

УДК 612.23+612.27+612.28

Акимова О.Г.

ОСОБЕННОСТИ МОБИЛИЗАЦИИ ФУНКЦИЙ КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ У СПОРТСМЕНОВ ПРИ НАПРЯЖЕННОЙ МЫШЕЧНОЙ РАБОТЕ В ПЕРИОД РЕАККЛИМАТИЗАЦИИ ПОСЛЕ ТРЕНИРОВОК В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГОРЬЯ

(Научно-исследовательский институт спорта Казахской академии спорта и туризма)

Тренировки в горах оказывают неоднозначное влияние на функциональную мобилизацию у спортсменов при напряженной мышечной работе в период реакклиматизации.

В настоящее время тренировки в условиях среднегорья широко используются в качестве средства повышения мастерства спортсменов различных специализаций [1, 2, 3]. Наряду с положительной динамикой спортивных результатов известны случаи неудачных выступлений спортсменов в состязаниях после тренировок в горной местности, что позволило некоторым специалистам выразить сомнение в отношении эффективности их использования. Причина таких взглядов обусловлена недостаточным обоснованием оптимальных сроков, способствующих наиболее успешному выступлению в соревнованиях на равнине или в предгорьях после горной тренировки. Ф.П. Суслов и Е.Б. Гиппенрейтер приводят анализ спортивных результатов ведущих бегунов Казахстана, которые, тренируясь в горах, использовали трёхнедельный мезоцикл [2]. Полученные данные свидетельствуют, что наибольшее количество неудачных стартов зафиксировано у бегунов на 1-2 и 9-10 день реакклиматизации. Постепенно к концу второй недели спортивная работоспособность начинает повышаться и достигает самого высокого уровня к концу третьей и началу четвертой недели реакклиматизации. Полагают, что за этот период завершается формирование адекватных условиям окружающей среды моторно-висцеральных координаций, позволяющих реализовать повышенное функциональное состояние в спортивный результат. Авторы отмечают, что достоверных сведений о снижении спортивных результатов после 15-18 дня реакклиматизации очень мало. Вместе с тем в литературе приводятся противоречивые оценки влияния факторов горной среды на мобилизационные возможности организма спортсменов, как в горных условиях, так и в период реакклиматизации [4, 5].

Цель исследований - изучить процессы вработывания, формирования устойчивого состояния и восстановления кардиореспираторной системы при физических нагрузках в период реакклиматизации после трёхнедельных тренировок в условиях среднегорья.

Материалы и методы

Под наблюдением находились 13 бегунов на средние и длинные дистанции I-II разряда в возрасте 18-20 лет (масса тела 66 ± 1 кг), для которых в начале подготовительного периода годового цикла тренировок был организован трёхнедельный тренировочный сбор в условиях среднегорья (1800 м над уровнем моря). Исследования проводились до подъёма в горы на высоте 800 м и на 19-24-й день реакклиматизации. Процессы вработывания, формирования устойчивого состояния и восстановления изучали при выполнении равномерной физической нагрузки субмаксимальной аэробной мощности ($211 \pm 7,3$ Вт) на велоэргометре «Monark». Физиологические параметры регистрировались в состоянии покоя, непрерывно в течение 20-минутной физической нагрузки и 30 минут восстановления. Частоту сердечных сокращений (ЧСС) подсчитывали по электрокардиограмме. Минутный объём дыхания (МОД) и потребление кислорода определяли по методу Дугласа-Холдена. Темп вработывания функций оценивали по отношению уровней текущего к наибольшему во время нагрузки за вычетом показателей состояния покоя. Темп восстановления функций оценивали по отношению уровня текущего к уровню на последней минуте физической нагрузки за вычетом показателей состояния покоя. Полученные данные обработаны с использованием методов вариационной статистики.

