

**Концентрация ретикулоцитов в крови лыжников-гонщиков в разные периоды тренировочного цикла**

М.А. Нахимова<sup>1</sup>, Ж.Е. Иванкова<sup>1</sup>, А.Ю. Людина<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина,

<sup>2</sup> Институт физиологии Коми научного центра УрО РАН

Роль системы крови как среды, обеспечивающей связь различных органов в живом организме, позволяет предположить ее высокую стабильность. В то же время потенциальные возможности кроветворения должны адекватно отвечать на процессы, происходящие как внутри организма, так и вне его [1].

Развитие тренированности в процессе интенсивной физической нагрузки сопровождается гематологическими изменениями, включающими увеличение объема эритроцитов (Эр), повышение уровня гемоглобина, гематокрита, ретикулоцитов (Rt). У высококвалифицированных спортсменов показатели количества Эр и гемоглобина крови могут быть увеличенными, но они не выходят за рамки физиологической нормы. Более того, относительные показатели Эр и гемоглобина у высокотренированных лиц практически ничем не отличаются от показателей нетренированных, однако следует учитывать, что объем крови у спортсменов-стайеров существенно больше (на 15—20 %), чем у нетренированных лиц. Увеличение объема крови у спортсменов происходит в основном за счет повышения объема плазмы [2, 3].

Важность изучения Rt в спортивной медицине состоит в их чувствительности, самыми высокими значениями среди гематологических параметров, в определении стимуляции костного мозга. Внутрииндивидуальная изменчивость является высокой, по сравнению с другими гематологическими параметрами, такими как гемоглобин и гематокрит. Отмечаются некоторые изменения после тренировки и во время соревновательного сезона [4].

Целью данной работы являлось исследование концентрации Rt крови у лыжников-гонщиков в общеподготовительный и соревновательный периоды.

**Материалы и методы исследования.**

Для исследования была взята венозная кровь мужчин лыжников-гонщиков сборной Республики Коми в общеподготовительный период (n=23) и в соревновательный периоды (n=30). Возраст испытуемых составил 19-26 лет. Кроме того, исследовали венозную кровь доноров-мужчин (n=10), в возрасте от 19 до 33 лет.

Rt окрашивали пробирочным методом по Гейльмейеру. Концентрацию Rt выражали в промилле, доли клеток разных стадий зрелости в процентах по отношению к их общему числу.

Полученные данные обрабатывали общепринятыми методами вариационной статистики с применением компьютерной программы статистической обработки данных (STATISTICA 6). Для оценки нормальности распределения использовали тест Колмогорова – Смирнова. Достоверность различий оценивали по U-критерию Манна-Уитни. Различия считали достоверными при уровне значимости 0,05. Для расчетов и графической обработки данных использовали приложение Microsoft Office 2010.

### Результаты исследования и обсуждение

Референсные величины концентрации Rt в крови определяются в процентном соотношении Rt относительно количества Эр, циркулирующих в крови. У взрослого человека содержится от 2 до 10 Rt на 1000 Эр, при этом в норме встречаются только Rt III и IV групп в соотношении 1/3 Rt III группы и 2/3 – IV группы. При усиленной регенерации эритроидного ряда клеток крови число Rt увеличивается, кроме того, появляются Rt 0, I и II групп – так называемый левый сдвиг ретикулоцитарного ряда. При анемиях степень ретикулоцитоза – важный показатель регенераторной способности системы эритрона [5].

По данным нашего исследования показано, что Rt крови доноров соответствуют данным литературы (табл.1). Распределение Rt по стадиям зрелости по Гейльмейеру соответствует нормальному кроветворению. Преобладают Rt V стадии зрелости и меньше всего III стадии (рис. 1).

