

ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НА КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ И ВОЗРАСТНОЙ СОСТАВ ЭРИТРОЦИТЫ ПЕРИФЕРИЙНОЙ КРОВИ СПОРТСМЕНОВ–ДЗЮДОИСТОВ

Н.К. Казимирко¹, О.А. Дычко², С.Т. Кохан³, В.В. Дычко², Д.В. Дычко²,
Д.С. Пикинер², В.О. Гаврилин⁴

¹Луганский государственный медицинский университет, Украина

²Донбасский государственный педагогический университет, Украина

³Забайкальский государственный университет, Украина

⁴Донецкий юридический институт, Украина

Введение. Физические нагрузки, испытанные спортсменами в течение тренировочного макроцикла, и, особенно, в его соревновательном периоде, сопровождаются значительными расходами энергии, для возобновления которой необходим кислород, который в энергетическом обмене выполняет функцию акцептора электронов [1, 2]. Единственными специализированными поставщиками кислорода до тканей является эритроциты от функционального состояния которых зависит эффективность их транспортной функции [3].

Продолжительность жизни эритроцитов составляет 120 суток, при этом в общей массе эритроцитов, циркулирующих в крови, находятся клетки разного возраста и, соответственно, они имеют разный функциональный потенциал [4–6]. Наличие возрастной разнородности эритроцитов подтверждается их неодинаковой чувствительностью к кислотному гемолизу, который является предпосылкой для разработки способа количественного определения возрастных групп эритроцитов. До нынешнего времени возрастного фракционирования эритроцитов периферийной крови не проводилось.

Цель – исследовать влияние физических нагрузок на количественный и возрастной состав эритроцитов периферийной крови спортсменов–дзюдоистов.

Материал и методы исследования. Под наблюдением в течение 2006–2008 гг. находилось 108 спортсменов–мужчин 18–21 лет, которые занимались борьбой дзюдо (50 спортсменов имели массовые разряды, а 58 были кандидатами и мастерами спорта). Контрольную группу составили 47 практически здоровых нетренированных мужчин 18–21 лет. Работа выполнялась в соответствии с общепринятыми биоэтическими нормами.

В периферийной крови проводили подсчет количества эритроцитов, определяли гематокрит. Гемолизаты эритроцитов получали путем смешивания 2 мл полученной суспензии из 2 мл 0,002 М HCl на 0,9 % растворе NaCl. Кислотную резистентность эритроцитов определяли спектрофотометрическим методом при длине волны 720 нм. Из полученных данных составляли эритрограммы и подсчитывали показатель стойкости эритроцитов. При этом учитывали время сферуляции (точка начала гемолиза), время появления максимума, время начала и окончания гемолиза, высоту максимума, количество максимумов. На эритрограммах определяли точки: (1) конца сферуляции (отвечала началу кислотного гемолиза); (2) предмаксимуму гемолиза; (3) максимуму гемолиза; (4) постмаксимуму-1 гемолиза; (5) постмаксимуму-2 гемолиза; (6) конца гемолиза. На графическом изображении эритрограммы определяли общую площадь фигуры, используя формулы определения площади прямоугольника и треугольника. Принимали рассчитанную площадь к количеству эритроцитов в 1 литре крови. Из часовых точек (1–6) ломаной линии опускали перпендикуляры на ось ординат и высчитывали площади фигур между перпендикулярами. Площадь каждой фигуры отвечала частице эритроцитов определенного возраста. Расчет абсолютного количества эритроцитов каждой возрастной группы проводили за формулой: количество эритроцитов=(A+B) /C, где А – общее количество эритроцитов (Т/л), В – площадь фигуры между перпендикулярами, С – общая площадь фигуры, вычисленная при определении эритрограммы. Статистическую обработку полученных цифровых данных осуществляли на компьютере с применением программного обеспечения Microsoft Excel.

Результаты исследования и их обсуждения. Установлено, что общее количество эритроцитов в периферийной крови спортсменов как массовых разрядов, так и высокой квалификации, перед соревнованием достоверно не отличалось от показателя лиц контрольной группы. В конце соревновательного периода в обеих группах наблюдали увеличение общего количества эритроцитов, однако в группе спортсменов-разрядников это увеличение оказалось недостоверным (1,07 раза), а в группе спортсменов высокой квалификации абсолютное количество эритроцитов достоверно превысило показатель в контрольной группе (в 1,12 раза, $p < 0,05$). Однако не было обнаружено существенного расхождения в абсолютном содержании эритроцитов в конце соревновательного периода в группах спортсменов ($p > 0,1$).

