

УДК 796.012.11

ИССЛЕДОВАНИЕ АДГЕЗИВНЫХ СВОЙСТВ ЭРИТРОЦИТОВ У СПОРТСМЕНОВ

Бровкина И.Л., Ананьев Р.В., Ванина А.А., Малышева М.В., Волкова М.Э.

Курский государственный медицинский университет (КГМУ)

Россия, 305041, Курская область, г. Курск, ул. К. Маркса, д. 3

Цель – изучение информативности теста модификации аутологичного розеткообразования при оценке эффективности фармакологических препаратов, применяемых для иммуно-реабилитации спортсменов, имеющих признаки перетренированности.

Материалы и методы. Под наблюдением находилось 92 человека, занимающихся различными видами спорта. Из числа спортсменов выделяли 38 без признаков перетренированности (СБПП) и 54 – имевших такие признаки (СИПП). Контрольную группу составили 60 человек, не занимающихся спортом – лица контрольной группы (ЛКГ). Определяли свойство эритроцитов вступать в реакцию розеткообразования с аутологичными и аллогенными лимфоцитами (ауто-РОК и алло-РОК). Для выявления ауто-РОК или алло-РОК использовали выделенные в градиенте плотности фико-верографина лимфоциты того же или другого здорового человека.

Результаты. После обработки сывороткой СИПП количество образующихся с легкими эритроцитами ауто-РОК было 5,2 раза выше, чем после инкубации эритроцитов с сывороткой здоровых людей. Установлено, что инкубация легких эритроцитов СИПП с эссенциале или рибоксином не влияла на их способность вступать в реакцию розеткообразования с аутологичными лимфоцитами, в отличие от этого инкубация с тиаминном приводила к ослаблению аутологичного розеткообразования. Экстракорпоральное воздействие препаратов не влияло на способность тяжелых эритроцитов формировать ауто-РОК.

Экстракорпоральное воздействие препаратов на легкие эритроциты не влияло на их активность ксеногенного розеткообразования. Инкубация тяжелых эритроцитов с рибоксином или тиаминном не приводило к изменению способности этих клеток формировать розетки ксеногенными лимфоцитами. В отличие от этого эссенциале повышал эффективность формирования розеток при взаимодействии тяжелых эритроцитов с лимфоцитами селезенки крыс Вистар.

Инкубация легких эритроцитов ЛКГ с эссенциале или тиаминном предотвращала увеличение способности этих клеток взаимодействовать с субстанциями сывороток СИПП. Рибоксин *INVITRO* такого эффекта не вызывал.

Заключение. Тест модификации аутологичного розеткообразования при оценке эффективности фармакологических препаратов является информативным средством в иммуно-реабилитации спортсменов. Результаты проведенных исследований и анализа теста свидетельствуют о возможности управления адгезивными свойствами эритроцитов с помощью эссенциале, тиамина и рибоксина.

Ключевые слова: эритроциты, спортсмены, СИПП, СБПП, иммунореабилитация.

Бровкина Инна Леонидовна – д.м.н., профессор, заведующий кафедрой спортивной медицины и лечебной физкультуры, КГМУ, г. Курск. E-mail: BROVKINAIL@KURSKSMU.NET.

Ананьев Роман Владимирович – ассистент кафедры спортивной медицины и лечебной физкультуры, КГМУ, г. Курск. E-mail: ANANEV RV@KURSKSMU.NET.

Ванина Анна Александровна – ординатор 1 года по направлению «Лечебная физкультура и спортивная медицина», КГМУ, г. Курск. ORCID ID: 0000-0002-0358-4836. E-mail: VANINAAA@KURSKSMU.NET (автор, ответственный за переписку).

Малышева Марина Вадимовна – ассистент кафедры спортивной медицины и лечебной физкультуры, КГМУ, г. Курск. E-mail: SHIRKOVAMV@KURSKSMU.NET.

Волкова Марина Эдуардовна – ассистент кафедры спортивной медицины и лечебной физкультуры, КГМУ, г. Курск. E-mail: VOLKOVAME@KURSKSMU.NET.

УДК 796.012.11

RESEARCH OF ADHESIVE PROPERTIES OF ATHLETES' RED BLOOD CELLS

BROVKINA I.L., ANANYEV R.V., VANINA A.A., MALYSHEVA M.V., VOLKOVA M.E.