Результаты и их обсуждение

Как показал сравнительный анализ полученных данных, до подъёма в горы наибольший уровень частоты сердечных сокращений при физической нагрузке у обследуемой группы спортсменов соответствовал $172,8 \pm 2,92$ уд/мин, но после тренировок в среднегорье наблюдалась тенденция его понижения (3,9%). Отмечались существенные индивидуальные отличия темпа мобилизации ЧСС на первых секундах физической нагрузки. Так, до подъёма в горы диапазон

индивидуальных колебаний на первых шести секундах работы составил 40,3-63% и на 19-24 день реакклиматизации – 36,7-62,2%. Вместе с тем, у семи спортсменов, темп вработывания которых до подъёма в горы на первых шести секундах физической нагрузки был высокий ($56,6 \pm 1,25\%$), после горных тренировок замедлился (9,8%, $p < 0,01$) (рисунок 1). Тогда как у пяти спортсменов до подъёма в горы темп мобилизации функции на первых шести секундах физической нагрузки был низким ($46,7 \pm 2,04\%$), но после горных тренировок ускорился (5,7%) (рисунок 2).

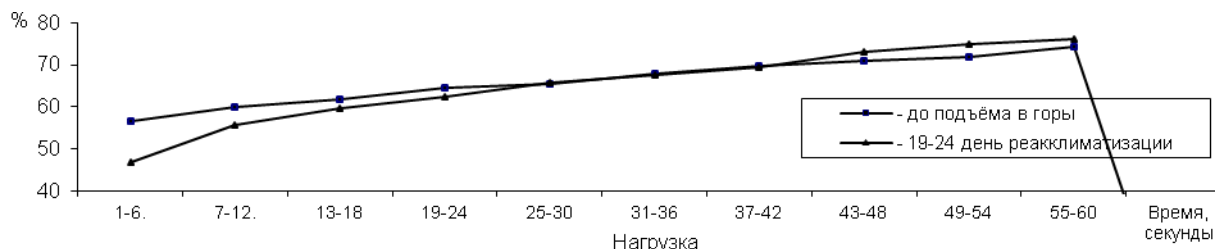


Рисунок 1 - Оценка функциональной мобилизации у спортсменов на основе определения ЧСС в течение первой минуты субмаксимальной физической нагрузки до и после тренировок в условиях среднегорья (n=7)

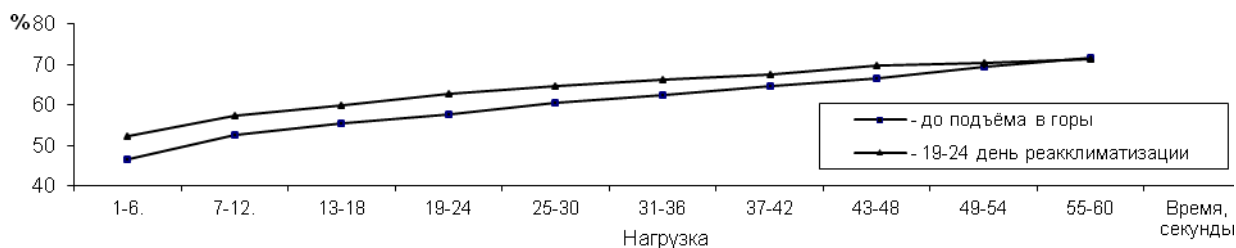


Рисунок 2 - Оценка функциональной мобилизации у спортсменов на основе определения ЧСС в течение первой минуты субмаксимальной физической нагрузки до и после тренировок в условиях среднегорья (n=5)

По результатам оценки скорости функциональной мобилизации на основе определения ЧСС в течение 20 минут физической нагрузки спортсмены разделились на две группы - первая (n=8) и вторая (n=5). На 19-24-й день реакклиматизации у спортсменов первой группы на третьей минуте физической нагрузки вработывание сердечного ритма замедлилось на 4,2%, и в дальнейшем темп мобилизации сердечного ритма также уступал предгорному уровню (рисунок 3). Так, если до подъёма в горы у спортсменов этой группы уровень мобилизации ЧСС достигал $90,4 \pm 1,66\%$ на пятой минуте работы, то на 19-24-й день реакклиматизации только на десятой ($91,2 \pm 2,51\%$). Вместе с тем, до подъёма в горы у трёх спортсменов первой группы пульс повышался до 20-й минуты работы, а у пяти его стабилизация наступала раньше (8-я минуты – один спортсмен, 10-я – один, 15-я – три). На 19-24-й день реакклиматизации только у трёх спортсменов этой группы стабилизация пульса наступила на 15-й минуте работы, а у пяти пульс повышался до 20-й минуты. Во второй группе отмечалось ускорение вработывания ЧСС на третьей (6,5%, $p < 0,05$) и пятой минуте физической нагрузки (5%), а на последующих минутах темп мобилизации сердечного ритма не уступал предгорному уровню (рисунок 4).

