УДК [616-005.1- 08+616.12- 008.331.1]:615.22

ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ РЕАКЦИЯ РЕОЛОГИЧЕСКИ ЗНАЧИМЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЭРИТРОЦИТОВ НА РЕГУЛЯРНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ В СЕКЦИИ СПОРТИВНЫХ ТАНЦЕВ У МУЖЧИН ПЕРВОГО ЗРЕЛОГО ВОЗРАСТА С АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТОНИЕЙ И АБДОМИНАЛЬНЫМ ОЖИРЕНИЕМ

Савченко А.П.[1], Громнацкий Н.И.[2], Кутафина Н.В.[1]

[1]Курский институт социального образования (филиал) РГСУ, Курск;
[2] Курский государственный медицинский университет, Курск, e-mail: kutafina92@yandex.ru

Цель работы – выяснить возможности влияния на микрореологические свойства эритроцитов регулярных тренировок в секции спортивных танцев у лиц первого зрелого возраста с артериальной гипертонией и абдоминальным ожирением. В исследование включено 35 человек 22-летнего возраста с артериальной гипертонией и абдоминальным ожирением. Группу контроля составили 37 здоровых людей первого зрелого возраста, ведущих здоровый образ жизни и регулярно физически тренирующихся. Оценивались перекисное окисление липидов и антиоксидантная защита плазмы и эритроцитов, липидный состав, цитоархитектоника и агрегация красных кровяных телец. С целью коррекции состояния всем лицам опытной группы назначались регулярные посещения секции легкой атлетики 3 раза в неделю по 1,5 часа. Оценка учитываемых показателей у лиц опытной группы проводилась при включении их в группу наблюдения, через 0,5 года, 1 год и 1,5 года занятий в секции. Медикаментозная терапия ни в одном случае не проводилась. Статистическая обработка велась критерием Стьюдента. Через год регулярных тренировок в секции спортивных танцев у лиц опытной группы устранены артериальная гипертония и абдоминальное ожирение, достигнута нормализация перекисного окисления липидов плазмы и эритроцитов, цитоархитектоники и агрегационной активности красных кровяных телец. Продолжение регулярных тренировок закрепляло достигнутый результат.

Ключевые слова: эритроциты, микрореологические свойства, первый зрелый возраст, артериальная гипертония, абдоминальное ожирение, физические нагрузки.

PHYSIOLOGICAL REACTION REOLOGICHESKIH CHARACTERISTICS OF ERYTHROCYTES ON A REGULAR PHYSICAL EXERCISE IN THE SPORTS SECTION OF THE DANCING MEN FIRST MATURE AGE WITH ABDOMINAL OBESITY

Savchenko A.P.[1], Gromnackiy N.I.[2], Kutafina N.V.[1]

[1]Kursk Institute of social education (branch of the institute RSSU (Russian State Social University)), Kursk;
[2]Kursk State Medical University, Kursk, e-mail: kutafina92@yandex.ru

Purpose - to find out the possibilities to influence the properties of regular workouts microrheology red blood cells in the section of sports dance in those first mature age with hypertension and abdominal obesity. The study included 35 people 22 years of age with hypertension and abdominal obesity. The control group included 37 healthy individuals of the first mature age, leading a healthy lifestyle and regular physical exercising. Assessed lipid peroxidation and antioxidant protection of plasma and red blood cells, lipid composition, Cytoarchitectonics and aggregation of red blood cells. To correct the condition of all persons appointed by the experimental group regularly visit the section of athletics 3 times a week for 1.5 hours. Evaluation carried indicators in patients of the experimental group was carried out when included in the monitoring group, after 0.5 years, 1 year and 1.5 years of study in the section. Drug therapy in any case, was not carried out. Statistical processing was conducted criterion of Student. After a year of regular training in the sports section of dance in those experimental group corrected arterial hypertension and abdominal obesity, achieved normalization of plasma lipid peroxidation and erythrocyte aggregation activity cytoarchitectonics and red blood cells. Continued regular exercise perpetuated the achieved results.