KURSK STATE MEDICAL UNIVERSITY (KSMU)

305041, 3, K. MARX STREET, KURSK, RUSSIAN FEDERATION

OBJECTIVE: TO STUDY THE INFORMATIVE VALUE OF THE AUTOLOGOUS ROSETTE MODIFICATION TEST IN EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF PHARMACOLOGICAL DRUGS USED FOR IMMUNOREHABILITATION OF ATHLETES WITH SIGNS OF OVERTRAINING.

MATERIALS AND METHODS. THERE WERE 92 PEOPLE INVOLVED IN VARIOUS SPORTS UNDER OBSERVATION. AMONG THE ATHLETES THERE WERE 38 WITHOUT SIGNS OF OVERTRAINING (SBPP) AND 54 WITH SUCH SIGNS (SIPP). THE CONTROL GROUP CONSISTED OF 60 PEOPLE NOT ENGAGED IN SPORTS - PERSONS OF THE CONTROL GROUP (LCG). THE PROPERTY OF ERYTHROCYTES TO ENTER THE ROSETTE FORMATION REACTION WITH AUTOLOGOUS AND ALLOGENEIC LYMPHOCYTES (AUTO-ROC AND ALLO-ROC) WAS DETERMINED. TO DETECT AUTO-ROC OR ALLO-ROC, LYMPHOCYTES FROM THE SAME OR ANOTHER HEALTHY PERSON ISOLATED IN A DENSITY GRADIENT OF FICOL-VEROGRAPHIN WERE USED.

RESULTS. AFTER TREATMENT WITH SIPP SERUM, THE NUMBER OF AUTO-ROCKS FORMED WITH LIGHT ERYTHROCYTES WAS 5.2 TIMES HIGHER THAN AFTER INCUBATION OF ERYTHROCYTES WITH SERUM FROM HEALTHY PEOPLE. IT WAS FOUND THAT INCUBATION OF SIPP LIGHT ERYTHROCYTES WITH ESSENTIALE OR RIBOXIN DID NOT AFFECT THEIR ABILITY TO REACT ROSETTE FORMATION WITH AUTOLOGOUS LYMPHOCYTES, IN CONTRAST, INCUBATION WITH THIAMINE LED TO A WEAKENING OF AUTOLOGOUS ROSETTE FORMATION. EXTRACORPOREAL EXPOSURE TO THE DRUGS DID NOT AFFECT THE ABILITY OF HEAVY RED BLOOD CELLS TO FORM AN AUTO-ROCK.

EXTRACORPOREAL EXPOSURE OF THE DRUGS TO LIGHT ERYTHROCYTES DID NOT AFFECT THEIR XENOGENIC ROSETTE FORMATION ACTIVITY. INCUBATION OF HEAVY ERYTHROCYTES WITH RIBOXIN OR THIAMINE DID NOT CHANGE THE ABILITY OF THESE CELLS TO FORM SOCKETS WITH XENOGENIC LYMPHOCYTES. IN CONTRAST, ESSENTIALE INCREASED THE EFFICIENCY OF ROSETTE FORMATION DURING THE INTERACTION OF HEAVY ERYTHROCYTES WITH LYMPHOCYTES FROM THE SPLEEN OF WISTAR RATS.

INCUBATION OF LCG LUNG ERYTHROCYTES WITH ESSENTIALE OR THIAMINE PREVENTED AN INCREASE IN THE ABILITY OF THESE CELLS TO INTERACT WITH SIPP SERUM SUBSTANCES. RIBOXIN INVITRO DID NOT CAUSE SUCH AN EFFECT.

CONCLUSION. THE TEST OF MODIFICATION OF AUTOLOGOUS ROSETTE FORMATION IN ASSESSING THE EFFECTIVENESS OF PHARMACOLOGICAL DRUGS IS AN INFORMATIVE TOOL IN THE IMMUNOREHABILITATION OF ATHLETES. THE RESULTS OF THE CONDUCTED STUDIES AND ANALYSIS OF THE TEST INDICATE THE POSSIBILITY OF CONTROLLING THE ADHESIVE PROPERTIES OF ERYTHROCYTES WITH THE HELP OF ESSENTIALE, THIAMINE AND RIBOXIN.

