

В. Г. АМАТУНЯН

ВЛИЯНИЕ ВЫСОКОГОРНОГО КЛИМАТА КУРОРТА ДЖЕРМУК НА ГАЗОВЫЙ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ОБМЕН

Курорт Джермук расположен в высокогорной части Советской Армении в живописном ущелье реки Арпа на высоте 2070 м над уровнем моря. Благодаря своим лечебным минеральным водам, близким по составу к источникам Карловых Вар, и благодаря прекрасному горному климату, Джермук стал одним из популярных курортов Армении и Советского Союза.

Климат курорта характеризуется обилием солнечных дней, отсутствием больших ветров, малым числом дней с туманами и дождями. Сопоставление метеорологических данных станции г. Еревана и Джермука за 5—6 месяцев (май — октябрь) 1953—54 гг., в течение которых мы производили наши исследования, показало, что среднемесячная температура воздуха в Джермуке колеблется от 6,4 до 16,8° и на 7,3—10,5° ниже, чем в Ереване. Относительная влажность воздуха в Джермуке за те же месяцы колеблется от 56 до 72% и на 5—21% выше, чем в Ереване.

Для суждения о влиянии высокогорного климата Джермук на организм человека мы использовали показатели газового и энергетического обмена, как в наиболее общей форме отражающие сдвиги, происходящие в организме и, в то же время, указывающие на конкретные пути реагирования функций внешнего и внутреннего дыхания в связи с пребыванием человека в условиях пониженного атмосферного давления. Кроме того, мы производили определение процентного содержания и давления газов альвеолярного воздуха и для характеристики функции дыхания в целом применили нагрузочные пробы (время задержки дыхания, скорость ликвидации кислородного долга).

Исследования производились на лицах, постоянно живущих на малых высотах. Все испытуемые были практически здоровыми людьми, причем их тщательное клинико-лабораторное исследование, произведенное до выезда на курорт, позволило исключить все случаи с заболеваниями сердечно-сосудистой системы и легких.

Альвеолярный воздух. Процентное содержание и парциальное давление газов в альвеолярном воздухе определялись у 69 человек по методу Холдэна. Из них 42 человека — постоянные жители г. Еревана, 6 человек приехало из различных мест, расположенных на уровне моря, кроме того была исследована группа людей в 21 человек — постоянных жителей района расположения курорта Джермук (2000—2100 м). У 12 человек из 42-х, исследование альвеолярного воздуха было произведено в г. Ереване перед поездкой на курорт и в Джермуке: в первые 2—3 дня пре-

бывания и на 24—26 день акклиматизации; у 15-ти определение производилось дважды на курорте; у остальных 26-ти человек один раз в Ереване или в первые 2—3 дня по приезде на курорт. Содержание CO_2 в альвеолярном воздухе в Ереване колеблется от 4,9 до 6%, средняя величина его у 19 человек равна 5,45%. Парциальное давление CO_2 ($p\text{CO}_2$) в Ереване оказалось пониженным до 33,6 мм Hg, с колебаниями от 30,3 до 37,2 мм Hg, что ниже среднего давления CO_2 на уровне моря (39—40 мм) на 6 мм Hg.

Содержание O_2 в альвеолярном воздухе в Ереване составляет в среднем 14,2% и колеблется от 13,2 до 15,65%. Парциальное давление O_2 ($p\text{O}_2$)—88,2 мм Hg (от 81,8 до 97,3 мм Hg), что означает снижение его уровня по сравнению с низменной местностью (100 мм Hg) на 12 мм Hg.

В Джермуке на 2—3 день по приезде, содержание CO_2 в альвеолах заметно увеличивается до 6,15%. Что касается $p\text{CO}_2$ в альвеолах, то оно не претерпевает никаких изменений по сравнению с цифрами в г. Ереване (33,1 мм Hg). Эта четкая закономерность вытекает не только из средних данных, но и из сравнения цифр $p\text{CO}_2$ у отдельных лиц. В отличие от углекислого газа, $p\text{O}_2$ в альвеолярном воздухе в Джермуке снижается на 14,1 мм Hg (74 мм Hg с колебаниями от 67,5 до 84,5 мм Hg). При этом процент O_2 в альвеолах не только не повышается, но скорее снижается.

