

10. Карагезян К. Г., Овсепян Л. М., Адоц К. Г. и др. *Вопр. мед. хим.*, 1982, 28, 5, стр. 56.
11. Крепс Е. М. В кн.: *Липиды клеточных мембран*. Л., 1981.
12. Мхитарян В. Г., Агаджанов М. И., Геворкян Д. М., Микаелян Э. М. *Вестн. АМН СССР*, 1982, 9, стр. 15.
13. Мхитарян В. Г. *Липидная перекисидация при экстремальных состояниях организма (актовая речь)*. Ереван, 1981.
14. Смирнов А. А., Черковская Е. В., Манукян К. Г. *Биохимия*, 1961, 26, 6, стр. 1027.
15. Хачатрян Э. С., Карагезян К. Г. *Тр. Всесоюзн. съезда патофизиол. (тез. докл.)*. Тбилиси, 1982.
16. Folch J. J. *J. Biol. Chem.*, 1942, 35, 146.
17. Karageoslan C. G. 14 th World Congress of the International Society for fat Research, Abstract 0814 P, 1978, Brighton, England.

УДК 613.72:796.332

Э. В. КИРАКОСЯН, Л. С. ОГАНЕСЯН, Э. Т. ТАТЕВОСЯН

О КОМПЛЕКСНЫХ ПРИСПОСОБИТЕЛЬНЫХ МЕХАНИЗМАХ ОРГАНИЗМА ФУТБОЛИСТОВ К ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ

Изучены показатели кардиореспираторной системы в процессе адаптации футболистов к дозированной физической нагрузке. Полученные данные свидетельствуют о приспособлении высококвалифицированных спортсменов с большим использованием аэробных механизмов энергообеспечения на тканевом уровне, тогда как адаптация менее подготовленных спортсменов происходит на системном уровне с использованием анаэробных источников энергии.

Организм спортсменов приспосабливается к физической нагрузке путем активации самых различных кислородтранспортных механизмов. При этом увеличение доставки кислорода реализуется путем увеличения дыхательной поверхности и кислородной емкости крови и активации органов внешнего дыхания и системы кровообращения.

Наше исследование, проведенное на системном и клеточном уровнях, предпринято с целью выявления интимных приспособительных механизмов, развивающихся при физической нагрузке в организме спортсменов, имеющих различный уровень подготовки, путем комплексного определения показателей различных систем организма и выявления связей между ними.

Исследованию подверглись 22 футболиста команды «Арабат» в конце подготовительного периода игрового сезона 1979 г., включающего также зональный турнир на кубок СССР, как один из этапов подготовки команды к соревновательному периоду.

Определялись величина потребления кислорода (PO_2) и коэффициент использования кислорода (КИО_2), Z-потенциал и содержание эритроцитов, среднее содержание гемоглобина (Hв.с.), скорость оседания эритроцитов (СОЭ), минутный объем крови (МОК) по формуле Старра [2], минутный объем дыхания (МОД), а также показатели кислотно-щелочного равновесия (КЩР) крови (рН, pCO_2 , АВ, ВЕ) до и после велоэргометрической пробы PWC_{170} [1], представляющей собой

двухступенчатую нагрузку с 3-минутным перерывом (1-ая ступень—600, 2-ая—1100—1300 кгм/мин). Полученные данные подвергались статистической обработке и корреляционному анализу [4].

Исследования, проведенные в покое (табл. 1), выявили в крови спортсменов состояние компенсированного метаболического ацидоза при высоком значении Z-потенциала эритроцитов и без существенных отклонений от общепринятых норм со стороны других изучаемых показателей. Сдвиг КЩР в крови следует считать признаком состояния недовосстановления, развивающегося как следствие утомительных нагрузок в период игр на Кубок СССР. В ответ на дозированную нагрузку наблюдались неодинаковые по выраженности функциональные сдвиги различных систем организма спортсменов (табл. 1). Так, изменения кардиореспираторной системы носили отчетливый характер и выражались существенным приростом МОК и МОД, тогда как гематологические сдвиги были незначительны. В сумме эти сдвиги привели к увеличению PO_2 и уменьшению KIO_2 . В то же время примененная нагрузка вызвала изменения КЩР в виде субкомпенсированного метаболического ацидоза.

Таблица 1

Изменение показателей состава крови спортсменов при физической нагрузке (n=22)

