<http://dx.doi.org/10.26787/nydha-2618-8783-2018-3-2-100-106>

УДК 612.19

ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ РЕАКЦИЯ МИКРОРЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЭРИТРОЦИТОВ У ЛИЦ ВТОРОГО ЗРЕЛОГО ВОЗРАСТА С НИЗКОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТЬЮ НА НАЧАЛО РЕГУЛЯРНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

Воробьева Н.В., Котова О.В., Уколова Г.Б., Зацепин В.И., Хабибулина Т.В., Бекетов И.Н.

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», г. Курск, Российская Федерация

Аннотация. Реологические характеристики эритроцитов во многом определяют процессы микроциркуляции и обмена веществ в тканях. Цель: оценить динамику микрореологических свойств эритроцитов у лиц второго зрелого возраста с низкой физической активностью и начавших регулярные беговые упражнения. Группа наблюдения состояла из 45 здоровых мужчин второго зрелого возраста, начавших регулярные занятия в легкоатлетической секции. Группа контроля состояла из 42 мужчин того же возраста, которые не менее 10 лет регулярно посещали 3 раза в неделю секцию легкой атлетики. Регулярные 6 месячные легкоатлетические нагрузки у лиц с низкой физической активностью сопровождались понижением количества ацилгидроперекисей в их плазме на 23,4%. Это происходило на фоне усиления у них антиоксидантной активности плазмы через 6 мес. на 10,2%. За 6 мес. физических тренировок у наблюдаемых лиц отмечено уменьшение уровня тромбксана B_2 в плазме на 10,7% и повышение 6-кето-простагландина $F_{1\alpha}$ на 8,7%. Через 6 мес. у лиц, начавших регулярные беговые упражнения, отмечено понижение вовлеченности эритроцитов в агрегаты на 17,3% и количества этих агрегатов на 39,3%. Для лиц второго зрелого возраста, начавших регулярные физические нагрузки после длительного периода низкой физической активности, свойственно постепенное ослабление процессов перекисного окисления липидов и агрегации эритроцитов.

Ключевые слова: второй зрелый возраст, длительная низкая физическая активность, эритроциты, агрегация, легкоатлетические нагрузки.

Введение. Низкая физическая активность весьма распространена у современных людей. Она вызывает реализацию многих вариантов наследственной предрасположенности к патологии [1]. Ее явные последствия у человека способны проявляться уже в молодом возрасте, повышая частоту эпизодов временной нетрудоспособности из-за ослабления функциональных резервов всего организма и постепенного развития предпатологических и патологических состояний [2]. С возрастом низкая физическая активность ведет к утяжелению многих заболеваний и их хроническому течению [3].

Низкая физическая активность уже в молодом возрасте сопровождается микрореологическими дисфункциями некоторых форменных элементов крови, что способствует

началу формирования гипоксии в тканях. Возникающая в этих условиях хроническая нехватка кислорода нарушает течение анаболических процессов во всем организме [4]. На фоне низкой физической активности часто могут ухудшаться реологические свойства наиболее крупной группы клеток крови – эритроцитов, отягощая имеющуюся патологию. Учитывая выраженность негативных влияний низкой физической активности на организм, важен поиск путей выхода из данного состояния, способных улучшить реологические свойства крови и в первую очередь эритроцитов у трудоспособной и квалифицированной части работающего населения – лиц второго зрелого возраста.

Цель исследования: оценить динамику микрореологических свойств эритроцитов у лиц второго зрелого возраста с низкой физической активностью и начавших регулярные беговые упражнения.

Материалы и методы исследования. Проведение выполненного исследования одобрено локальным этическим комитетом Юго-Западного государственного университета г.Курск (Россия) 14 мая 2014 (протокол №7). Все обследованные лица дали письменное информированное согласие на участие в проведенном исследовании. Группа наблюдения состояла из 45 мужчин первого зрелого возраста (средний возраст $44,9 \pm 2,2$ лет), которые ранее не испытывали в течение жизни регулярных физических нагрузок. Все они начали регулярные беговые упражнения 3 раза в неделю длительностью не менее 1 часа. Группа контроля состояла из 42 здоровых мужчин второго зрелого возраста (средний возраст $42,8 \pm 2,6$ лет), которые регулярно не менее 10 лет тренировались в секции легкой атлетики 3 раза в неделю при длительности каждого занятия не менее 1 часа.