В результате 26-дневной акклиматизации происходит небольшое снижение $p\text{CO}_2$ и повышение $p\text{O}_2$ в альвеолярном воздухе.

У лиц, постоянно живущих на высоте Джермука $p\text{O}_2$ и $p\text{CO}_2$ мало отличаются от цифр, полученных у приехавших на курорт: давление CO_2 в среднем составляет 32,9 мм Hg, давление O_2 —76,9 мм Hg (несколько больше, чем у приезжих). У небольшой группы людей, приехавших на курорт с уровня моря (6 человек) были получены примерно те же цифры давления CO_2 (32,4 мм Hg) и O_2 (75,8 мм Hg). Следовательно, у указанных лиц происходит не только более резкое снижение давления O_2 в альвеолах (на 24 мм Hg), но и заметное падение давления CO_2 на 7,5 мм Hg, что несомненно создает особые условия для протекания акклиматизационного процесса у них.

Согласно литературным данным с падением атмосферного давления в горах и барокамере происходит снижение $p\text{CO}_2$ и $p\text{O}_2$ в альвеолярном воздухе (Фиц Джеральд, Дж. С. Холдэн, [12], И. М. Дедюлин [7], Г. Е. Владимиров и сотр. [6] и др.). Однако, как оказалось, снижение $p\text{CO}_2$ с подъемом в горы происходит не всегда и не в одинаковой степени у различных лиц, поскольку сдвиги в $p\text{CO}_2$ обусловлены, помимо снижения атмосферного давления, также изменениями величины эффективной легочной вентиляции и образования в организме в единицу времени CO_2 . А. Д. Слоим с сотрудниками [10] в горах Киргизии установили, что сниженный на высоте 780 м уровень давления CO_2 в альвеолах с подъемом до высоты 2.235 м не меняется. Поэтому, отсутствие изменений $p\text{CO}_2$ в Джермуке также, по-видимому, связано, главным образом, с тем обстоятельством, что исходное определение газов альвеолярного воздуха мы производили на высоте 950 м у жителей г. Еревана. При этом не исклю-

чено значение и других условий, имеющих отношение к характеру вентиляционных и обменных сдвигов в горах, и в первую очередь особенностей климатической среды Еревана и Джермука.

Вентиляция легких. Вентиляция легких, а также газовый и энергетический обмен в покое изучались нами на 37 здоровых людях и санаторных больных, не принимавших бальнеолечение методом Дугласа — Холдэна. Исходный уровень основного обмена в Ереване был определен у 31 человека. В Джермуке у 26 человек определения проводились динамически от 2 до 5 раз в течение месяца, у некоторых исследования были продолжены до 2 месяцев. Всего произведено 134 определения основного обмена. Все лица, бывшие под нашим наблюдением, — постоянные жители малых высот, преобладающее большинство их из города Еревана. Первоначальное разделение исследованных на группу здоровых (24 человека) и группу санаторных больных с нетяжелыми заболеваниями желудочно-кишечного тракта, печени и желчных путей (13 человек), не оправдало себя, поскольку полученные результаты в обеих группах оказались однотипными.

В качестве непосредственных показателей вентиляции легких мы определяли частоту дыхания, минутный объем дыхания в литрах, редуцированный минутный объем дыхания и средний дыхательный объем (глубину выдоха) в мл (табл. 1). Как оказалось, в течение первой недели пребыва-

Таблица 1

Время пребывания в Джермуке	Общее число людей	Частота дыхания в 1 мин.			Минутный объем ды- хания в л			Редуцир. мин. объем дыхания в л			Глубина выдоха в мл		
		увел.	без изм.	уменьш.	увел.	без изм.	уменьш.	увел.	без изм.	уменьш.	увел.	без изм.	уменьш.
1-я неделя	30	9	21	0	16	3	11	7	2	21	4	2	24
С 8 по 20 день	15	8	6	1	22	0	3	5	4	6	1	1	13
С 21 по 30 день	21	8	11	2	10	1	10	1	5	15	3	0	18

ния в Джермуке отмечается тенденция к некоторому учащению дыхания, минутный объем дыхания при этом закономерных изменений не обнаруживает, хотя увеличение его встречается несколько чаще, чем снижение. В середине месячного срока акклиматизации отмечается несколько более отчетливое учащение дыхания и заметное повышение минутного объема дыхания, тогда как к 20—30 дню повышение и понижение легочной вентиляции встречается у равного числа людей.