KEYWORDS: ERYTHROCYTES, ATHLETES, SIPP, SBPP, IMMUNOREHABILITATION.

BROVKINA INNA L. – DOCTOR OF MEDICAL SCIENCES, PROFESSOR, HEAD OF THE DEPARTMENT OF SPORTS MEDICINE AND PHYSICAL THERAPY, KSMU, KURSK, RUSSIAN FEDERATION. E-MAIL: BROVKINAIL@KURSKSMU.NET.

ANANYEV ROMAN V. – ASSISTANT OF THE DEPARTMENT OF SPORTS MEDICINE AND PHYSICAL THERAPY, KSMU, KURSK, RUSSIAN FEDERATION. E-MAIL: ANANEVRV@KURSKSMU.NET.

VANINA ANNA A. – 1 YEAR RESIDENT IN THE FIELD OF PHYSICAL THERAPY AND SPORTS MEDICINE, KSMU, KURSK, RUSSIAN FEDERATION. ORCID ID: 0000-0002-0358-4836. E-MAIL: VANINAAA@KURSKSMU.NET (THE AUTHOR RESPONSIBLE FOR THE CORRESPONDENCE).

MALYSHEVA MARINA V. – ASSISTANT OF THE DEPARTMENT OF SPORTS MEDICINE AND PHYSICAL THERAPY, KSMU, KURSK, RUSSIAN FEDERATION. E-MAIL: SHIRKOVAMV@KURSKSMU.NET.

VOLKOVA MARINA E. – ASSISTANT OF THE DEPARTMENT OF SPORTS MEDICINE AND PHYSICAL THERAPY, KSMU, KURSK, RUSSIAN FEDERATION. E-MAIL: VOLKOVAME@KURSKSMU.NET.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Способность эритроцитов вступать в реакцию аутологичного и аллогенного розеткообразования изменяется при нарушении метаболических процессов и вызванных этим сдвигом содержания химических соединений в сыворотке крови [1, 2]. Установлено, что образование розеток увеличивается в суспензии, содержащей эритроциты крыс, отравленных гепатотропными и гемолитическими ядами (Л.Г. Прокопенко и др., 1998), а также при постановке реакции с эритроцитами людей, имеющих избыточную массу тела (Ф.Я. Байбури и др., 2000) и больных пиелогломерулонефритом (В.А. Афанасьев, Л.Г. Прокопенко, 1999) [3, 4]. Аналогичный феномен имеет место в случае использования эритроцитов, подвергавшихся переохлаждению и перегреванию (Л.Г. Прокопенко и др., 1999) [5, 6]. Тесты на модификацию аутологичного розеткообразования в сочетании с некоторыми биохимическими показателями предложено использовать для оценки выраженности иммунометаболических последствий нарушения липидного обмена и эффективности их коррекции фармакологическими и физиотерапевтическими средствами (Ф.Я. Байбури, 1998) [7].

В связи с изложенным представлялось перспективным изучить информативность теста модификации аутологичного розеткообразования при оценке эффективности фармакологических препаратов, применяемых для иммунореабилитации спортсменов, имеющих признаки перетренированности [8, 9].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Под наблюдением находилось 92 человека, занимающихся различными видами спорта. Из числа спортсменов выделяли 38 без признаков перетренированности (СБПП) и 54 – имевших такие признаки (СИПП). Контрольную группу составили 60 человек, не занимающихся спортом – лица контрольной группы (ЛКГ). Определяли свойство эритроцитов вступать в реакцию розеткообразования с аутологичными и аллогенными лимфоцитами (ауто-РОК и алло-РОК). Для выявления ауто-РОК или

алло-РОК использовали выделенные в градиенте плотности фикол-верографина лимфоциты того же или другого здорового человека.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Нефракционные эритроциты спортсменов формировали большее число ауто-РОК, чем эритроциты ЛКГ. Постановка реакции с различными фракциями эритроцитов спортсменов показала, что ауто-РОК формируется преимущественно с легкими эритроцитами. Тяжелые клетки слабо взаимодействуют с аутологичными лимфоцитами. Количество формируемых ауто-РОК легкими эритроцитами у СБПП было в 2,6 раза, а количество ауто-РОК СИПП в 3,8 раза выше, чем у ЛКГ. Количество формируемых алло-РОК не отличалось от количества ауто-РОК. Это свидетельствует о том, что рост количества ауто-РОК, образующихся в суспензиях клеток спортсменов, по сравнению с ЛКГ, обусловлен изменением структуры мембраны эритроцитов, а не является следствием модификации лимфоцитов.