Keywords: red blood cells, microrheology properties, the first mature age, hypertension, abdominal obesity, physical activity.

Достаточно высокая калорийность питания в современном обществе при невысокой физической активности неуклонно ведет в индустриально развитых странах, в т.ч. в России, к формированию артериальной гипертонии (АГ) и избыточной массы тела у значительной

части населения, а затем к ожирению. Абдоминальная форма ожирения (АО) приносит миру огромный экономический и социальный ущерб, так как способствует в последующем различной патологии [10]. В основе ее развития и возникновения ее осложнений большую роль играет инсулинорезистентность, формирующая «порочный круг», усиливающая АО, вызывая реологические нарушения крови, приводящие к расстройствам кровоснабжения тканей [5]. Это, в свою очередь, негативно влияет на функционирование многих внутренних органов, систем и обменных процессов в них, способствуя формированию в т.ч. нарушения толерантности к глюкозе (НТГ), сахарного диабета, дислипидемии, а затем метаболического синдрома. Развитие АГ и АО во многом связаны с развитием микрореологических дисфункций наиболее многочисленной популяции форменных элементов крови – эритроцитов и с усилением их взаимодействия с тромбоцитами [2]. Это играет ведущую роль в развитии гипоксии в органах и существенного ухудшения в них процессов метаболизма [1].

Остается не до конца выяснено влияние начальных этапов формирования АГ и АО на структурно-функциональные изменения эритроцитов, в значительной степени определяющих микроциркуляторные характеристики крови в целом. Кроме того, несмотря на большую клиническую и социальную значимость микрореологических свойств эритроцитов при развитии АГ и АО в наиболее трудоспособном возрасте, мало внимания уделяется их особенностям. В ранее проведенных исследованиях отслежена возрастная динамика отдельных свойств форменных элементов крови [4], оценено влияние на них физических нагрузок [8, 9], в т.ч. в разных возрастах [4, 10] и в случае их отсутствия [3]. Вместе с тем, не выяснена динамика цитоархитектоники и агрегации эритроцитов у лиц первого зрелого возраста с АГ и АО в случае применения у них регулярных физических нагрузок, в качестве которых выступают тренировки в секции спортивных танцев. В этой связи в настоящей работе была поставлена цель – выяснить возможности влияния на микрореологические свойства эритроцитов регулярных тренировок в секции спортивных танцев лиц первого зрелого возраста с АГ и АО.

Материалы и методы исследования

В исследование включено 35 человек 22-летнего возраста с АГ 1 ст. и АО I-IIa ст. (индекс массы тела в среднем 27,8±0,54 кг/м^2, отношение объем талии/объем бедер 1,21±0,16), не испытывавших ранее регулярных физических нагрузок. Группу контроля составили 37 здоровых людей первого зрелого возраста, регулярно тренирующихся физически.

Перекисное окисление липидов (ПОЛ) в плазме определяли по содержанию в ней тиобарбитуровой кислоты (ТБК)-активных продуктов набором фирмы «Агат-Мед» и

ацилгидроперекисей (АГП) традиционными методами. Антиоксидантная активность (ОАО) плазмы оценивалась общепринятым методом.

В отмытых и ресуспендированных эритроцитах количественно выяснены уровни холестерола энзиматическим колориметрическим методом набором «Витал Диагностикум» и общих фосфолипидов по содержанию в них фосфора с последующим расчетом соотношения ХС/ОФЛ.

В отмытых и ресуспендированных эритроцитах также оценено состояние внутриэритроцитарного ПОЛ по концентрации малонового диальдегида (МДА) в реакции восстановления тиобарбитуровой кислоты и содержанию ацилгидроперекисей, а также активность каталазы и супераксиддисмутазы (СОД).