У обследованных определялась активность процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ) в плазме крови, которая регистрировалась по содержанию в ней тиобарбитуровой кислоты (ТБК)-активных продуктов, применив набор «Агат-Мед» (Россия) и учитывая количество в ней ацилгидроперекисей (АГП). Регистрировалась антиоксидантная активность крови. В плазме крови обследованных определяли содержание метаболита тромбоксана A_2 – тромбоксана B_2 и метаболита простагландин-6 – б-кето-простагландин $F_{1\alpha}$ в ходе иммуноферментного исследования набором «Enzo Life science» (США). Также в плазме определялось суммарное содержание метаболитов оксида азота. О состоянии микрореологических свойств эритроцитов судили по их агрегации. Способность эритроцитов к спонтанной агрегации устанавливали, используя световую микроскопию и в камере Горяева, по концентрации агрегатов эритроцитов, числу эритроцитов проагрегировавших и неагрегировавших.

В группе наблюдения обследование велось при первом осмотре, через 3 и 6 мес. физических тренировок. Все лица группы контроля обследовались и осматривались однократно. Обработка результатов осуществлялась t-критерием Стьюдента.

Результаты исследования и их обсуждение. На момент взятия в исследование у лиц с низкой физической активностью отмечалось усиление процессов ПОЛ (табл.). Количество АГП и ТБК продуктов в их плазме превышало значения в группе контроля ($p < 0,01$) на 40,6% и 33,0%, соответственно. Это происходило на фоне ослабления у них антиоксидантной активности плазмы по сравнению с группой контроля на 18,5%.

В крови лиц с низкой физической активностью в начале наблюдения отмечен дисбаланс метаболитов арахидоновой кислоты: уровень тромбоксана В₂ в их плазме оказался повышен по сравнению с контролем на 28,5% ($p < 0,01$). При этом уровень производного его функционального антагониста – 6-кето-простагландина F_{1α} у лиц с низкой физической активностью до начала физических нагрузок был снижен по сравнению с группой контроля на 14,4% (табл.). Содержание в их плазме количества суммарных метаболитов оксида азота было ниже на 19,2%, чем в группе контроля.

Таблица 1

Гематологические показатели у лиц, начавших регулярные беговые тренировки после длительного периода низкой физической активности

Параметры	Группа наблюдения, n=45, M±m			Группа контроля, n=42, M±m
	начало наблюдения	3 мес. наблюдения	6 мес. наблюдения	
АГП в плазме, Д ₂₃₃ /мл	2,32±0,57 $p < 0,01$	2,02±0,64 $p < 0,01$ $p_1 < 0,05$	1,88±0,49 $p_1 < 0,01$	1,65±0,20
ТБК-активные продукты в плазме, мкмоль/л	4,19±0,59 $p < 0,01$	3,75±0,32 $p < 0,01$ $p_1 < 0,05$	3,41±0,20 $p_1 < 0,01$	3,15±0,23
Антиоксидантный потенциал плазмы, %	26,5±0,48 $p < 0,01$	27,8±0,43 $p < 0,01$	29,2±0,47 $p_1 < 0,05$	31,4±0,46
Тромбоксан В ₂ , пг/мл	208,5±0,72 $p < 0,01$	197,4±0,69 $p < 0,01$	188,4±0,61 $p_1 < 0,05$	162,2±0,72
6-кето-простагландин F _{1α} , пг/мл	83,0±0,35 $p < 0,01$	86,4±0,39 $p < 0,05$	93,1±0,42 $p_1 < 0,05$	95,0±0,45
Суммарные метаболиты оксида азота, мкмоль/л	31,2±0,28 $p < 0,01$	32,7±0,22 $p < 0,01$	35,0±0,25 $p_1 < 0,05$	37,2±0,32
Сумма всех эритроцитов в агрегате, единиц	40,7±0,14 $p < 0,01$	37,2±0,16 $p < 0,05$	34,7±0,18 $p_1 < 0,01$	31,5±0,10
Количество агрегатов, единиц	8,2±0,09 $p < 0,01$	7,5±0,07 $p < 0,01$ $p_1 < 0,05$	7,0±0,06 $p_1 < 0,01$	6,0±0,07
Количество свободных эритроцитов, единиц	245,0±0,45 $p < 0,01$	262,8±0,52 $p < 0,05$ $p_1 < 0,05$	278,1±0,49 $p_1 < 0,01$	296,1±0,35