Редуцированный минутный объем дыхания уже в начале акклиматизационного процесса заметно снижается. К 8—20 дню отмечается волна повышения редуцированной вентиляции, а к 20—30 дню она обнаруживает новое, еще более отчетливое снижение. Глубина выдоха, рассчитанная по

редуцированной вентиляции легких, в Джермуке также отчетливо снижается и остается на этом уровне вплоть до последнего определения. В связи с этим, отмеченное выше поразительное постоянство $p\text{CO}_2$ в альвеолярном воздухе в условиях пониженного атмосферного давления может быть объяснено снижением эффективной альвеолярной вентиляции, ограничивающей выделение из организма углекислоты. С другой стороны, снижение вентиляции альвеол привело к некоторому уменьшению содержания O_2 в альвеолах и, следовательно, более заметному падению давления O_2 в них.

Подобные же изменения вентиляции были получены А. Д. Слюнимом и сотрудниками в горах Тянь-Шаня на высоте около 2.000 м и рядом других авторов (Жакс, Шнейдер, Г. Н. Аронова [2]). Противоположный характер сдвигов наблюдали целый ряд отечественных и зарубежных исследователей в Альпах, на Северном Кавказе, горах Сев. Америки (А. Леви, Цунц, Моссо, Холден [12], Г. Е. Владимиров [6], К. М. Быков и Э. Э. Мартинсон [5]), установивших значительную гипервентиляцию, создающую высокое $p\text{O}_2$ в альвеолах, но приводящую к гипоксии, сдвигу кислотно-щелочного равновесия в сторону газового алкалоза, затруднению отдачи кровью кислорода тканям (сдвиг кривой диссоциации оксигемоглобина влево).

Со времен исследований итальянского физиолога А. Моссо, установившего огромное значение гипоксии в возникновении горной болезни, накоплен большой материал о вредном влиянии пониженного $p\text{CO}_2$ в крови на организм, находящийся в состоянии гипоксемии. С ликвидацией гипоксии в эксперименте было установлено улучшение транспорта O_2 в смысле как лучшей артериализации крови, так и лучшей отдачи O_2 тканям, перераспределение крови в организме в сторону лучшего снабжения кровью мозга и мышцы сердца (А. М. Блинова [4], Л. И. Ардашникова [1], Г. Н. Аронова [2] и др.). В опытах на белых мышах и человеке было получено повышение устойчивости к гипоксии при прибавлении к вдыхаемому воздуху небольших количеств CO_2 (Ф. Холл [13], И. Р. Петров [9]). Сейчас уже всеми признано, что смесь O_2 с CO_2 на высотах оказывает значительно лучшее действие, чем один кислород, а в ряде случаев при развитии горной болезни облегчение дает только CO_2 . Углекислота участвует в регуляции окислительных процессов (П. М. Альбицкий, А. В. Фомичев [11] и др.), поддерживает тонус бульбарных центров и клеток коры больших полушарий головного мозга (М. В. Сергиевский).

Из сказанного следует, что на средней высоте в условиях курорта Джермук у жителей малых высот акклиматизационный процесс протекает при неизменном уровне парциального давления CO_2 в альвеолярном воздухе. Небольшое понижение давления CO_2 при определении его на 20—30 день говорит о приспособлении дыхательного центра и всего организма в целом к снижению давления CO_2 и возникновению относительной гипервентиляции, приводящей к небольшому повышению давления O_2 в альвеолах.

Тканевой газообмен. Потребление O_2 организмом в первые дни пре-

бывания в Джермуке не претерпевает закономерных изменений (табл. 2 и 3), к 20—30 же дню отмечается несомненное ограничение потребления O_2 в среднем на 11,3% в сравнении с уровнем его в Ереване и на 8,6% по сравнению с первым определением в Джермуке.