Величину в крови измененных и нормальных форм эритроцитов определяли при помощи световой фазово-контрастной микроскопии [6].

Агрегационная способность эритроцитов определялась при помощи светового микроскопа в ходе подсчета в камере Горяева количества агрегатов эритроцитов, числа агрегированных и непроагрегировавших эритроцитов [6].

С целью коррекции состояния всем лицам с АГ и АО назначалось регулярное посещение секции спортивных танцев 3 раза в неделю по 1,5 часа. Оценка учитываемых показателей у лиц опытной группы проводилась при включении их в группу наблюдения, через 0,5 года, 1 год, 1,5 года и 2 года занятий в секции. Медикаментозная терапия ни в одном случае не проводилась. Математическая обработка полученных результатов исследования проведена t-критерием Стьюдента.

Результаты исследования

В результате занятий в секции спортивных танцев у наблюдаемых лиц (в исходе индекс массы тела 27,8±0,54кг/м^2 отношение объем талии/ объем бедер 1,21±0,16) удалось через 6 мес. устранить признаки АГ и АО (индекс массы тела 24,2 кг/м^2±0,48, объем талии/объем бедер 0,95±0,12), закрепив полученный результат при дальнейших тренировках.

Регулярное посещение лицами с АГ и АО секции спортивных танцев способствовало ослаблению исходно усиленных процессов ПОЛ в плазме. Через 0,5 года коррекции величины АГП и ТБК продуктов плазмы снизились с 2,70±0,17 $Д_{233}$/1мл и 5,12±0,22 мкмоль/л (в контроле 1,75±0,19 $Д_{233}$/1мл и 3,88±0,15 мкмоль/л, соответственно) до 2,10±0,16 $Д_{233}$/1мл и 4,10±0,19 мкмоль/л, соответственно. К 1 году коррекции содержание АГП достигло 1,72±0,10 $Д_{233}$/1мл, вторичных продуктов свободнорадикального окисления липидов – ТБК-активных соединений также снизилось, составив 3,70±0,24 мкмоль/л в результате усиления АОА плазмы с 22,8±0,39 % в исходе до 30,9±0,27 % к году наблюдения

(контроль 30,7±0,49 %). В течение последующего времени занятий в секции все учитываемые показатели сохранились во всех случаях на достигнутом уровне.

Уже через 0,5 года посещения секции легкой атлетики в мембранах эритроцитов отмечено снижение уровня ХС до 0,99±0,020 мкмоль/10^{12} эр. и повышение ОФЛ до 0,72±0,012 мкмоль/10^{12} эр. (в исходе 1,16±0,019 мкмоль/10^{12} эр. и 0,68±0,010 мкмоль/10^{12} эр., соответственно). Вследствие этого градиент ХС/ОФЛ мембран эритроцитов подвергся значимой положительной динамике, понизившись с 1,73±0,015 до 1,37±0,008. Продолжение занятий по легкой атлетике вывело у пациентов дополнительную динамику содержания в эритроцитах ХС (0,91±0,015 мкмоль/10^{12} эр.) и ОФЛ (0,78±0,012 мкмоль/10^{12} эр.) с выходом на уровень контроля.

Изначально усиленное в эритроцитах наблюдаемых лиц с АГ и АО ПОЛ (АГП 4,68±0,045 $Д_{233}$/10^{12} эр., МДА 1,42±0,018 нмоль/10^{12} эр.) достоверно ослабло уже через 6 мес. тренировок, а через 12 мес. легкоатлетических занятий содержание продуктов ПОЛ достигло значений контроля – АГП 2,90±0,018 $Д_{233}$/10^{12} эр., МДА 0,92±0,016 нмоль/10^{12}эр., оставшись на данном уровне до конца наблюдения.

Соблюдение у лиц с АО регулярности физических тренировок вызвало постепенное увеличение в крови содержания дискоцитов (табл.).