Показатели	До нагрузки	После нагрузки	P
Эритроциты, млн	$4,83 \pm 0,08$	$5,10 \pm 0,09$	$>0,05$
Z-потенциал, мV	$18,97 \pm 0,72$	$21,20 \pm 0,84$	$>0,05$
Нвсс, г	$29,09 \pm 0,71$	$29,27 \pm 0,69$	$>0,05$
СОЭ, мм/час	$4,77 \pm 0,45$	$4,42 \pm 0,51$	$>0,05$
pH	$7,35 \pm 0,013$	$7,28 \pm 0,012$	$<0,001$
pCO ₂ , мм рт. ст.	$34,22 \pm 0,50$	$32,38 \pm 0,56$	$<0,05$
AB, мэкв/л	$19,73 \pm 0,69$	$17,17 \pm 1,30$	$>0,05$
BE (—), мэкв/л	$4,69 \pm 0,90$	$8,66 \pm 1,39$	$<0,001$
МОК, л/мин	$3,54 \pm 0,13$	$12,42 \pm 0,44$	$<0,001$
МОД, л/мин	$9,77 \pm 0,82$	$45,40 \pm 3,28$	$<0,001$
PO ₂ , л/мин	$346,9 \pm 14,08$	$1150,0 \pm 81,92$	$<0,001$
KIO ₂	$33,43 \pm 1,56$	$23,54 \pm 1,59$	$<0,001$

Судя по изменениям, развивающимся в ответ на примененную нагрузку, организм спортсменов на данном этапе подготовки приспосабливается к физической нагрузке прежде всего за счет активации систем кровообращения и внешнего дыхания, а также путем использования анаэробных источников энергообеспечения, о чем свидетельствует сдвиг КЩР. Данное обстоятельство позволяет считать направленность воздействия данной нагрузки смешанной, аэробно-анаэробной.

Необходимо отметить, что данные, полученные при сравнении средних чисел, не всегда точно отражают истинное положение вещей, так как при увеличении исходных низких показателей у одних спортсменов и уменьшении высоких— у других средние значения не меняются. От-

сюда можно прийти к ошибочному мнению о том, что данный показатель остается без изменения, а это не позволит вскрыть индивидуальные адаптационные механизмы организма спортсменов различного уровня физической работоспособности. Этот недостаток можно устранить с помощью корреляционного анализа, который и был проведен между показателем физической работоспособности и другими данными, полученными в состоянии покоя и непосредственно после физической нагрузки (табл. 2). О физической работоспособности спортсменов судили по показателю PWC_{170} , который в среднем составлял $1466.0 \pm 45,9$ кгм/мин и был значительно выше у футболистов основного состава команды «Арагат». В состоянии покоя у спортсменов с высоким уровнем физической работоспособности наблюдалось достоверно меньшее потребление кислорода при несколько меньшем МОК и МОД и большем Z-потенциале эритроцитов (табл. 2). В ответ на нагрузку у этих же спортсменов наблюдается большее увеличение PO_2 при меньших сдвигах КЩР. Необходимо отметить, что большее PO_2 обусловлено не увеличением МОК и МОД, а исключительно сохранением уровня KIO_2 , который уменьшается в среднем при физической нагрузке (табл. 1). Непосредственно после нагрузки (табл. 2) у спортсменов с высоким показателем PWC_{170} наблюдался более низкий Z-потенциал эритроцитов, СОЭ и большая величина Нв с.с. Следует указать также, что между PWC_{170} и МОК корреляционной связи не наблюдается, но при расчете МОК на единицу нагрузки с $PWC_{170/кг}$ обнаруживается достоверная обратная корреляционная связь ($r = -0,45$, $P < 0,05$).

Полученные данные говорят о том, что футболисты, обладающие высоким уровнем работоспособности, приспосабливаются к физической нагрузке с большим использованием аэробных механизмов энергообеспечения на тканевом уровне, тогда как адаптация спортсменов с низким уровнем работоспособности к физической нагрузке происходит на системном уровне с большим использованием анаэробных источников энергии.

В адаптационных механизмах, развивающихся при дозированной физической нагрузке у спортсменов с различным уровнем физической работоспособности, важное место занимает изменение Z-потенциала эритроцитов, величина которого имеет существенное значение для функции кровообращения. В состоянии покоя величина этого показателя несколько выше у футболистов основного состава и находится в прямой зависимости от концентрации водородных ионов [3]. После нагрузки данная закономерность сохраняется. У спортсменов с низким PWC_{170} наблюдается в крови большая концентрация водородных ионов и более высокий Z-потенциал эритроцитов, сочетающийся с низким Нв с.с. и высоким МОК.

Таким образом, приспособление к дозированной физической нагрузке у спортсменов с различным уровнем подготовленности происходит неодинаково. У спортсменов с низким уровнем физической работоспособности адаптация к стандартной нагрузке происходит в основном за счет активации систем кровообращения и внешнего дыхания при некотором уменьшении Нв с.с. и выраженном сдвиге рН в кислую сторо-

Таблица 2

Коэффициент корреляции (r) между изучаемыми показателями в состоянии покоя (верхний треугольник) и после нагрузки (нижний треугольник). При значениях $r \geq 0,38$ $P < 0,05$; $r \geq 0,47$ $P < 0,01$; $r \geq 0,55$ $P < 0,001$ ($n = 22$)