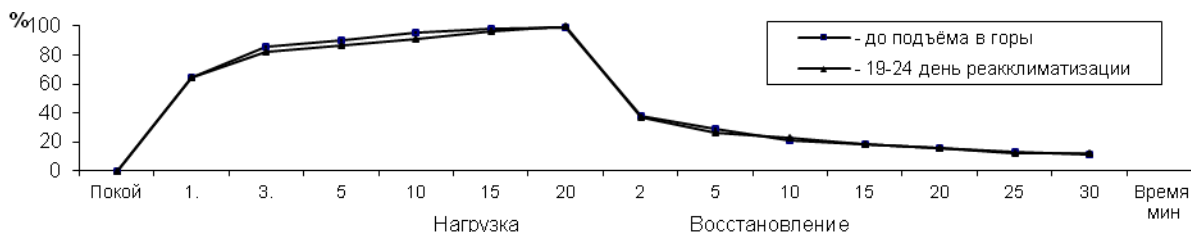


Рисунок 3 - Оценка функциональной мобилизации у спортсменов на основе определения ЧСС при субмаксимальной физической нагрузке до и после тренировок в условиях среднегорья (n=8)

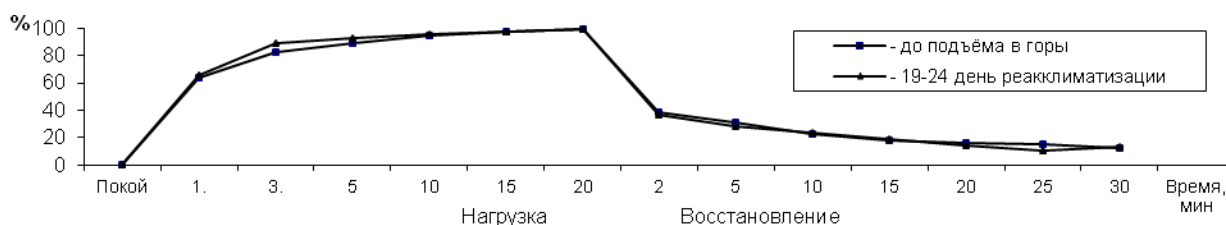


Рисунок 4 - Оценка функциональной мобилизации у спортсменов на основе определения ЧСС при субмаксимальной физической нагрузке до и после тренировок в условиях среднегорья (n=5)

После горных тренировок у девяти спортсменов, пульс которых на 20-й минуте физической нагрузке до и после горных тренировок не отличался ($168,7 \pm 2,87$ и $169,7 \pm 3,74$ уд/мин соответственно), наблюдалось отставание восстановления частоты сердечных сокращений на первой минуте (5,4%, $p < 0,05$) и особенно заметно с 25-30 секунды (8,6%, $p < 0,05$) по 43-48 секунду (9,8%, $p < 0,02$) (рисунок 5). У четырёх спортсменов, пульс которых на 19-24 день реакклиматизации на 20-й минуте физической нагрузки снизился ($181,5 \pm 5,07$ и $173,25 \pm 4,27$ уд/мин соответственно до и после горных тренировок), восстановление на первой минуте после физической нагрузки ускорилось (5,1%) и особенно на 55-60 секундах (11,8%) (рисунок 6). В дальнейшем различия сглаживались. Однако как до подъёма в горы, так и на 19-24-й день реакклиматизации 30 минут отдыха было недостаточно для восстановления сердечного ритма до уровня покоя ($11,9 \pm 1,31$ и $12,6 \pm 1,68\%$ соответственно) (рисунки 3, 4).

До подъёма в горы вентиляция легких в устойчивом режиме функционирования при физической нагрузке соответствовала $114 \pm 5,75$ л, а после тренировок в условиях среднегорья наблюдалось её снижение. Результаты исследований показали существенные индивидуальные отличия функциональной мобилизации внешнего дыхания у спортсменов на первой минуте физической нагрузки, как до подъёма в горы (26,7-54,9%), так и на 19-24 день реакклиматизации (26,2-54,1%). В дальнейшем эти различия сглаживались.

