: Vas – средняя в систоле (см/с), Vam – средняя по сечению сосуда (см/с), Vad – средняя в диастоле (см/с), Vakd – минимальная конечная диастолическая (см/с); PI – индекс Гослинга (усл. ед.); RI – индекс Пурсело (усл. ед.); * – различия статистически значимы при $p \leq 0,05$.

Однако в нашей работе в качестве тестирующего воздействия была выбрана локальная мышечная нагрузка, при выполнении которой активно задействованы только мышцы предплечья и кисти. Таким образом, на наш взгляд, полученные результаты, демонстрирующие снижение показателей скорости кровотока и периферического сосудистого сопротивления, могут указывать на состояние рабочей гиперемии, которая, как известно, сопровождается вазодилатацией прекапиллярных артериол и увеличением числа функционирующих капилляров [6].

Библиографический список

1. Индекс отражения пульсовой волны у юных спортсменов / А.В. Скрипаль, А.С. Бахметьев, Н.Б. Брилёнок, С.Ю. Добдин, А.А.

Сагайдачный, Р.Т. Баатыров, А.Д. Усанов, А.С. Тихонова // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия : Физика. 2020. Т. 20. № 2. С. 125-133.

2. Влияние кратковременных физических упражнений на гемодинамический аспект функции эндотелия плечевой артерии человека / А.М. Мелькумянц, Т.В. Балахонова, О.А. Погорелова, М.И. Трипотень // Кардиологический вестник. 2019. Т. 14. № 3. С. 44-48.

3. Сагайдачный, А.А. Оклюзионная проба: методы анализа, механизмы реакции, перспективы применения / А. А. Сагайдачный // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2018. Т. 17. № 3 (67). С. 5-22.

4. Скедина, М.А. Исследование параметров кровотока в микроциркуляторном русле у подростков футбольных команд в ходе тренировочного процесса / М. А. Скедина, А. А. Ковалева // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2017. Т. 16. № 3 (63). С. 56-61.

5. Слепова, Д.А. Влияние физической нагрузки субмаксимальной мощности на региональный кровоток у высококвалифицированных спортсменов циклических видов спорта / Д. А. Слепова, А. В. Калинин // Ученые записки университета им. П. Ф. Лесгафта. 2016. № 7 (137). С. 128-133.

6. Микроциркуляция и гемореология : учебное пособие / А.В. Муравьев, И.А. Тихомирова, П.В. Михайлов, А.А. Муравьев. Ярославль : Издательство ЯГПУ, 2010. 198 с.

УДК 616.133-007.272-089:616.12-073.97

К.М. Дорохин¹, А.А. Балла², С.Д. Орехов¹, Е.В. Стасевич¹

ПАРАМЕТРЫ ЭХОКАРДИОГРАФИИ У ПАЦИЕНТОВ ПЕРЕД КАРОТИДНОЙ ЭНДАРТЕРЭКТОМИЕЙ

Аннотация. Эхокардиография (ЭХОКГ) используется для оценки функционального состояния сердца у пациентов с атеросклерозом. При атеросклеротическом поражении экстракраниальных сосудов показатели ЭХОКГ отличаются в разных группах предоперационного риска. В работе приведены данные различий параметров ЭХОКГ в зависимости от степени риска, определенного оценочными шкалами (ASA, Goldman, Lee, Detsky).