Цитоархитектоника и агрегация эритроцитов у лиц первого зрелого возраста с артериальной гипертонией и абдоминальным ожирением на фоне регулярных тренировок в секции спортивных танцев (M±m)

Показатели	Основная группа (n=35)				Контроль (n=37)
	исход	6 мес.	1 год	1,5 года	
Дискоциты, %	73,5±0,30**	80,8±0,17*	86,7±0,32	86,2±0,29	86,3±0,16
Обратимо изм. эритроциты, %	18,3±0,15**	13,4±0,10*	9,2±0,15	9,3±0,10	9,5±0,24
Необратимо изм. эритроциты, %	8,2±0,12**	5,8±0,03*	4,1±0,05	4,5±0,06	4,8±0,28
Сумма всех эритроцитов в агрегате	44,5±0,14**	39,8±0,07*	36,2±0,10	36,5±0,12	36,6±0,06
Количество агрегатов	11,7±0,08**	9,2±0,06*	8,4±0,04	8,3±0,05	8,1±0,12
Количество свободных эритроцитов	227,5±0,35*	237,0±0,24*	244,8±0,26	245,7±0,39	244,5±0,45

Условные обозначения достоверности различий показателей в основной группе и в контроле: * – $p<0,01$, ** –$p<0,05$.

Так, через 6 мес. занятий в секции их уровень составил 80,8±0,17 %, а к 12 мес. – достиг значений контроля (86,7±0,32 %). Содержание обратимо и необратимо измененных форм

красных кровяных телец в результате занятий спортивными танцами снизилось до минимальных значений к году наблюдения: 9,2±0,15 % и 4,1±0,05 %, соответственно. Дальнейшее посещение секции спортивных танцев закрепило достигнутую нормализацию цитоархитектоники эритроцитов у наблюдаемых лиц.

К 6 мес. физических занятий у лиц с АГ и АО отмечено достоверное снижение суммы эритроцитов в агрегате и количества агрегатов при увеличении свободно лежащих эритроцитов, придя в норму только через год посещения секции спортивных танцев. Продолжение занятий спортивными танцами сохранило агрегацию эритроцитов на нормальном уровне до конца наблюдения.

Таким образом, у лиц первого зрелого возраста с АГ и АО на фоне регулярного посещения секции спортивных танцев отмечается постепенная нормализация микрореологических свойств эритроцитов к 12 мес. наблюдения.

Обсуждение

Рациональная мышечная деятельность в любом возрасте способствует усилению адаптации организма к внешней среде. Видная роль в адекватном приспособлении организма к воздействию физической нагрузки принадлежит системе крови, во многом лимитирующей выраженность кислородного обеспечения работающих органов [1]. На фоне однократной физической нагрузки увеличивается объем и скорость кровотока, может увеличиваться сосудистое сопротивление, меняются реологические свойства крови, влияя на уровень доставки кислорода тканям. В доступной научной литературе содержится недостаточно сведений о влиянии длительных регулярных наиболее распространенных видов физических тренировок на реологические свойства эритроцитов в условиях патологии. Так, мало изучены изменения цитоархитектоники и агрегационной способности эритроцитов и механизмов ее реализующих у людей с АГ и АО, регулярно тренировавшихся физически.

В последние годы уже в юношеском возрасте нередко встречаются избыточная масса тела, высокое нормальное артериальное давление и их сочетание, в последующем приводящие к формированию широко распространённых, социально-значимых заболеваний – артериальной гипертонии, ишемической болезни сердца и метаболического синдрома, тяжелые осложнения которых во многом обуславливаются ухудшением реологии крови за счет постепенного развития дисфункций тромбоцитов [8, 9].