Примечание: p – достоверность различий значений группы наблюдения с показателями группы контроля; p₁ – достоверность динамики показателей группы наблюдения по сравнению с уровнем при начале наблюдения.

У обследованных группы наблюдения в начале исследования найдено усиление агрегационных свойств эритроцитов. На это указывало увеличение у них по сравнению с уровнем контроля показателя суммарного включения эритроцитов в состав агрегатов на 29,2% и нарастании концентрации этих агрегатов на 36,7% при понижении свободно лежащих эритроцитов на 20,8%.

Регулярные беговые упражнения привели к ослаблению процессов ПОЛ (табл.1). Количество АГП и ТБК-продуктов в плазме лиц ее составлявших снизилось через 3 мес. наблюдения на 14,8% ($p < 0,05$) и 11,7% ($p < 0,05$), а через 6 мес. на 23,4% ($p < 0,01$) и 22,9% ($p < 0,01$) по сравнению с началом наблюдения, приблизившись к значениям контроля. Это происходило на фоне усиления у них антиоксидантной активности плазмы через 6 мес. на 10,2%.

В крови лиц, ранее имевших низкую физическую активность и начавших регулярные беговые упражнения, отмечено снижение выраженности дисбаланса метаболитов арахидоновой кислоты: уровень тромбоксана B_2 в их плазме за время наблюдения снизился за 3 мес. на 5,6%, за 6 мес. на 10,7% ($p < 0,05$). При этом концентрация производного его функционального антагониста – 6-кето-простагландина $F_{1\alpha}$ в группе наблюдения возросла по сравнению с началом наблюдения за 3 мес. на 4,1%, за 6 мес. на 12,2% ($p < 0,05$) (табл.). Это сопровождалось у них повышением содержания в плазме количества суммарных метаболитов оксида азота (на 4,8% к 3 мес. тренировок и на 12,2% ($p < 0,05$) к 6 мес. тренировок).

У имевших ранее низкую физическую активность на фоне легкоатлетических нагрузок найдено ослабление агрегационных свойств эритроцитов. На это указывало понижение у них через 3 и 6 мес. включения эритроцитов в состав агрегатов на 9,4% и 17,3% и количества самих агрегатов на 9,3% ($p < 0,05$) и 17,1% ($p < 0,01$) при увеличении в эти сроки свободно лежащих эритроцитов на 7,3% и 13,5% ($p < 0,05$), соответственно.

Длительное поддержание физиологического оптимума в человеческом организме и его эффективное оздоровление возможно только при рациональной, регулярной физической активности. Давно замечено, что низкая физическая активность способна вызывать предпатологические состояния и усиливать имеющуюся патологию, порой резко ослабляя организм. Во многом это связано с негативным влиянием низкой физической активности на показатели крови и ее реологические свойства [5].