Таблица 2

Время пребывания в Джермуке	Общее число людей	Потреб. O_2 в мл в 1 мин.			Выдел. CO_2 в мл в 1 мин.			Дыхательный коэффициент		
		увел.	без изм.	уменьш.	увел.	без изм.	уменьш.	увел.	без изм.	уменьш.
1 неделя	30	9	12	9	13	11	6	17	8	5
С 8 по 20 день	15	6	3	6	10	3	2	12	3	0
С 21 по 30 день .	21	2	4	15	7	7	7	18	1	2

Таблица 3

	Ереван	Д ж е р м у к	
		1 неделя	21—30 день
1. Минутный объем дыхания (редуцир.)	3,59	3,20	3,20
2. Потреб. O_2 в мл в 1 мин.	181,6	177,0	161,1
3. Потреб. $O_2 \pm \%$ от исходного		-2,5%	-11,3%
4. Выдел. CO_2 в мл в 1 мин.	140	143,5	139,5
5. Выдел. $CO_2 \pm \%$ от исходного		+2,4%	-0,3%
6. Дыхательный коэффициент	0,771	0,810	0,863
7. Процент поглощения O_2	5,06	5,53	0,01
8. Процент выделения CO_2	3,90	4,48	4,36

Выделение CO_2 из организма увеличивается в первые дни пребывания на курорте и еще больше возрастает к 8—20 дню, к концу же месячной акклиматизации выделение CO_2 приходит к своему исходному уровню. В связи с описанными сдвигами в газообмене, Д. К. в Джермуке закономерно увеличивается с 0,771 до 0,810—0,863, вначале, главным образом, благодаря увеличению образования в организме CO_2 , а затем в связи с более резким непараллельным снижением потребления O_2 в сравнении с выделением CO_2 . Очевидно, поэтому, что в Джермуке, помимо количественных изменений в уровне окислительных процессов, имеют место также качественные сдвиги в обмене, выражающиеся в увеличении доли углеводов в суточном теплопроизводстве организма за счет жиров. Не исключена при этом также возможность перехода углеводов в жиры и связанного с этим ограничения поглощения O_2 из атмосферного воздуха при том же образовании в организме CO_2 . Таким образом, благодаря количественному и качественному сдвигу в тканевом обмене в Джер-

муке наступает абсолютное и относительное увеличение выделения из организма CO_2 .

Абсолютное увеличение выделения CO_2 при ограничении альвеолярной вентиляции мы рассматриваем, как сдвиг, направленный на поддержание необходимого для организма давления CO_2 в альвеолярном воздухе и крови. С другой стороны, повышенное, в сравнении с поглощением O_2 образование в организме CO_2 способствует не столь резкому регуляторному падению вентиляции легких и, следовательно, $p\text{O}_2$ в альвеолярном воздухе, что должно способствовать улучшению условий диффузии O_2 в легких. В процессе акклиматизации и приспособления организма к понижающемуся $p\text{CO}_2$ образование CO_2 в организме снижается при той же или относительно меньше снижающейся вентиляции легких. В то же время, ввиду значительно более заметного падения поглощения O_2 и дальнейшего повышения Д. К., происходящего на фоне приспособления дыхательного центра к сниженному давлению CO_2 , $p\text{O}_2$ в альвеолярном воздухе возрастает, о чем уже говорилось выше.

Качественным отличием описанного механизма от многочисленных известных в литературе форм высотной адаптации является его направленность, главным образом, на поддержание необходимого для жизнедеятельности организма давления CO_2 , имеющего громадное биологическое и регуляторное значение.

Из сказанного вытекает ряд практических выводов. Первый из них касается вопроса установления наиболее выгодного для нормального протекания процессов высотной акклиматизации состава пищи, в особенности в отношении лиц, у которых в Джермуке появляются в той или иной степени выраженные высотные симптомы. По нашему мнению есть основание увеличить в Джермуке количество углеводов в пищевом рационе при сохранении всех прочих ингредиентов полноценной здоровой пищи, исходя из того, что углеводы для полного окисления требуют на 7% O_2 меньше, а главное выделяют на 32% CO_2 больше, чем каллорически эквивалентное количество жира. Другой вопрос касается дальнейших путей изучения углеводного обмена в Джермуке у здоровых и, особенно, лиц больных сахарным диабетом. Очевидно, что изменения в углеводном и жировом обменах на курорте обусловлены не только лечением минеральной водой (Т. С. Мнацаканов, С. А. Мирзоян, А. Б. Вартанян), но и влиянием высокогорного климата.

