

ISSN 0490—1177

2

# **ЗДРАВООХРАНЕНИЕ КИРГИЗИИ**

1984

МАРТ—АПРЕЛЬ

ФРУНЗЕ

УДК 612.273.1+612.766.1+616.152.21

## **ИЗМЕНЕНИЕ ФУНКЦИИ КАРДИО-РЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ И РАБОТОСПОСОБНОСТИ В ПРОЦЕССЕ АДАПТАЦИИ К ТРУДУ НА РАЗЛИЧНЫХ ВЫСОТАХ**

Б. Мамбеталиев, О. Т. Касымов

Кафедра общей гигиены Киргосмединститута

На высотах Тянь-Шаня трудится большая армия горнорабочих, выполняя при этом различную по тяжести физическую работу. Данные о влиянии различных высот над уровнем моря и процесса адаптации к физическому труду на кардио-респираторную систему и работоспособность, в условиях высокогорья, до проведенных нами исследований отсутствовали.

Мы провели исследования влияния адаптации к физическому труду различной тяжести на дыхание, кровообращение, кислородные режимы организма и работоспособность лиц, проживающих в условиях низко- и высокогорья Тянь-Шаня.

Обследованы 146 мужчин, проживающих постоянно на высотах низкогорья (860 м над уровнем моря) и высокогорья (2800 м над уровнем моря). Все обследованные работали в горнодобывающей промышленности: 101 человек со стажем более 6—7 лет, адаптированных к труду

В отличие от показателей дыхания частота сердечных сокращений практически была такой же, как и в низкогорье, минутный и ударный объем крови уменьшились, увеличилось среднестатистическое давление. Важно отметить, что достоверно возросла эффективность гемодинамики в отношении снабжения тканей кислородом в высокогорье. Вместо 16 л циркулирующей крови для утилизации 1 л кислорода в высокогорье требовалось только 13,5 л крови.

Скорость максимального потребления кислорода у горцев, занятых промышленным трудом средней тяжести, выше, чем у неадаптированных к труду, но она не выше, чем у жителей равнинных местностей. В условиях высокогорья так же, как и в низкогорье, МПК у неадаптированных к промышленному труду горцев была достоверно ниже ( $2,2 \pm 0,3$  л/мин), чем у адаптированных к нему, особенно адаптированных к труду со значительным физическим напряжением ( $2,5 \pm 0,2$  л/мин).

Проведенные исследования показали, что потребление кислорода во время дозированной нагрузки на велоэргометре (240 кг/мин) на высоте 2800 м над уровнем моря у горцев, неадаптированных к промышленному труду, достоверно выше, чем в низкогорье. Кислородный долг и кислородный запас на работу были также выше, чем в низкогорье, при выполнении такой же мощности работы. Увеличение кислородного запаса на строго дозированную работу и возрастание кислородной стоимости работы объясняется, как показали наши исследования, тем, что значительно возрастают функциональные затраты, в частности внешнего дыхания, на ее выполнение. Так, МОД при выполнении дозированной работы малой тяжести в высокогорье на  $2,4 \pm 0,35$  л/мин был выше, чем в низкогорье, и восстановление его до предработочного уровня происходило позже, чем в низкогорье, вентиляционный эквивалент в высокогорье и механическая стоимость вентиляции были выше, чем в условиях низкогорья.

В высокогорье более высоким во время работы оказывается и минутный объем крови. Он превышает МОК в низкогорье на  $1,8 \pm 0,4$  л/мин. Его увеличение обусловлено возрастанием ударного объема, который в высокогорье на  $13 \pm 5$  мл больше, чем в низкогорье. Частота сердечных сокращений в высокогорье однако не была увеличена. Среднестатистическое давление имело тенденцию к повышению в высокогорье, а периферическое сопротивление — к снижению. Механическая стоимость кровообращения в высокогорье достоверно выше, чем в низкогорье.

МПК у адаптированных к тяжелому труду горцев на высоте 2800 м оказывается достоверно выше, чем у выполняющих труд средней тяжести. У адаптированных к труду средней тяжести потребление кислорода во время дозированной работы малой интенсивности и общий кислородный запас на нее возрастали. Однако эти величины достоверно ниже, чем у неадаптированных к промышленному труду горцев. Кислородный долг после нагрузки малой интенсивности на высоте 2800 м становился ощутимым — он в два раза превышал дефицит кислорода в условиях низкогорья. Рост кислородного долга и кислородного запаса на работу являются причиной значительного увеличения кислородной стоимости работы в высокогорье, которое связано с увеличением механической стоимости вентиляции и кровотока не столько во время работы, сколько во время восстановительного периода.