Таблица 1. Концентрация Rt в крови человека по данным разных авторов

Авторы	Rt
[6]	2-12 ‰
[7]	5-12 ‰
[8]	2-12‰
Собственные данные	4,7±2,2‰

Показано, что концентрация Rt в крови лыжников в общеподготовительный и соревновательный периоды лежат в пределах границ нормы (табл.2). При сравнении полученных данных в зависимости от периода тренировок получено, что концентрация Rt в соревновательный период не имеет значимых отличий от таковой у доноров. В то же время, концентрация Rt в крови у спортсменов в общеподготовительный период больше на 43,1%, чем у доноров ( $p < 0,05$ ) (табл.2). Известно, что адекватные физические нагрузки при подготовке к соревнованиям у профессиональных спортсменов ведут к росту гемоглобина и

гематокрита, изменению эритропоза. Регулярные тренировки увеличивают синтез эритропозтина и массу гемоглобина, однако это зависит от длительности регулярных занятий. Увеличение тренировочной нагрузки в течение более одного месяца может служить стимулом для эритропоза [1].

Таблица 2. Концентрация Rt в крови спортсменов-лыжников в общеподготовительный и соревновательный периоды (M±SD)

Периоды тренировок	Rt %
Общеподготовительный	8,20±1,50*
Соревновательный	5,61±1,22

Примечание: \*- разница достоверна при  $p < 0,05$  по сравнению с соревновательным периодом.

Одновременно с общим числом изменилось количественное соотношение Rt разных стадий зрелости в общеподготовительный период (рис.).

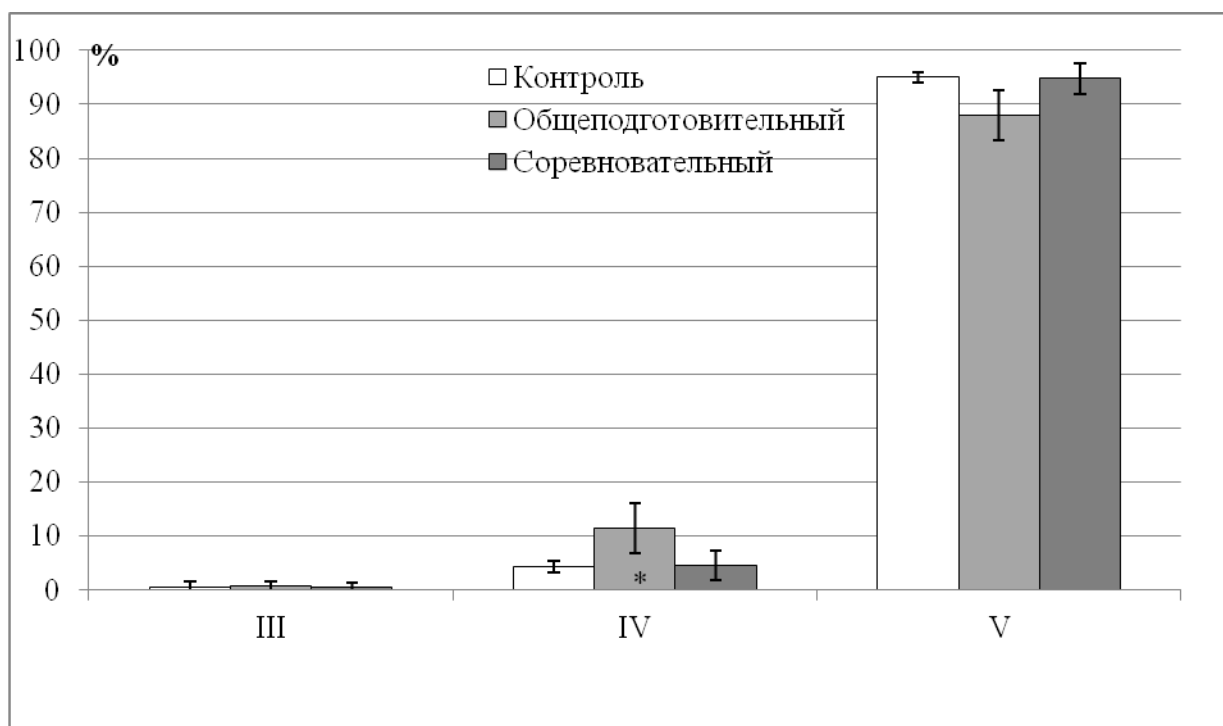


Рис.1. Распределение Rt по стадиям зрелости в контрольной группе, досоревновательный и соревновательный периоды подготовки (M±SD). По оси абсцисс – стадии зрелости; по оси ординат – Rt, %. Примечание: \*- разница достоверна при  $p < 0,05$  по сравнению с контролем (доноры).