Эритроциты	-0,19	+0,07	+0,12	+0,10	+0,16	-0,27	+0,10	+0,23	+0,03	-0,20	-0,11	-0,11	-0,11
+0,40	Z-пот.	+0,13	-0,38	-0,52	+0,13	-0,48	+0,53	-0,18	-0,26	-0,25	+0,09	+0,26	+0,36
-0,66	-0,48	Нвс. с	0,00	-0,18	-0,34	-0,29	+0,32	+0,01	0,00	+0,27	-0,09	+0,08	+0,05
+0,27	+0,17	-0,50	СОЭ	0,00	-0,27	-0,15	0,00	-0,16	+0,11	+0,23	0,00	+0,20	0,00
-0,16	-0,45	-0,39	-0,66	pH	-0,21	+0,87	-0,76	0,00	0,00	+0,10	0,00	0,00	0,00
-0,42	-0,16	+0,20	-0,29	+0,14	pCO ₂	+0,25	-0,23	-0,17	-0,80	-0,75	+0,68	0,00	0,00
-0,50	-0,49	+0,66	-0,43	+0,45	+0,15	AB	-0,88	0,00	-0,32	-0,25	+0,34	0,00	0,00
+0,36	+0,44	-0,56	+0,50	-0,47	0,00	-0,90	BE	0,00	+0,22	+0,15	-0,26	0,00	0,00
+0,22	+0,72	-0,27	+0,04	-0,23	+0,04	-0,19	+0,26	МОК	+0,56	+0,29	-0,67	-0,36	-0,24
+0,20	+0,10	-0,26	-0,31	+0,23	+0,18	+0,31	-0,55	+0,15	МОД	+0,79	-0,87	-0,34	-0,28
0,00	0,00	-0,06	-0,12	0,00	+0,28	+0,71	-0,72	+0,32	+0,68	ПО ₂	-0,48	-0,45	-0,43
0,00	0,00	0,00	+0,55	-0,34	0,00	+0,17	0,00	+0,35	-0,46	+0,25	КИО ₂	+0,18	+0,11
-0,16	-0,43	+0,39	-0,33	+0,28	+0,10	+0,66	-0,66	0,00	+0,14	+0,68	+0,57	PWC ₁₇₀	+0,89
-0,24	-0,30	+0,56	-0,47	+0,34	0,00	+0,68	-0,66	+0,00	+0,11	+0,61	+0,52	+0,89	PWC _{170/кг}

ну, что влечет за собой увеличение Z-потенциала эритроцитов, создающее, в свою очередь, предпосылки для повышения МОК. У спортсменов же с высоким уровнем физической работоспособности сдвиги в системах кровообращения и дыхания, а также КЩР невелики при несколько увеличенном среднем содержании гемоглобина, т. е. у этих спортсменов приспособление к нагрузке идет более комплексно с использованием механизма увеличения кислородной емкости крови.

Кафедра физиологии и биологии Арм. ГИФК-а

Поступила 8/XII 1982 г.

Է. Վ. ԿԻՐԱԿՈՍՅԱՆ, Լ. Ս. ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ, Է. Թ. ԹԱԴԵՎՈՍՅԱՆ

ՖՈՒՏԲՈՐՈՒՄՏՆԵՐԻ ՕՐԳԱՆԻԶՄԻ ԿՈՄՊԼԵՔՍԱՅԻՆ ՀԱՐՄԱՐՈՂԱԿԱՆ ՄԵԽԱՆԻԶՄՆԵՐԸ ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ԾԱՆՐԱՐԵՈՒՆՎԱԾՈՒԹՅԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ

Ֆուտբոլիստների մոտ չափավորված ֆիզիկական ծանրաբեռնվածության ժամանակ ստացված թթվածին տեղափոխող համակարգերի ցուցանիշները վկայում են այն մասին, որ բարձրակարգ մարզիկները օգտագործում են հարմարողական աէրոբ մեխանիզմներ այն դեպքում, երբ ավելի ցածր պատրաստականություն ունեցող մարզիկների օրգանիզմների հարմարումը տեղի է ունենում ի հաշիվ էներգիայի անաէրոբ և աէրոբ աղբյուրների:

E. V. KIRAKOSSIAN, L. S. HOVANESSIAN, E. T. TATEVOSSIAN

ON THE COMPLEX ADAPTIVE MECHANISMS OF THE ORGANISMS OF FOOTBALL-PLAYERS TO PHYSICAL LOAD

The cardiorespirative system indices are studied in sportsmen in the process of their adaptation to dosaged physical load. The data obtained testify to adaptation of highly qualified sportsmen by aerobic mechanisms of energetical supply on the tissue level, while the adaptation of the less trained sportsmen takes place on the systemic level with the help of anaerobic energy sources.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Карпман В. А., Белоцерковский З. Б., Гудков И. А. Исследование физической работоспособности у спортсменов. М., 1974.
2. Круглый М. М., Кобзев Ю. А. Физическая реабилитация при инфаркте миокарда. Саратов, 1978.
3. Маркосян А. А., Лисовский И. П., Маркосян Р. А. Успехи физиол. наук., 1977, т. 8, 1, стр. 91.
4. Ойвин И. А. Патол. физиол. и экспер. терапия. 1960, 4, стр. 76.