Рядом с изучением общего количества эритроцитов в периферийной крови, мы определили их возрастной состав. Перед соревнованием количество старых эритроцитов у спортсменов массовых разрядов существенно не отличалось ни за абсолютным, ни за относительным, показателем от таких в контрольной группе. В то же время, у спортсменов высокой квалификации частица старых эритроцитов оказалась ниже показателя в контрольной группе в 1,3 раза ($p < 0,001$), а за абсолютным показателем – в 1,24 раза ($p < 0,01$).

Сравнение показателей содержания старых эритроцитов в группах спортсменов разных квалификаций перед соревнованием позволило отметить, что у спортсменов высокой квалификации исходный уровень старых эритроцитов было за относительным показателем в 1,3 раза, а за абсолютным – в 1,27 раза более низким показателем у спортсменов массовых разрядов ($p < 0,001$ в обоих случаях).

Перед соревнованием количество зрелых-2 эритроцитов у спортсменов массовых разрядов отвечало показателям в контрольной группе, тогда как у спортсменов высокой квалификации было существенно ниже. Да, относительный уровень зрелых-2 эритроцитов у спортсменов высокой квалификации перед соревнованием оказался в 1,26 раза более низким показателя в контрольной группе, и в 1,25 раза ниже, чем показатель у спортсменов массовых разрядов ($p < 0,01$ и $p < 0,001$ соответственно). Абсолютное количество зрелых-2 эритроцитов у спортсменов высокой квалификации оказалось в 1,2 раза ниже, чем показатель в контрольной группе, и в 1,23 раза ниже, чем абсолютное количество зрелых-2 эритроцитов у спортсменов массовых разрядов ($p < 0,05$ и $p < 0,01$ соответственно).

Перед соревнованием относительное и абсолютное количество зрелых-1 клеток у спортсменов массовых разрядов находились в пределах значений контрольной группы. В то же время, у спортсменов высокой квалификации уровни зрелых-1 эритроцитов были существенно увеличены. Да, относительное количество зрелых-1 эритроцитов у спортсменов высокой квалификации перед соревнованием оказалось выше показателя в контрольной группе в 1,33 раза ($p < 0,001$), и в 1,38 раза выше, чем в группе спортсменов массовых разрядов ($p < 0,001$). Абсолютное количество зрелых-1 эритроцитов у спортсменов высокой квалификации к соревнованиям превышало показатели в контрольной группе и спортсменов высокой квалификации в 1,39 и в 1,41 раза соответственно ($p < 0,001$ в обоих случаях).

Наибольшей в общей структуре эритроцитов периферийной крови в обеих группах перед соревнованиями была частица молодых клеток. В группе спортсменов массовых разрядов относительное содержание молодых эритроцитов не отличалось от показателя в контрольной группе и был в 4,2 раза выше, чем количество старых эритроцитов, в 2,19 и в 4,6 раза выше, чем количество зрелых–2 и зрелых–1 эритроцитов ($p < 0,001$ во всех случаях). Абсолютное количество молодых эритроцитов у спортсменов массовых разрядов перед соревнованиями также существенно не отличалась от показателя контрольной группы и достоверно преобладала над другими возрастными группами. У спортсменов высокой квалификации относительное количество молодых эритроцитов перед соревнованиями не отличались от такой в группе спортсменов массовых разрядов ($p > 0,1$), но были в 5,66 раза выше, чем показатель для старых эритроцитов, и в 2,85 и в 3,42 раза более высокой в сравнении с уровнями, соответственно, зрелых–2 и зрелых–1 эритроцитов ($p < 0,001$ в обоих случаях) внутри группы. Абсолютное количество молодых эритроцитов у спортсменов высокой квалификации перед соревнованиями незначительно превысила показатель спортсменов массовых разрядов ($p > 0,05$) и достоверно преобладала над уровнями старых, зрелых–2 и зрелых–1 эритроцитов у спортсменов высокой квалификации.