Способность эритроцитов вступать в реакцию розеткообразования с аутологичными кардиоцитами в значительной степени определяется химическим составом крови и сорбцией на мембране или встраиванием в нее различных соединений плазмы крови (Л.Г. Прокопенко, Л.Е. Сипливая, 1992). Учитывая это, было изучено влияние сыворотки спортсменов на розеткообразующие свойства эритроцитов здоровых людей.

Различающиеся по плотности эритроциты здоровых людей экстракорпорально обрабатывали сыворотками СБПП и СИПП. Обработка сывороткой СБПП слабо (но статистически существенно) усиливала способность эритроцитов формировать ауто-РОК.

После обработки сывороткой СИПП количество образующихся с легкими эритроцитами ауто-РОК было 5,2 раза выше, чем после инкубации эритроцитов с сывороткой здоровых людей. Розеткообразующие свойства тяжелых эритроцитов после обработки сыворотками спортсменов не изменялись. Эти наблюдения дают основание считать, что модификация розетко-

-образующих свойств эритроцитов происходит в сосудистом русле под влиянием сывороточных субстанций.

Информативность теста усиления аутологичного розеткообразования может основываться как на оценке степени увеличения числа розеток под влиянием цельной сыворотки, так и на определении наибольшего разведения сыворотки, вызывающего такое увеличение.

Проведено сравнительное изучение свойств эритроцитов вступать в розеткообразование с аутологичными и ксеногенными лимфоцитами (ауто-РОК и ксено-РОК). Для выявления ксено-РОК использовали лимфоциты, выделенные из селезенки крыс Вистар. Соотношение лимфоцитов и эритроцитов при постановке ксеногенного розеткообразования равнялось 1:50.

При использовании эритроцитов нефракционированных эритроцитов СБПП количество ауто-РОК существенно не отличалось, а количество ксено-РОК было несколько меньше, чем у ЛКГ. Эритроциты СИПП формировали значительно большее число ауто-РОК и меньшее число ксено-РОК, чем эритроциты ЛКГ. Коэффициент ауто-РОК/ксено-РОК у СБПП был выше, чем у ЛКГ (соответственно 0,17 и 0,05), а у СИПП выше, чем у СБПП – 0,34.

Принципиально было важно выяснить возможность коррекции розеткообразующих свойств эритроцитов спортсменов с помощью препаратов, оказывающих влияние на структуру мембраны эритроцитов. К числу таких препаратов относятся эссенциале, тиамин и рибоксин (Л.Г. Прокопенко и др., 2000). Интракорпоральное применение этих препаратов повышает резистентность легких эритроцитов к действию иммуносупрессирующих сывороточных соединений (рибоксин, тиамин) и индуцирует появление иммуностимулирующих свойств у тяжелых эритроцитов (эссенциале). Экстракорпоральное влияние этих препаратов на свойства эритроцитов мало изучено.

Установлено, что инкубация легких эритроцитов СИПП с эссенциале или рибоксином не влияла на их способность вступать в реакцию розеткообразования с аутологичными лимфоцитами, в отличие от этого инкубация с тиамином приводила к ослаблению аутологичного розеткообразования. Экстракорпоральное воз-

действие препаратов не влияло на способность тяжелых эритроцитов формировать ауто-РОК.

Экстракорпоральное воздействие препаратов на легкие эритроциты не влияло на их активность ксеногенного розеткообразования. Инкубация тяжелых эритроцитов с рибоксином или тиамином не приводило к изменению способности этих клеток формировать розетки ксеногенными лимфоцитами. В отличие от этого эссенциале повышал эффективность формирования розеток при взаимодействии тяжелых эритроцитов с лимфоцитами селезенки крыс Вистар.