При выполнении нагрузки малой интенсивности (240 кг/мин) МОД у адаптированных к труду увеличивался не более чем в условиях низкогорья, и дыхание было более экономичным, чем в низкогорье. Частота сердечных сокращений, МОК у адаптированных в высокогорье

были практически такими же, как и в низкогорье. Среднединамическое давление у адаптированных к труду горцев в высокогорье было повышено.

У рабочих, адаптированных к тяжелому труду на высоте 2800 м, МОД при выполнении нагрузки (480 кгм/мин) был на 2,8 л/мин (во время работы) большим, чем в низкогорье, но достоверно меньшим, чем у неадаптированных к труду. Дыхание у адаптированных к труду восстанавливалось быстрее и было более экономичным, чем у неадаптированных. Механическая стоимость вентиляции у адаптированных к тяжелому труду рабочих на высоте 2800 м увеличивалась недостоверно.

Во время тяжелой работы показатели гемодинамики у горцев, адаптированных к тяжелому труду в промышленности, мало отличались от того, что наблюдалось в низкогорье. МОК у адаптированных к тяжелому труду во время указанной нагрузки на высоте 2800 м оказался на 1,245 мл/мин меньше, чем у неадаптированных к труду, эффективность кровотока в отношении снабжения тканей кислородом выше. Большим был кислородный пульс, что связано с достоверно меньшей частотой сердечных сокращений. Механическая стоимость кровотока в связи с указанными отличиями у адаптированных к тяжелому труду горцев на высоте 2800 м была не выше, чем в условиях низкогорья.

Следует все же подчеркнуть, что потребление кислорода во время выполнения производственных операций и кислородный долг после них повышаются, что свидетельствует о больших энерготратах организма рабочих в высокогорье. В условиях высокогорья общая кислородная стоимость выполнения производственных операций и энерготраты на работу возрастают. Общее количество затрачиваемых калорий на выполнение работы в условиях высокогорья при труде средней тяжести возрастает на  $1,3 \pm 0,09$  ккал/мин. Еще более заметно увеличиваются энерготраты на труд значительной тяжести. Разница в общих энерготратах на проведение производственных операций со значительным физическим напряжением (бурение) в условиях высокогорья составляет  $1,35 \pm 0,05$  ккал/мин. Увеличение энерготрат на работу средней и большой тяжести в высокогорье у адаптированных рабочих происходит как за счет некоторого повышения потребления кислорода в покое, связанного с усилением дыхания, так и с большими функциональными затратами во время самой работы.

В связи с отсутствием производственных навыков у неадаптированных к труду горцев расходы энергии на выполнение самой производственной операции увеличиваются в большей степени, чем при выполнении нагрузки аналогичной мощности на велоэргометре.

Таким образом, сравнение показателей функции дыхания, кровообращения, работоспособности и энерготрат на выполнение одинаковых по мощности рабочих операций у горцев, адаптированных и неадаптированных к труду в промышленности на различных высотах в низко- и высокогорье, позволяет сделать три наиболее общих вывода. Высота 860 м и 2800 м над уровнем моря оказывает неодинаковое влияние на функцию систем дыхания, кровообращения, МПК и работоспособность: в низкогорье функциональные сдвиги и работоспособность незначительны: в высокогорье они становятся статистически достоверными, МПК, работоспособность и КПД снижаются, выполнение дозированной физической нагрузки и производственных операций осуществляется при большем напряжении компенсаторных функций. Адаптация к промышленному труду, особенно напряженному, оказывает значительный эффект на системы дыхания и кровообращения, приводит к экономизации функции этих систем.

Влияние высокогорья на кардио-респираторную систему и работоспособность горцев менее выражено у рабочих, адаптированных к труду со значительным физическим напряжением, чем у неадаптированных к труду средней тяжести. Наиболее выражен эффект адаптации к производственному труду в высокогорье на высотах 2500—3000 м над уровнем моря, где функция систем дыхания, кровообращения адаптированных к труду в промышленности, сказывается эффективнее, чем у неадаптированных, работоспособность — более высокой. Это обстоятельство следует учесть при осуществлении медицинского контроля за состоянием здоровья рабочих высокогорных промышленных предприятий.