Доля Rt III (самые молодые клетки крови) и V (клетки, в которых содержание ретикулофиламентозной субстанции меньше всего) стадии не отличается от контроля. Доля Rt IV стадии увеличивается почти в 2,5 раза по сравнению с контролем. Т. е. отмечен сдвиг ретикулоцитарной формулы в сторону незрелых форм и задержка перехода в зрелые (V)

стадии. Указанный сдвиг можно объяснить тем, что в Rt, особенно в молодых формах, многие ферменты (пируваткиназа, глюкозо-6-фосфатдегидрогеназа, каталаза и другие) присутствуют в большей концентрации, чем в зрелых Эр, что способствует активным метаболическим процессам в них и ускорению их созревания. Так же известно, что Rt способны адсорбировать молекулы железа посредством рецепторов к трансферрину, плотность которых снижается по мере созревания Rt [9], что косвенно может свидетельствовать об интенсивности синтеза гемоглобина в менее зрелых клетках. Кроме того, у спортсменов, интенсивные физические нагрузки, сопряженные с гипоксическими состояниями, могут вызывать усиленный распад старых, менее устойчивых, Эр и компенсаторный эритропоэз, в результате которого наряду со зрелыми могут выбрасываться костным мозгом и незрелые Rt [10]. Возможно, что отмеченное увеличение концентрации Rt IV стадии зрелости, связано с более быстрым переходом Rt III стадии в IV.

Таким образом, показано, что у спортсменов в соревновательный период подготовки концентрация Rt и их распределение по стадиям зрелости практически не отличается от контроля. В тоже время в общеподготовительный период тренировочного цикла у лыжников концентрация Rt увеличивается и отмечен переход молодых форм Rt в более зрелые формы.

#### Список литературы

1. Стуклов Н.И. Гемоглобин и спорт / Н.И. Стуклов, Г.И. Козинец – М.: Практическая медицина, 2016.- 192 с.
2. Агаджанян Н.А. Особенности процессов свободно-радикального окисления крови у людей с различным уровнем физической нагрузки / Н.А. Агаджанян, С.А. Шастун, А.В. Игнатъев // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: медицина. М:Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего профессионального образования "Российский университет дружбы народов". - 2002. - №3. - С. 23-31.
3. Smith J. Changes in the susceptibility of red blood cells to oxidative and osmotic stress following submaximal exercise / J. Smith, M. Kolbuch-Braddon, I. Gillam, R. Telford, M. Weidemann // European Journal of Applied Physiology. - 1995. - №70. - С. 427-436.
4. Banfi G. Metabolic markers in sports medicine / G. Banfi, A. Colombini, G. Lombardi, A. Lubkowska. // Adv. Clin. Chem. - 2012. - №5. - P. 1-54.
5. Быкова И.А. Морфологические особенности эритроцитов периферической крови в норме и патологии (световая микроскопия) / И.А. Быкова // Гематология и трансфузиология. – 1991. - №6. – С.28 – 30.
6. Меньшиков В.В. Лабораторные методы исследования. М.: Медицина, 1987. - 369 с.

7. Юрковский О.И. Общеклинические анализы в практике врача / О.И. Юрковский, А.М. Грицюк // М.: Центр ХГС, 2000. - С. 11-16.
8. Лабынцева О.М. Комбинированное воздействие гипоксии и магнитного поля на резистентность и устойчивость организма: дис... канд. биол. наук: 03.00.13 - физиология: защищена 18.12.08: утв.
9. Козинец Г.И., Макаров В.А. Исследование системы крови в клинической практике. М.: Триада-Х, 1997. 65-71с.
10. Мельников А.А. Возрастной состав эритроцитов и реологические свойства крови у спортсменов / А.А. Мельников, А.Д. Викулов // Физиология человека. - 2002. - №2. - Т.28. - С. 83 – 88.