В то же время, у лиц зрелого возраста с АГ и АО еще недостаточно широко применяются наиболее доступные корректирующие воздействия на организм, к которым в первую очередь относятся регулярные физические нагрузки. Недостаточная изученность динамики реологических свойств эритроцитов у лиц зрелого возраста с АГ и АО под действием спортивных танцев, включающих регулярные занятия, подчеркивает

нерешенность проблемы влияния упорядоченной мышечной деятельности на реологические свойства эритроцитов, что и являлось побудительной причиной проведения настоящего исследования.

В течение наиболее трудоспособного возраста – в первом зрелом возрасте в современном обществе нередко могут возникать АГ и нарушение обмена веществ, связанное с перееданием, – АО способно привести к многочисленным дисфункциям в организме, являющимся причиной последующего формирования сахарного диабета, дислипидемии, метаболического синдрома. Это ведет в последние годы к резкому омоложению сочетания АГ и АО, что значимо снижает трудоспособность населения. В патогенезе АГ и АО и их осложнений прослеживается роль формирования реологических нарушений крови, во многом определяемых особенностями ее форменных элементов и наиболее многочисленных из них – эритроцитов. Так, на фоне АГ и АО отмечается частое развитие отрицательной динамики функциональных показателей форменных элементов крови, в т.ч. эритроцитов [2, 6]. При этом все проявления АГ и АО вызывает у лиц первого зрелого возраста ослабление АОА и нарастание интенсивности ПОЛ жидкой части крови. Возникающее при этом избыточное количество продуктов переоксидации липидов плазмы способствует перестройкам мембран эритроцитов с понижением их антиоксидантной защиты и накоплением внутриклеточных продуктов ПОЛ.

Доказано, что эритроциты чутко реагируют на изменения функционального состояния организма через различные механизмы, приводя к образованию агрегатов с возможным формированием в последующем внутрисосудистых тромбов [6]. Вместе с тем, активность гемостаза у лиц зрелого возраста с АГ и АО исследована не полностью, и, в частности, до конца не выяснены причинные факторы формирования у них тромбофилии.

Наличие АГ и АО обусловливает развитие, а в последующем углубление нарушения содержания липидов в мембранах тромбоцитов с увеличением в них градиента холестерин/фосфолипиды. Изменение соотношения холестерина с элементами мембран кровяных пластинок на фоне гиперреактивности сердечно-сосудистой системы изменяет рецепторные и внутриклеточные механизмы работы эритроцитов. Жировой дисбаланс эритроцитов в совокупности с гиперреактивностью сердечно-сосудистой системы способствуют ослаблению их антиоксидантной системы. Вследствие этого микореологические свойства красных кровяных телец могут значимо ухудшаться [2]. При этом сведения об агрегационной активности эритроцитов у людей с АГ и АО зрелого возраста в литературе представлены скупо. Можно считать, что отсутствие регулярных физических нагрузок у них способствует активации агрегации эритроцитов, приводя к усилению тромбопластинообразования с запуском процесса свертывания крови и

образованием одного из сильнейших индукторов агрегации – тромбина. В исследовании найдено выраженное повышение содержания обратимо и необратимо измененных форм эритроцитов на фоне снижения дискоцитов и нарастания их способности к агрегатообразованию. Следствием дисфункции микрореологических свойств эритроцитов неизбежно является расстройство микроциркуляции во всех тканях и органах в результате ухудшения перемещения эритроцитов в сосудах наименьшего калибра.

Длительные занятия в секции спортивных танцев постепенно устраняют гемодинамические нарушения у лиц первого зрелого возраста с АГ и АО, что ведет к усилению у них АОА и понижению интенсивности ПОЛ жидкой части крови. Нормализация количества продуктов переоксидации липидов плазмы исключает перестройки мембран форменных элементов крови [10], в т.ч. эритроцитов с повышением их антиоксидантной защиты и снижением уровня внутриклеточных продуктов ПОЛ, вследствие чего микореологические свойства красных кровяных пластинок испытывают позитивную динамику.

