

## **ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛОВОГО СТРЕССА У СПОРТСМЕНОВ**

*Д.Д. Жадько, В.В. Зинчук  
Гродно, УО «ГрГМУ»*

Тренировочная и соревновательная деятельность в спорте сопряжена с физическими нагрузками, достигающими околопредельных значений, что обуславливают необходимость наличия высокого уровня общей физической работоспособности, при этом важное значение имеет коррекция гомеостатических, морфофункциональных и психоэмоциональных изменений.

В условиях существенных энергозатрат при нагрузках высокой мощности не адекватное функционирование системы транспорта кислорода может приводить к развитию гипоксии на клеточном уровне, влекущее снижение спортивного результата вплоть до отказа от выполнения деятельности, а уровень физической работоспособности во многом определяется производительностью механизмов, обеспечивающих транспорт кислорода [1]. В этой связи значимо возрастает роль средств, оказывающих эффект непосредственно на кислородтранспортную функцию крови.

В современной организации тренировочного процесса широкое распространение получило использование тепловых воздействий, оказывающих положительный эффект на состояние физиологических систем, обеспечивающих уровень функциональных резервов организма и проявляется ростом возможностей сердечно-сосудистой и дыхательной систем, улучшением системной гемодинамики и микроциркуляции, повышением иммунологической резистентности и др. [2]. Однако на состояние кислородтранспортной функции крови в организме в условиях действия высокой температуры среды изучено недостаточно полно, в связи с чем целью работы явилось исследование влияния теплового стресса на механизмы транспорта кислорода кровью у спортсменов.

**Материал и методы.** Объектом исследования явились юноши – представители спортивных единоборств 19–25 лет ( $n=16$ ), квалификацией 1 разряд – мастер спорта. Тепловое воздействие включало 5 и 10-минутное пребывание в термокамере при температуре 85-90°C, относительной влажности 10–15%, с интервалом отдыха 5 мин. До и после процедуры, из кубитальной вены осуществляли забор крови. В исследуемых образцах крови на газоанализаторе “Synthesis-15” фирмы “Instrumentation Laboratory” при температуре 37°C определяли  $pO_2$ , содержание кислорода,  $SO_2$ ,  $pCO_2$ , уровень гемоглобина, метгемоглобина, кислородную емкость крови, и pH. Используя номограммы Siggaard-Andersen оценивали концентрацию бикарбоната, стандартного бикарбоната, общей углекислоты, уровень реального и стандартного недостатка/избытка буферных оснований. Сродство гемоглобина к кислороду оценивали по показателю  $p50$  (напряжение кислорода в крови, при котором гемоглобин насыщается  $O_2$  на 50%), определяемому в стандартных условиях (температура 37°C, pH=7,4,  $pCO_2=40$  мм рт.ст.) спектрофотометрическим методом ( $p50_{станд}$ ). Показатель  $p50$  при реальных значениях температуры, pH и  $pCO_2$  ( $p50_{реал}$ ) рассчитывали по формулам Severinghaus J.W. [1966]. Содержание диеновых конъюгатов оценивали в плазме и эритроцитах спектрофотометрически по интенсивности УФ-поглощения при длине волны 233 нм. Уровень оснований Шиффа определяли спектрофлуориметрически по интенсивности флуоресценции хлороформного экстракта при длине волны возбуждения и эмиссии 344 нм и 440 нм, соответственно. Содержание  $\alpha$ -токоферола измеряли спектрофлуориметрически по интенсивности флуоресценции экстракта гексана при длине волн возбуждения и эмиссии 295 нм и 326 нм, соответственно. Активность каталазы оценивали спектрофотометрически по способности пероксида водорода ( $H_2O_2$ ) образовывать с солями молибдена стойко окрашенный ком-

плекс при длине волны 410 нм. Уровень  $\text{NO}_3^-/\text{NO}_2^-$  измеряли спектрофотометрическим методом при длине волны 540 нм с реактивом Грисса. Результаты исследования обрабатывали в программной среде Statistica 5.5.