Можно отметить то, что у пяти спортсменов, темп функциональной мобилизации которых на первой минуте физической нагрузки до подъёма в горы был высокий ($49,7 \pm 0,85\%$), после горных тренировок не изменился ($49,8 \pm 1,38\%$). Причём у этих спортсменов в режиме устойчивого функционирования снижение МОД было незначительно (5,5%). У трёх спортсменов на фоне снижения МОД (14%) наблюдалась тенденция снижения вработывания функции на первой минуте физической нагрузки ($43,4 \pm 5,97$ и $35,7 \pm 5,54\%$ соответственно до и после горных тренировок). Вместе с тем, у пяти спортсменов темп мобилизации которых на первой минуте физической нагрузки до подъёма в горы был низким ($35,3 \pm 3,09\%$), после горных тренировок на фоне существенного снижения МОД (21,1%) наблюдалось его ускорение до уровня $59,9 \pm 2\%$ ($p < 0,01$).

В соответствии с динамикой дальнейших изменений скорости мобилизации функции спортсмены были разделены на две группы. В первую группу вошли пять спортсменов и во вторую - восемь. До подъёма в горы спортсмены первой группы быстрее достигали оптимальных для данной работы величин легочной вентиляции ($103,8 \pm 6,9$ л), уровень которой был ниже, чем у спортсменов второй группы ($120,3 \pm 7,75$ л). Так, если спортсмены первой группы на третьей минуте физической нагрузки вышли на уровень вработывания легочной вентиляции $84,5 \pm 3,22\%$, то во второй группе – $69,8 \pm 4,79\%$ (рисунок 7, 8). В первой группе у спортсменов быстрее формировалось устойчивое состояние и на десятой минуте физической нагрузки они вышли на уровень $95,2 \pm 2,24\%$, тогда как спортсмены второй группы только на уровень $83,8 \pm 3,56\%$.

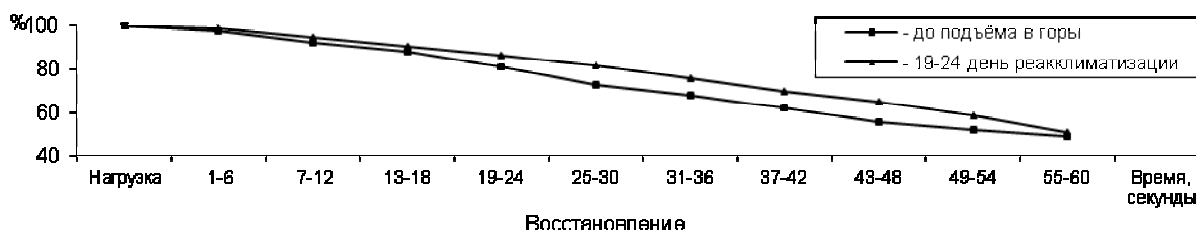


Рисунок 5 - Оценка скорости восстановления у спортсменов на основе определения ЧСС в течение первой минуты после субмаксимальной физической нагрузки до и после тренировок в условиях среднегорья (n=9)

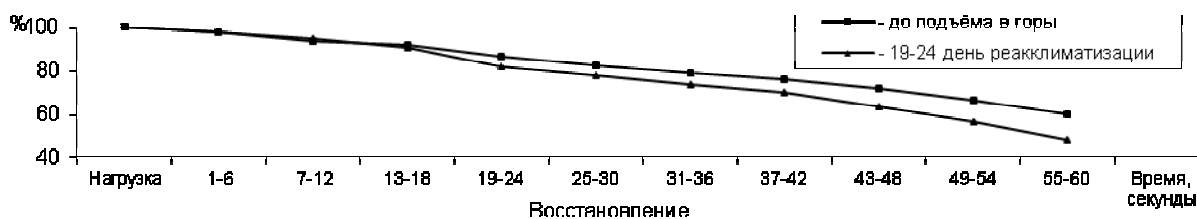


Рисунок 6 - Оценка скорости восстановления у спортсменов на основе определения ЧСС в течение первой минуты после субмаксимальной физической нагрузки до и после тренировок в условиях среднегорья (n=4)

После тренировок в условиях среднегорья у спортсменов первой группы уровень вентиляции легких в устойчивом состоянии при физической нагрузке снизился незначительно ($100,2 \pm 4,7$ л). Вместе с этим снизился темп функциональной мобилизации на третьей и пятой минуте физической нагрузки (5,1 и 11,3% соответственно), снизилась и скорость формирования устойчивого состояния (рисунок 7). Так, если до подъёма в горы на устойчивый режим функционирования раньше 20-й минуты вышли четыре спортсмена этой группы (10-я минута – два спортсмена, 15-я – два), то на 19-24-й день реакклиматизации только два спортсмена (10 и 15 минута).