Ранее показано, что низкая физическая активность способствует развитию нарушений микроореологических свойств форменных элементов крови и, в первую очередь, наиболее многочисленной их популяции – эритроцитов [4]. При этом особую значимость для их развития имеет ослабление антиоксидантной защиты организма, ведущее к нарастанию в плазме и его клетках интенсивности ПОЛ. Избыток продуктов перекисидации липидов в плазме и в эритроцитах вызывает перестройки мембран этих клеток снаружи и изнутри, что ухудшает их функции. Это усугубляется развитием при низкой физической активности липидного дисбаланса в мембранах эритроцитов, который дополнительно способствует ухудшению функционирования этих форменных элементов крови [6]. Складывающаяся ситуация весьма негативно влияет на состояние мембран значительной части эритроцитов.

Выявленное в исследовании усиление агрегации эритроцитов при низкой физической активности можно расценивать как результат сочетанного воздействия последствий низкой физической активности на микроореологические процессы. Найденное повышение

выраженности агрегации эритроцитов в условиях низкой физической активности во многом можно объяснить усиливающимся действием на них катехоламинов, уровень которых в крови при любой дисфункции достоверно повышается [1].

В сосудистой стенке лиц с низкой физической активностью понижается синтез биологически активных веществ, способных ограничивать агрегацию эритроцитов. Так, отмеченная в группе наблюдения интенсификация образования тромбоза и ослабление выработки его функционального антагониста простациклина создает дисбаланс метаболитов арахидоновой кислоты. Данные нарушения усугубляются у них развивающимся ослаблением продукции в стенке сосудов NO. Вероятно, это происходит в результате подавления эндотелиальной NO-синтазы усиленным в плазме ПОЛ [1,3]. Формирующиеся в этих условиях микрореологические дисфункции эритроцитов способны сами негативно влиять на процессы микроциркуляции и ослаблять трофику, в т.ч. в стенках сосудов и выработку в них дезагрегантов.

Отмеченное ослабление агрегации эритроцитов в ходе легкоатлетических тренировок у имевших ранее низкую физическую активность можно расценивать как результат воздействия повышения физической активности на микрореологические процессы. Выявленное ослабление агрегации эритроцитов в ходе повышения физической активности во многом можно объяснить ослаблением действия на них катехоламинов, уровень которых на фоне физических нагрузок понижается [1].

На фоне начавшихся регулярных физических нагрузок в сосудистой стенке лиц, ранее имевших низкую физическую активность, усиливался синтез биологически активных веществ, способных ограничивать агрегацию эритроцитов. Это сопровождалось снижением в их крови уровня проагрегантов. Так, отмеченное в группе наблюдения ослабление образования тромбоза и усиление выработки его функционального антагониста простациклина являлось началом восстановления дисбаланса метаболитов арахидоновой кислоты. Данное явление подкреплялись развивающимся на этом фоне усилением продукции в стенке сосудов NO.

Заключение. Низкая физическая активность часто сопровождается усилением агрегационной способности эритроцитов, что затрудняет их прохождение через микроциркуляторное русло и ослабляет процесс обмена веществ. В исследовании установлено, что у лиц второго зрелого возраста, начавших регулярные беговые упражнения после длительного периода низкой физической активности тормозится процесс перекисного окисления липидов. Это сопровождается некоторым ослаблением их агрегационной способности и активирует трофику в тканях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Симоненко В.Б., Медведев И.Н., Брюховецкий А.Г. Артериальная гипертония и сосудистые дисфункции. Монография под ред. В. Б. Симоненко. – Москва: Эко-Пресс, 2012.– 288с.
2. Носова Т.Ю., Медведев И.Н. Современные взгляды на механизмы нарушения функций тромбоцитов при артериальной гипертонии с абдоминальным ожирением // Успехи современного естествознания. – 2007.–№12.– С.371.