Перед соревнованиями уровень юных эритроцитов в периферийной крови спортсменов массовых разрядов по относительному и абсолютному показателям недостоверно отличался от показателей в контрольной группе ($p > 0,05$ в обоих случаях). В группе спортсменов высокой квалификации частица юных эритроцитов в общей структуре достоверно от показателей в контрольной группе и спортсменов массовых разрядов не отличалась. Однако абсолютное количество юных эритроцитов у спортсменов высокой квалификации оказалось достоверно выше показателя в контрольной группе ($p < 0,05$), не отличаясь от уровня юных эритроцитов у спортсменов массовых разрядов ($p > 0,05$).

Результаты исследования возрастного состава эритроцитов в конце соревновательного периода поданы в таблицах 1–2. Установлено, что у спортсменов массовых разрядов количество старых эритроцитов до конца соревновательного периода увеличивалось против исходного уровня за относительным показателем в 1,27 раза, а за абсолютным показателем – в 1,36 раза, тогда как против показателей в контрольной группе увеличения составило, соответственно, 1,275 и 1,4 раза ($p < 0,001$ во всех случаях). Напротив, у спортсменов высокой квалификации до конца соревновательного периода количество старых эритроцитов в периферийной крови снижалось за относительным показателем в 1,34 раза против исходного уровня, и в 1,74 раза – против показателя в контрольной группе. Снижение за абсолютным показателем против исходного уровня старых эритроцитов составило 1,25 раза, тогда как против показателя в контрольной группе – 1,56 раза ($p < 0,05$ во всех случаях).

Сравнение содержания старых эритроцитов в конце соревновательного периода позволило отметить, что частица старых эритроцитов в периферийной крови спортсменов высокой квалификации оказалась в 2,21 раза ниже, чем показатель у спортсменов массовых разрядов. За абсолютным показателем расхождение в содержании старых эритроцитов между указанными группами составило 2,17 раза ($p < 0,001$).

Под воздействием физических нагрузок соревновательного периода количество зрелых–2 эритроцитов повышалось в обеих группах. Да, в группе спортсменов массовых разрядов частица зрелых–2 эритроцитов увеличилась в 1,15 раза против их исходного уровня ($p < 0,05$). За абсолютным показателем увеличения зрелых–2 эритроцитов в периферийной крови составило 1,23 раза ($p < 0,01$).

У спортсменов высокой квалификации прирост зрелых–2 эритроцитов за относительным показателем составило 1,03 раза ($p > 0,1$), а за абсолютным – 1,095 раза ($p > 0,05$) против исходных уровней. В сравнении с показателями в контрольной группе, абсолютное количество зрелых–2 эритроцитов значимых расхождений не имело, тогда как за относительным показателем регистрировали снижение у 1,23 раза ($p < 0,01$).

Сравнение показателей содержания зрелых–2 эритроцитов между группами спортсменов разной квалификации позволило отметить значительное преобладание данной возрастной группы эритроцитов у спортсменов массовых разрядов. За относительным показателем преобладание составило 1,4 раза, тогда как за абсолютным – 1,38 раза ($p < 0,001$ в обоих случаях).

Под воздействием физических нагрузок соревновательного периода происходило увеличение в периферийной крови содержания зрелых–1 эритроцитов в обеих группах. Да, у спортсменов массовых разрядов частица зрелых–1 эритроцитов до конца соревновательного периода превысила их исходный уровень у 1,25 раза (превышение над показателем в контрольной группе составило 1,21

раза, $p < 0,01$). Абсолютное количество зрелых–1 эритроцитов у спортсменов массовых разрядов выросло в 1,34 раза против их исходного уровня и в 1,32 раза в сравнении с показателем в контрольной группе ($p < 0,001$). У спортсменов высокой квалификации динамика прироста зрелых–1 эритроцитов была менее значительной и составила за абсолютным показателем 1,08 раза против исходного уровня, и 1,5 раза – против показателя в контрольной группе ($p < 0,05$ в последнем случае). Динамика изменений частицы зрелых–1 эритроцитов была незначительной. При сопоставлении уровней зрелых–1 эритроцитов между группами спортсменов обнаружено как относительное (в 1,12 раза, $p < 0,05$), так и абсолютное (в 1,14 раза, $p < 0,05$), преобладание указанной возрастной группы клеток у спортсменов высокой квалификации над показателями спортсменов массовых разрядов.