У спортсменов второй группы на фоне существенной функциональной экономизации (МОД в режиме устойчивого функционирования снизился на 18,4%) наблюдалось ускорение вработывания на третьей (13,7%, $p < 0,05$) и на пятой минуте физической нагрузки (13,5%, $p < 0,05$) (рисунок 8). У спортсменов этой группы ускорилось и формирование устойчивого состояния. Так, если до подъёма в горы на устойчивый режим функционирования раньше 20-й минуты вышли три спортсмена (10 минута – один спортсмен, 15 – два), то на 19-24-й день реакклиматизации – шесть (5 минута – один спортсмен, 10 – четыре и 15 – один).

Результаты исследований выявили одну особенность мобилизации легочной вентиляции, которая заключалась в том, что если на третьей минуте до подъёма в горы уровень темпа вработывания спортсменов ($n=8$) соответствовал ниже 80%, то на 19-24 день реакклиматизации наблюдалось его ускорение (13,6%, $p < 0,01$). Но, если уровень мобилизации МОД у спортсменов на третьей минуте нагрузки до подъёма в горы был выше 80%, то после тренировок в условиях среднегорья темп мобилизации, либо сохранялся на прежнем уровне, либо проявлял тенденцию к снижению.



Рисунок 7 - Оценка функциональной мобилизации у спортсменов на основе определения МОД при субмаксимальной физической нагрузке до и после тренировок в условиях среднегорья (n=5)

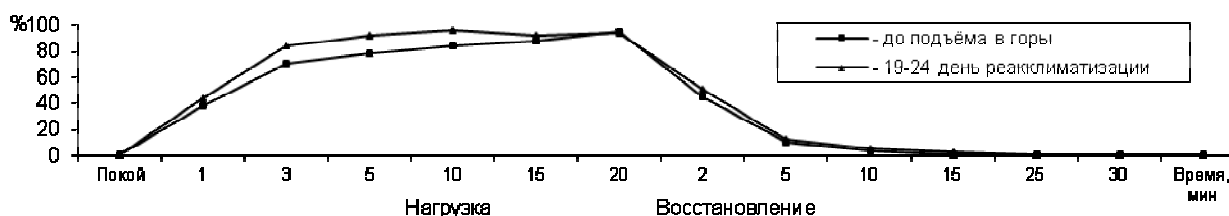


Рисунок 8 - Оценка функциональной мобилизации у спортсменов на основе определения МОД при субмаксимальной физической нагрузке до и после тренировок в условиях среднегорья (n=8)

На 19-24-й день реакклиматизации в течение первых двух минут после физической нагрузки темп восстановления МОД у девяти спортсменов отставал (11,6%, $p < 0,02$). У четырех спортсменов восстановление МОД до подъёма в горы протекало медленнее других, но после тренировок в

среднегорье ускорилось (7,4%, $p < 0,05$). Далее различия сглаживались, и на 25-й минуте функция полностью восстанавливалась (рисунки 7, 8).

Результаты исследований показали, что процесс вработывания характеризовался выраженными индивидуальными отличиями потребления кислорода на первой минуте работы. Так, до подъёма в горы диапазон индивидуальных колебаний составил 41,2-68,8% и на 19-24 день реакклиматизации – 37,4-67,8%. Далее различия между спортсменами сглаживались. На первой минуте физической нагрузки до подъёма в горы у семи спортсменов, темп функциональной мобилизации был высокий ($59,2 \pm 2,81\%$), после горных тренировок наблюдалась тенденция его снижения ($53,3 \pm 3,47\%$). Вместе с тем, у шести спортсменов темп мобилизации на первой минуте физической нагрузки до подъёма в горы был существенно ниже ($47,5 \pm 1,91\%$), после горных тренировок уровень его поднялся до $59,9 \pm 2\%$ ($p < 0,01$).