Инкубация легких эритроцитов ЛКГ с эссенциале или тиамином предотвращала увеличение способности этих клеток взаимодействовать с субстанциями сывороток СИПП. Рибоксин *in vitro* такого эффекта не вызывал.

ВЫВОДЫ

Тест модификации аутологичного розеткообразования при оценке эффективности фармакологических препаратов является информативным средством в иммуно-реабилитации спортсменов. Результаты проведенных исследований и анализа теста свидетельствуют о возможности управления адгезивными свойствами эритроцитов с помощью эссенциале, тиамина и рибоксина.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов, связанного с публикацией данной работы.

ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Авторы сообщают об отсутствии источников финансирования данной работы.

ЛИЧНЫЙ ВКЛАД АВТОРОВ

Бровкина И.Л. – анализ и обобщение данных, редактирование;
Ананьев Р.В. – написание текста;
Ванина А.А. – обработка материала;
Малышева М.В. – дизайн окончательного варианта статьи;
Волкова М.Э. – формулировка выводов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ананьев Р.В., Бровкина И.Л., Прокопенко Л.Г., Прокопенко Н.Я. Эргопротекторные эффекты витаминов при поступлении в организм этанола. Университетская наука: взгляд в будущее: Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 81-летию Курского государственного медицинского университета и 50-летию фармацевтического факультета. В 3-х томах, Курск: Курский государственный медицинский университет. 2016:55-60
2. Примакова О.В., Кичигина А.О., Малышева М.В., Волкова М.Э. Изучение влияния различных факторов на гомеостаз печени и его нарушения. Университетская наука: взгляд в будущее : Сборник научных трудов по материалам Международной научной конференции, посвященной 89-летию Курского государственного медицинского университета, Курск, 08–09 февраля 2024 года. – Курск: Курский государственный медицинский университет. 2024:681-684.
3. Ананьев Р.В., Прокопенко Л.Г., Прокопенко Н.Я. Эргопротекторное действие витаминов при токсическом поражении печени. Человек и его здоровье. 2017;2:74-80.
4. Ананьев Р.В., Бровкина И.Л., Прокопенко Л.Г., Прокопенко Н.Я. Эргопротекторное действие витаминов А и В1 при токсическом поражении печени. Университетская наука: взгляд в будущее : Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 81-летию Курского государственного медицинского университета и 50-летию фармацевтического факультета. В 3-х томах, Курск, 04–06 февраля 2016 года. 2016:353-358.
5. Примакова О.В., Малышева М.В., Кичигина А.О. Влияние эргопротекторных витаминов при отравлении этанолом. Прокопенковские чтения 2024: Материал II Международная научно-практическая конференция, посвященная памяти Л.Г. Прокопенко, Курск, 21 марта 2024 года. – Курск: Курский государственный медицинский университет. 2024:77-78.
6. Примакова, О.В., Малышева М.В. Сочетание энергезирующих и антиоксидантных витаминов в совокупности с эффектами воздействия умеренно высоких внешних температур. Прокопенковские чтения 2024: Материалы II Международная научно-практическая конференция, посвященная памяти Л.Г. Прокопенко, Курск, 21 марта 2024 года. – Курск: Курский государственный медицинский университет. 2024:89-90.
7. Ананьев Р.В., Прокопенко Л.Г., Бровкина И.Л. Эргопротекторный эффект антиоксидантной и энергизующей витаминных композиций в сочетании с мембранотропными соединениями при нарушении энергетического гомеостаза. INNOVA. 2016;1(2):22-24.
8. Ананьев Р.В., Замулин И.С., Олифер Я.С. Основные направления иммунореабилитации спортсменов после тяжелых физических нагрузок. Молодежная наука и современность: Материалы 89 Международной научной конференции студентов и молодых ученых, посвященной 89-летию КГМУ: в 2 томах, Курск, 25 апреля 2024 года. 2024:84-85.
9. Ананьев Р.В., Бровкина И.Л., Примакова О.В., Кичигина А.О., Малышева М.В. Изучение влияния занятий спортом на сердечно-сосудистую систему у спортсменов после 40. Прокопенковские чтения 2024: Материалы II Международная научно-практическая конференция, посвященная памяти Л.Г. Прокопенко, Курск, 21 марта 2024 года. 2024:85-86.