Динамика изменения количества молодых эритроцитов до конца соревновательного периода у спортсменов разной квалификации была неодинаковой. У спортсменов–разрядников происходило снижение как относительного, так и абсолютного, количества молодых эритроцитов. У данного контингента спортсменов выходной относительный показатель молодых эритроцитов был в 1,28 раза более высоким показателя после соревнований ($p < 0,001$). Снижение абсолютного количества молодых эритроцитов у этих же спортсменов составило 1,19 раза ($p < 0,05$). При сравнении полученных данных с показателем в контрольной группе оказалось, что относительное количество молодых эритроцитов у спортсменов массовых разрядов были снижены в 1,26 раза ($p < 0,01$), а абсолютное количество – в 1,16 раза ($p < 0,05$).

У спортсменов высокой квалификации частица молодых эритроцитов до конца соревновательного периода оставалась стабильной, однако абсолютное количество молодых клеток увеличивались: их выходной абсолютный уровень был меньше показателя в конце соревновательного периода в 1,07 раза ($p > 0,05$).

Сопоставление уровней молодых эритроцитов у спортсменов высокой квалификации с показателями в контрольной группе позволило обнаружить недостоверное увеличение относительного количества эритроцитов (в 1,05 раза) и достоверное увеличение их абсолютного количества (в 1,18 раза). При сравнении содержания молодых эритроцитов между группами спортсменов обнаружено как относительное (в 1,33 раза, $p < 0,001$), так и абсолютное, преобладание (в 1,36 раза, $p < 0,001$) данных клеток у спортсменов высокой квалификации.

Под воздействием физических нагрузок происходило увеличение в периферийной крови спортсменов содержания юных эритроцитов, что было особенно показательным при сравнении данных показателей с показателями в контрольной группе. Да, у спортсменов массовых разрядов увеличения абсолютного количества юных эритроцитов против показателя в контрольной группе составило 1,22 раза ($p < 0,01$), тогда как относительно их исходного уровня – 1,2 раза за абсолютным показателем и 1,12 раза за относительным ($p < 0,05$ в обоих случаях). У спортсменов высокой квалификации увеличения количества юных эритроцитов против показателей в контрольной группе было зарегистрировано как за относительным их количеством (в 1,36 раза, $p < 0,01$), так и за абсолютным (в 1,36 раза, $p < 0,001$). Увеличение содержания юных эритроцитов против их исходного уровня у спортсменов высокой квалификации составило 1,11 раза за относительным показателем ($p > 0,05$) и 1,19 раза за абсолютным ($p < 0,05$).

При сравнении содержания юных эритроцитов между группами спортсменов отмечено достоверное расхождение за абсолютным показателем ($p = 0,05$) при отсутствии такой для относительного показателя ($p > 0,05$). В целом, до конца соревновательного периода у спортсменов в периферийной крови суммарное содержание старых и зрелых–2 эритроцитов составило в среднем $38,48 \pm 1,53$ %, что оказалось в 1,19 раза выше их исходного уровня ($p < 0,05$), тогда как суммарное содержание зрелых–1, молодых и юных эритроцитов составило $61,52 \pm 2,8$ %, что было ниже их исходного уровня в 1,1 раза ($p < 0,05$). У спортсменов высокой квалификации совокупность старых и зрелых–2 эритроцитов до конца соревновательного периода составило $23,72 \pm 0,94$ %, что было недостоверно выше их исходного уровня, тогда как совокупность зрелых–1, молодых и юных эритроцитов увеличилось в сравнении с исходным уровнем в 1,02 разы ($p > 0,1$). Сопоставление данных между группами позволило отметить, что до конца соревновательного периода у спортсменов массовых разрядов суммарное содержание старых и зрелых–2 клеток за относительным показателем было в 1,62 раза выше, чем у спортсменов высокой квалификации ($p < 0,001$), тогда как суммарное содержание зрелых–1, молодых и юных эритроцитов было ниже в 1,21 раза ($p < 0,001$).