В соответствии с динамикой дальнейших изменений скорости мобилизации функции спортсмены разделились на две группы - первая ($n=6$) и вторая ($n=7$). До подъёма в горы спортсмены первой группы быстрее достигали оптимальных для данной работы величин потребления кислорода (3026 ± 164 мл), уровень которого был ниже, чем у спортсменов второй группы (3411 ± 164 мл). Так, если спортсмены первой группы на третьей минуте физической нагрузки вышли на уровень потребления кислорода $93,1 \pm 2,13\%$, то во второй группе – $74,9 \pm 3,76\%$ (рисунки 9, 10). В первой группе у спортсменов быстрее формировалось устойчивое состояние и пять из них вышли на устойчивый режим потребления кислорода раньше 20-й минуты (3 минута – один спортсмен, 5 – один, 10 – два, 15 – один). Тогда как у спортсменов второй группы потребление кислорода повышалось до 20-й минуты.

После тренировок в условиях среднегорья в первой группе потребление кислорода при физической нагрузке в устойчивом режиме функционирования снизилось (3,2%). Вместе с тем отмечалась тенденция замедления вработывания на третьей и пятой минуте физической нагрузки (5,8 и 6,3% соответственно) и формирования устойчивого состояния (рисунок 9). Так, если до подъёма в горы спортсмены этой группы вышли на уровень потребления кислорода $93,1 \pm 2,13\%$ на третьей минуте физической нагрузки, то на 19-24 день реакклиматизации только на 15-й ($94 \pm 2,12\%$). На устойчивый режим функционирования раньше 20-й минуты вышли только два спортсмена (10 и 15 минута).

Во второй группе после тренировок в среднегорье на фоне существенной функциональной экономизации, о чём свидетельствует снижение потребления кислорода при физической нагрузке (11,6%), спортсмены быстрее достигали оптимальных для данной работы величин потребления кислорода (рисунок 10). На третьей минуте физической нагрузки темп вработывания ускорился ($10,85\%$, $p < 0,05$). Существенно ускорился и процесс формирования устойчивого состояния. Так, если до подъёма в горы спортсмены вышли на уровень потребления кислорода $86,1 \pm 3,37\%$ на 10-й минуте физической нагрузки, то на 19-24-й день реакклиматизации на третьей ($85,8 \pm 2,33\%$). На устойчивый режим функционирования раньше 20-й минуты вышли пять спортсменов (5 минута – один спортсмен, 10 – два и 15 - два).

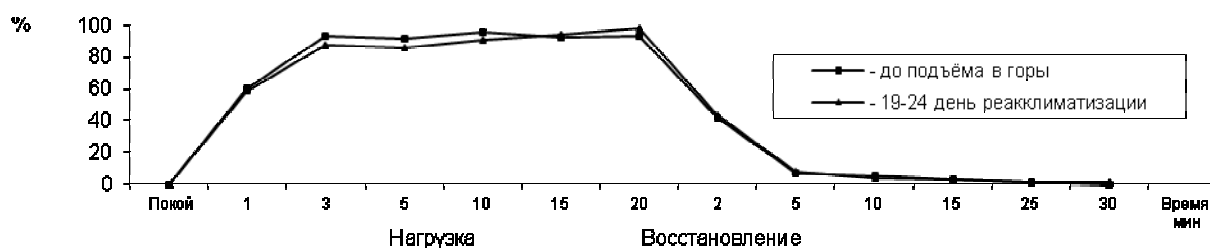


Рисунок 9 - Оценка функциональной мобилизации у спортсменов на основе определения потребления кислорода при субмаксимальной физической нагрузке до и после тренировок в условиях среднегорья ($n=6$)