Выяснено, что регулярные физические нагрузки стойко устраняют АГ и АО. Кроме того, годовые регулярные занятия спортивными танцами стабильно нормализуют цитоархитектонику эритроцитов со снижением до уровня контроля содержания в крови пациентов их измененных форм. Нормализация гемодинамики и метаболизма липидов сопровождается также выходом агрегационной способности эритроцитов на уровень нормы, тем самым снижая риск микротромбообразования.

Таким образом, за 12 мес. регулярных физических тренировок у лиц первого зрелого возраста с АГ и АО удается нормализовать процессы ПОЛ в эритроцитах, их цитоархитектонику и агрегационную способность красных кровяных телец, сохраняя их на достигнутом уровне при продолжении посещения ими секции спортивных танцев.

Выводы

1. У имеющих АГ и АО лиц первого зрелого возраста 12 месячные регулярные занятия в секции легкой атлетики устраняют АГ и АО, нормализуют процессы ПОЛ и активность ферментов антиокисления в эритроцитах.
2. В результате 12 месячных физических тренировок у лиц первого зрелого возраста с АГ и АО отмечается нормализация показателей цитоархитектоники эритроцитов и их агрегационных способностей.

Список литературы

1. Кутафина Н.В., Медведев И.Н. Особенности физических нагрузок в коррекции

проявлений старения // Экологическая физиология и медицина: наука, образование, здоровье населения. Материалы Всероссийской конференции с международным участием. – 2012. – С. 123-126.

2. Кутафина Н.В., Медведев И.Н. Вопросы эритроцитарно-тромбоцитарных взаимодействий // Наука и образование: инновации, интеграция и развитие. Материалы Международной научно-практической конференции: в 2-х ч. / Ред. Т.С. Искужин (отв. редактор), Г.А. Кабакович, Г.Ш. Зайнуллина, М.Б. Абакачева, О.Б. Нигматуллин (отв. секретарь). – 2014. – С. 72-75.

3. Кутафина Н.В., Медведев И.Н. Тромбоцитарная агрегация у клинически здоровых лиц второго зрелого возраста, проживающих в Курском регионе // Успехи геронтологии. – 2015. – Т. 28. – № 2. – С. 321-325.

4. Мальцева Т.С., Завалишина С.Ю. Воздействие регулярных физических нагрузок на микрореологические свойства эритроцитов у лиц первого зрелого возраста с абдоминальным ожирением 1 степени // Вестник Российского университета дружбы народов. – Серия «Экология и безопасность жизнедеятельности». – 2014. – № 1. – С. 108-114.

5. Медведев И.Н., Громнацкий Н.И. Коррекция тромбоцитарного гемостаза и снижение биологического возраста при метаболическом синдроме // Клиническая медицина. – 2005. – Т. 83. – № 8.– С. 54-57.

6. Медведев И.Н., Савченко А.П., Завалишина С.Ю. и др. Методические подходы к исследованию реологических свойств крови при различных состояниях // Российский кардиологический журнал. – 2009. – № 5. – С. 42-45.

7. Медведев И.Н., Савченко А.П., Завалишина С.Ю. Активность тромбоцитов в кровотоке у кандидатов и мастеров спорта по легкой атлетике молодого возраста // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2010.– № 5. – С. 54-55.

8. Медведев И.Н., Скорятина И.А. Внутрисосудистая активность тромбоцитов у больных артериальной гипертонией с дислипидемией на фоне флувастатина // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина. – 2010. – № 1. – С. 81-87.

9. Медведев И.Н., Скорятина И.А. Влияние флувастатина на агрегационные свойства клеток крови у больных артериальной гипертонией с дислипидемией // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2013. – Т. 12.– № 2. – С. 18-24.

10. Medvedev I.N., Savchenko A.P. and Kiperman Ya.V. Dynamics of the Intravascular Activity of Platelets in Young Men with High Normal Blood Pressure Regularly Practicing Physical Activity. Biology and Medicine (Aligarh) 2015, 7:1 BM-069-15.