После теплового стресса кислотно-основное состояние крови характеризуется увеличением рН на 0,8% ( $p < 0,001$ ). Отмечается уменьшение напряжения углекислого газа на 22,2% ( $p < 0,001$ ), концентрации общей углекислоты на 6,5% ( $p < 0,001$ ), концентрации гидрокарбоната на 6,01% ( $p < 0,001$ ), стандартного избытка буферных оснований на 20,3% ( $p < 0,001$ ). Выявлено повышение содержания кислорода в венозной крови на 53,3% ( $p < 0,001$ ), напряжения кислорода на 42,6% ( $p < 0,001$ ), насыщения крови кислородом на 49,4% ( $p < 0,001$ ). Возрастает концентрация гемоглобина на 5,2% ( $p < 0,001$ ), уровень метгемоглобина – на 18,8% ( $p < 0,001$ ), кислородная емкость крови увеличивается на 5,2% ( $p < 0,001$ ). Величина р50 при стандартных значениях рН, рСО<sub>2</sub> и температуры увеличивается на 3,3% ( $p < 0,020$ ), при реальных значениях рН, рСО<sub>2</sub> и температуры – на 10,99% ( $p < 0,001$ ) в сравнении с исходной, что отражает смещение кривой диссоциации оксигемоглобина вправо.

Данные состояния процессов перекисного окисления липидов в плазме крови после тепловой процедуры свидетельствуют об увеличении уровня диеновых конъюгатов на 37,5% ( $p < 0,016$ ), оснований Шиффа – на 7,1% ( $p < 0,039$ ). Отмечается рост свободнорадикальных процессов в эритроцитах, что проявляется повышением концентрации диеновых конъюгатов на 13,8%, ( $p < 0,002$ ), оснований Шиффа – на 2,6% ( $p < 0,001$ ). Состояние антиоксидантной системы крови (рис. 2.) характеризуется снижением уровня  $\alpha$ -токоферола в плазме на 10,6% ( $p < 0,004$ ) и активности каталазы в эритроцитах на 7,4% ( $p < 0,002$ ). Уровень  $\text{NO}_3^-/\text{NO}_2^-$  в плазме после процедуры повышается на 26,2%, что указывает на увеличение образования оксида азота в организме в условиях суховоздушной бани.

Увеличение температуры тела при тепловом стрессе, сопровождающееся ростом легочной вентиляции, обеспечивает респираторно детерминированный сдвиг рН в щелочную сторону в результате повышенного выделения СО<sub>2</sub> из организма и развитие респираторного алкалоза [3], что, наряду с другими факторами, изменяет кислородное обеспечение организма.

Поток кислорода в ткани зависит от сродства гемоглобина к О<sub>2</sub>, легочной вентиляции, степени местной микрососудистой тканевой перфузии и пр., при этом кислородсвязывающие свойства гемоглобина определяют процесс оксигенации крови в легких и деоксигенацию на уровне тканевых капилляров, а направленность сдвига кривой диссоциации оксигемоглобина носит компенсаторно-приспособительный характер [4].

Как видно из полученных данных, в результате увеличения потребления кислорода имеет место повышение концентрации и напряжения О<sub>2</sub> в венозной крови, что наряду с другими факторами обуславливает развитие прооксидантно-антиоксидантного дисбаланса. Наблюдаемое увеличение р50 и других показателей кислородтранспортной функции крови после процедуры содействует увеличению потока О<sub>2</sub> в ткани при тепловом стрессе.

**Заключение.** Таким образом, тепловой стресс у спортсменов приводит к изменениям кислородтранспортной функции крови и прооксидантно-

антиоксидантного баланса через NO-зависимые механизмы, что в совокупности направлено на увеличение потока кислорода в ткани.

Список литературы

1. Иорданская Ф.А. Мониторинг функциональной подготовленности высококвалифицированных спортсменов при подготовке / Вестник спортивной науки. – 2008. – № 4. – С. 73–82.
2. Еганов А.В., Куликов Л.М. Средства восстановления работоспособности занимающихся спортивными видами единоборств / Международный журнал экспериментального образования. – 2011. – № 6. – С. 35–37.
3. Abbiss C.R., Nosaka K., Laursen P.B. Hyperthermic-induced hyperventilation and associated respiratory alkalosis in humans / Eur J Appl Physiol. – 2007. – V. 100, №1. – P.63–69.
4. Shirasawa T. et al. Oxygen affinity of hemoglobin regulates O<sub>2</sub> consumption, metabolism, and physical activity / J. Biol. Chem. – 2003. Vol. 278, №7. – P. 5035–5043.
5. Зинчук В.В. Кислородсвязывающие свойства крови / Lap Lambert Academic Publishing. – 2012. – 167 с.