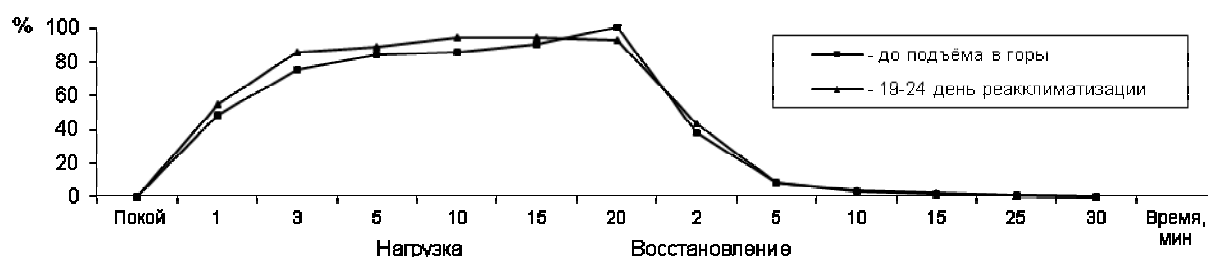


Рисунок 10 - Оценка функциональной мобилизации у спортсменов на основе определения потребления кислорода при субмаксимальной физической нагрузке до и после тренировок в условиях среднегорья (n=7)

После горных тренировок в восстановительный период в динамике потребления кислорода наблюдались различия. В течение первых двух минут у двух спортсменов, восстановление которых до подъема в горы протекало медленнее других (уровень восстановления 48 и 50%), после горных тренировок ускорилось (7,5 и 6,2% соответственно). Скорость восстановления четырех спортсменов не изменилась (до и после горных тренировок $40,6 \pm 1,94$ и $40 \pm 1,85\%$ соответственно). Тогда как у семи спортсменов, восстановление которых до подъема в горы протекало быстрее других ($36,7 \pm 2,19\%$), после горных тренировок наблюдалось его замедление (9,1%, $p < 0,01$). Далее различия сглаживались, и на 25-й минуте функция полностью восстанавливалась (рисунки 9, 10).

Таким образом, процесс вработывания кардиореспираторной системы характеризовался выраженными индивидуальными отличиями во время первой минуты субмаксимальной физической нагрузки. Положительный эффект горных тренировок на 19-24 день реакклиматизации проявился в следующем. Спортсмены, которые обладали до подъема в горы высокой скоростью функциональной мобилизации кардиореспираторной системы, у них на фоне снижения функциональной напряженности (снижение ЧСС, МОД и потребления кислорода) при мышечной работе скорость вработывания и формирования устойчивого состояния не менялась, либо проявляла тенденцию к снижению. Замедление скорости функциональной мобилизации в данном случае рассматривается как закономерная реакция, обусловленная повышением адаптационных возможностей организма. Спортсмены, обладающие до подъема в горы низким уровнем адаптации к физическим нагрузкам субмаксимальной аэробной мощности и низкой скоростью функциональной мобилизации, у них с ростом тренированности на фоне развития функциональной экономизации (существенное снижение ЧСС, МОД и потребления кислорода) отмечалось повышение скорости вработывания и формирования устойчивого состояния. В период реакклиматизации ускорение процессов восстановления наблюдалось только у спортсменов, которые до подъема в горы на первых минутах после субмаксимальной физической нагрузки восстанавливались медленнее других. Тогда как у большей части спортсменов после горных тренировок восстановление функций кардиореспираторной системы в течение первых минут после мышечной работы замедлилось.

В целом, результаты исследований показали, что тренировки в горах оказывают неоднозначное влияние на функциональную мобилизацию у спортсменов при напряженной мышечной работе. Можно полагать, что положительное влияние на процессы функциональной мобилизации спортсменов при напряженной физической нагрузке оказывает не только высотный фактор, но и уровень физической подготовки до подъема на высоту, режим двигательной активности в горной местности, индивидуальные особенности. В связи с этим существует настоятельная необходимость продолжения исследований с целью выявления условий формирования адаптационных механизмов, которые обеспечивают повышение резервных возможностей и физической работоспособности спортсменов. Решение проблемы повышения эффективности горной тренировки имеет существенное практическое значение, поскольку от этого в значительной мере зависят достижения спортсменов высокой квалификации.

Литература

1. Булатова М.М., Платонов В.Н. *Спортсмен в различных климато-географических и погодных условиях*. – Киев: Олимпийская литература, 1996. – 176 с.
2. Сулов Е.Б., Гиппенрейтер Е.Б. *Подготовка спортсменов в горных условиях*. М.: Терра-Спорт, Олимпия Пресс, 2000. – 176 с.
3. Иванов А.С., Закирьянов К.К., Макогонов А.Н. *Оценка эффективности тренировки на разных горных высотах в системе подготовки спортсменов высокой квалификации // Современный*

олимпийский спорт и спорт для всех: Доклады пленарных заседаний XI Международного научного конгресса. – Минск: БГУФК, 2007. – С.80-92.