Аналогичное сравнение абсолютных показателей возрастных групп эритроцитов позволило подтвердить выводы, сделанные на основании анализа относительных значений. Как оказалось, у спортсменов массовых разрядов сумма абсолютных уровней старых и зрелых–2 клеток до конца

соревновательного периода составила $1,897 \pm 0,076$ Г/мл против $1,19 \pm 0,047$ Г/мл у спортсменов высокой квалификации (расхождение составило 1,59 раза, $p < 0,001$). Суммарное содержание зрелых–1, молодых и юных эритроцитов у спортсменов массовых разрядов составило $3,032 \pm 0,121$ Г/мл против $3,829 \pm 0,153$ Г/мл у спортсменов высокой квалификации (расхождение составило 1,26 раза, $p < 0,001$).

Выводы. Таким образом, физические нагрузки, испытываемые спортсменами в соревновательном периоде тренировочного макроцикла, вызывают до конца периода увеличение абсолютного количества эритроциты в периферийной крови и изменение их возрастного состава. У спортсменов массовых разрядов сдвиги в возрастном составе эритроциты имеют проявление в уменьшении количества молодых эритроцитов при увеличении содержания старых, зрелых–2, зрелых–1 и юных эритроцитов. У спортсменов высокой квалификации сдвиги в возрастном составе эритроциты имеют проявление в уменьшении количества старых клеток при увеличении количества зрелых–2, зрелых–1, молодых и юных эритроцитов. До конца соревновательного периода у спортсменов массовых разрядов совокупность старых и зрелых–2 эритроцитов увеличивается в 1,6 раза, а совокупность зрелых–1, молодых и юных эритроцитов – уменьшается в 1,26 раза против показателей спортсменов высокой квалификации.

Перспективы последующих разработок в данном направлении. Данные, полученные нами в результате данного исследования, будут использованы для разработки новых методов недопинговой реабилитации спортсменов в течение тренировочного макроцикла.

Литература:

1. Гаврилин В.А. Нарушения иммунного и метаболического статуса спортсменов в течение тренировочного процесса и их коррекция [монография] / В.А. Гаврилин, Н.К. Казимирко, С.Н. Смирнов, Д.Н. Борулько, Е.В. Яковлева, А.В. Деменко, В.В. Макарец, О.В. Бондаренко, Н.С. Ступницкая, А.С. Смирнов. – Луганск: СПД Резников В.С., 2010. – 200 с.

2. Гаврилін В.А., Гайдаш І.С. Вплив фізичних навантажень на віковий склад червонокрівців спортсменів різної кваліфікації в змагальному періоді тренувального циклу // Матеріали науково–практичної конференції з міжнародною участю студентів, інтернів, магістрів, аспірантів та молодих вчених медичного факультету Ужгородського національного університету. – Ужгород. – 2008. – С. 18.

3. Ступницька Н.С. Склад еритроцитів периферійної крові спортсменів, які займаються бігом на середні дистанції / Н.С. Ступницька, В.В. Андрєєва, К.В. Яковлева, Т.Л. Гайдаш, О.І. Шабельник // Матеріали III Міжнародної конференції молодих науковців (18–21 листопада 2008 р.) «Біологія: від молекули до біосфери». – Харків. – 2008. – С. 158–159.

4. Гаврилин В.А. Морфология и кислотная резистентность эритроцитов периферической крови спортсменов, занимающихся бегом на средние дистанции / В.А. Гаврилин, Н.К. Казимирко, А.В. Ушаков, Н.С. Ступницкая, Г.В. Усенко, В.Л. Русалов // Збірник матеріалів Всеукраїнської науково–практичної конференції «Передовий науково–практичний досвід». – Миколаїв. – 2009. – С. 164–167.

5. Казимирко Н.К., Дурнев В.И., Андреева З.С. Изменения кислотной резистентности эритроцитов у бегунов на средние дистанции // Теория и практика физической культуры. – 1978. – № 5. – С. 37–40.

6. Казимирко Н.К., Дурнев В.И., Андреева З.С. Изменения кислотной резистентности эритроцитов у бегунов на средние дистанции при различных тренировочных режимах в микроцикле // Теория и практика физической культуры. – 1982. – № 3. – С. 28.