3. Киперман Я.В., Завалишина С.Ю., Медведев И.Н. Отсутствие регулярных физических тренировок и функциональная активность тромбоцитов в юношеском возрасте // Современные проблемы науки и образования. – 2014.–№1.– С.322.
4. Мальцева Т.С., Завалишина С.Ю. Воздействие регулярных физических нагрузок на микрореологические свойства эритроцитов у лиц первого зрелого возраста с абдоминальным ожирением I степени // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2014.–№1. – С.108–114.
5. Симоненко В.Б., Медведев И.П., Толмачев В.В. Сравнительная оценка влияния ингибиторов АПФ на агрегацию тромбоцитов у больных артериальной гипертензией при метаболическом синдроме // Клиническая медицина. – 2007. – Т.85, №4. – С.24-27.
6. Медведев И.Н., Кумова Т.А. Ослабление агрегационной способности тромбоцитов у больных артериальной гипертензией при метаболическом синдроме на фоне лозартана // Российский кардиологический журнал. – 2008. – Т.13, №5. – С.53-55.

PHYSIOLOGICAL REACTION OF MICROREOLOGICAL PROPERTIES OF ERYTHROCYTES AT THE PERSONS OF THE SECOND MATURE AGE WITH LOW PHYSICAL ACTIVITY AT THE BEGINNING OF REGULAR PHYSICAL LOADS

Vorobyova N.V., Kotova O.V., Ukolova G.B., Zatsepin V.I., Khabibulina T.V., Beketov I.N.

Southwestern State University, Kursk, Russian Federation

Annotation. Rheological characteristics of red blood cells largely determine the processes of microcirculation and metabolism in tissues. Purpose: to evaluate the dynamics of micro-rheological properties of erythrocytes in persons of second adulthood with low physical activity and who started regular running exercises. The observation group consisted of 45 healthy men of the second adult age, who began regular classes in the athletics section. The control group consisted of 42 men of the same age who regularly attended the athletics section 3 times a week for at least 10 years. Regular 6-month athletic loads in people with low physical activity were accompanied by a decrease in the amount of acyl hydroperoxides in their plasma by 23.4%. This occurred against the background of the increase in their antioxidant activity of plasma after 6 months. by 10.2%. For 6 months. physical activity in observed subjects decreased the level of thromboxane B2 in plasma by 10.7% and increase in 6-keto-prostaglandin F1 α by 8.7%. After 6 months. in persons who started regular running exercises, a decrease in the involvement of erythrocytes in aggregates by 17.3% and the number of these aggregates by 39.3% was noted. For people of the second adult age who started regular physical activity after a long period of low physical activity, the gradual weakening of the processes of lipid peroxidation and erythrocyte aggregation is characteristic.

Key words: second mature age, prolonged low physical activity, erythrocytes, aggregation, athletic loads.

REFERENCES

1. Simonenko V.B., Medvedev I.N., Bryukhovetskiy A.G. Arterial hypertension and vascular dysfunction. Monograph ed. V.B. Simonenko. – Moscow: Eco-Press, 2012.- 288p. (in Russian)
2. Nosova T.Yu., Medvedev I.N. Modern views on the mechanisms of platelet function abnormalities in arterial hypertension with abdominal obesity // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. – 2007. –№12. – P.371. (in Russian)

3. Kiperman Ya.V., Zavalishina S.Yu., Medvedev I.N. Absence of regular physical training and functional activity of platelets in adolescence // *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. – 2014. – №1. – P.322. (in Russian)
4. Maltseva T.S., Zavalishina S.Yu. The effect of regular physical exertion on microrheological properties of erythrocytes in persons of the first adulthood with abdominal obesity of the first degree // *Vestnik Rossijskogo universiteta družby narodov. Seriya: EHkologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. – 2014. – №1. – P.108-114. (in Russian)
5. Simonenko V.B., Medvedev I.N., Tolmachev V.V. A comparative assessment of the effect of ACE inhibitors on platelet aggregation in patients with arterial hypertension in metabolic syndrome // *Klinicheskaya medicina*. – 2007. – T.85, №4. – P.24-27. (in Russian)
6. Medvedev I.N., Kumova T.A. Weakening of the aggregation capacity of platelets in patients with arterial hypertension in the metabolic syndrome in the background of losartan // *Rossijskij kardiologicheskij zhurnal*. – 2008. – T.13, №5. – P.53-55. (in Russian)