4. *Спортивная физиология / Под ред. Я.М. Коца. – М.: Физическая культура и спорт, 1986. – 240 с.*

5. *Бреслав И.С., Иванов А.С. Дыхание и работоспособность человека в горных условиях. – Алма-Ата: Гылым, 1990. – 184 с.*

Тұжырым

Реакклиматизация кезеңінде шиеленіскен бұлшықет жүктемесі кезінде спортшылардың қызметтік қозғалмалылығына таудағы жаттықтырулар біркелкі емес әсер етеді.

Summary

Train in mountain is proving repeated influence at functional mobilization of sportsmen on effort freight muscle in period reacclimatization.

УДК 576.3.32:615.014.425

Altayeva A.S, Khanturin M.R

DIFFERENTIAL CYTOTOXIC EFFECTS OF HEAVY METALS ON THE NF- κ B SIGNAL PATHWAY AND EFFECT OF ANTIOXIDANT

(L.N. Gumilyov Eurasian National University)

NF- κ B is a multiprotein complex that is known to activate a great number of genes involved in the early cellular defense reactions of higher organisms and acts as transcription factor. NF- κ B is composed of with one 50-kD (p50) and one 65-kD (p65) polypeptide [1,2,3]. Within nonstimulated cells, NF- κ B resides in the cytoplasm in an inactive complex coupled with the inhibitor protein I κ B. Pathogenic stimuli cause phosphorylation and the release of I κ B. NF- κ B then enters the nucleus, binds to DNA control elements, and induces the synthesis of mRNA. A unique and puzzling feature of NF- κ B is that its activation is triggered by a great variety of agents, including the cytokines interleukin-1 and tumor necrosis factor, viruses, double-stranded RNA, endotoxins, phorbol esters, UV light, and ionizing radiation. Further, genes with the NF- κ B promoter sites encode cytokines, growth factors, cell adhesion molecules, and immuno receptors [3,4].

In view of its broad range of possible stimuli and target genes, it is not surprising that NF- κ B is considered a crucial regulator of the immune system. Evidence also suggests that NF- κ B plays a significant role in oncogenesis [2]. Evidence that H₂O₂ and not other forms of ROS served as messengers for NF- κ B activation also came from genetic experiments. As mentioned earlier, steady-state levels of H₂O₂ and O²⁻ in a cell are determined by the activity of antioxidant enzymes like catalase and Cu/Zn-SOD among others. Specifically, overexpression of the catalase gene will result in decreased intracellular H₂O₂ levels while overexpression of SOD results in increased dismutation of O²⁻ to H₂O₂ [5].

NF- κ B is found in almost all animal cell types and is involved in cellular responses to stimuli such as stress, cytokines, free radicals, ultraviolet irradiation, oxidized LDL [2,5], and bacterial or viral antigens. NF- κ B plays a key role in regulating the immune response to infection. Consistent with this role, incorrect regulation of NF- κ B has been linked to cancer, inflammatory and autoimmune diseases, septic shock, viral infection, and improper immune development [4,6]. Active NF- κ B turns on the expression of genes that keep the cell proliferating and protect the cell from conditions that would otherwise cause it to die via apoptosis. Defects in NF- κ B it's a result in increased susceptibility to apoptosis leading to increased cell death [6]. This is because NF- κ B regulates anti-apoptotic genes especially the TRAF1 and TRAF2 and thereby checks the activities of the caspase family of enzymes which are central to most apoptotic processes [6,7].

Heavy metal ions can be released by corroding metallic implants into the surrounding tissue. When they enter blood vessels some of them are carried by proteins like albumin and can be taken up by endothelial cells lining the vessels [7].

Nickel has been extensively studied with respect of gene induction. Nickel has been found to alter the expression of a surprisingly large number of genes. These include inactivation of senescence genes, inactivation of the antiangiogenic thrombospondin gene by induction of the activating transcription factor [8], silencing of a telomere marker gene, induction of the hypoxia-regulated gene cap 43 and others. Several of these genes are involved in the control of mitogenesis, and these findings provide a hypothesis for the stimulation of cell proliferation in nickel [9].