Процент поглощения O_2 в Ереване у больных составляет в среднем 5,06%, по приезде в Джермук он заметно возрастает до 5,53%, компенсируя необходимое поглощение организмом O_2 при снижении легочной вентиляции. К концу месячной акклиматизации, в связи с уменьшением потребления O_2 при мало изменяющейся вентиляции легких, процент поглощения O_2 возвращается к исходному в Ереване уровню (5,05%). Складывается, таким образом, представление о том, что на высоте 950 м (г. Ереван) приспособление к жизни в условиях сравнительно небольшого разрежения воздуха идет по пути главным образом снижения $p\text{CO}_2$ в крови и приспособления тканевых функций к нему без значительных сдви-

гов со стороны внешнего дыхания. На средней же высоте Джермука процесс акклиматизации проходит под знаком сохранения сниженного до того уровня $p\text{CO}_2$. Достаточное поглощение O_2 при этом происходит обычно, судя по самочувствию исследованных, без большого труда. Влияние пониженного давления O_2 выявлялось только в условиях нагрузочных проб и лишь у очень немногих в Джермуке появлялись признаки гипоксии: легко возникающая одышка и сердцебиение, резко выраженный цианоз губ и ногтей пальцев рук, ощущение нехватки воздуха, тупые и колющие боли в области сердца, обострение болезни Рейно (побледнение и онемение пальцев рук), общее возбуждение, беспокойный сон, чувство страха, эмотивность, сонливость.

В качестве нагрузочных проб были применены определения времени задержки дыхания на высоте вдоха и скорости ликвидации кислородного долга после дозированной физической нагрузки (25 восхождений в 1 мин в течение 3 минут на ступеньку высотой в 14 см). Газообмен исследовался нами по видоизмененному методу Лунгца-Гепперта с забором проб выдыхаемого воздуха непосредственно из газовых часов до работы, ежеминутно во время работы и 5 минут в восстановительном периоде. Исходное положение исследуемого — сидячее.

По приезде в Джермук (на 2—3 день) отмечается замедление ликвидации кислородного долга у 4 человек из 8-ми, на 25—30 же день пребывания замедление наступило у всех исследованных, принимавших (7 чел.) и не принимавших (5 чел.) бальнеолечение. Потребление O_2 в 1 мин приходило в дорабочее состояние на 5 минуте и позже вместо 3—4 минуты в Ереване или при первом определении в Джермуке. Замедление ликвидации кислородного долга, по-видимому, не связано с увеличением кислородного долга к концу работы, поскольку последний в большинстве случаев не изменялся.

Время задержки определялось у 20 человек. Уже в первый и второй день пребывания в Джермуке время задержки дыхания уменьшается по сравнению с цифрами в Ереване. Последующие определения показали дальнейшее укорочение времени задержки дыхания и тенденцию к восстановлению его после 2 недели пребывания или позже. Очевидно, что уменьшение времени задержки дыхания, как и замедление ликвидации кислородного долга, в начале акклиматизационного процесса обусловлены падением $p\text{O}_2$ в атмосферном воздухе и легких. Дальнейшее же снижение времени задержки дыхания надо объяснить изменениями в возбудимости дыхательного центра, о чем говорит также небольшое снижение $p\text{CO}_2$ в альвеолярном воздухе.

Основной обмен. Основной обмен в течение 1 недели пребывания в Джермуке имеет явную тенденцию к сохранению уровня, установившегося в процессе длительной акклиматизации в условиях г. Еревана (табл. 4). Сказанное в еще более яркой форме выявляется в первые 2—3 дня, когда из числа 25 исследованных у 15 (в 2/3 случаев) основной обмен совершенно не изменился, у 3 незначительно понизился на 7,2—7,5% и лишь у 7 человек наступило более заметное понижение или

повышение его. К 8—20 и 21—30 дню тенденция к сохранению исходного уровня обмена резко ослабевает. По-видимому, в этом случае мы имеем дело с условнорефлекторным закреплением основного обмена в Ереване на уровне, соответствующем данным, из года в год повторяющимся, условиям внешней среды соответственно определенному времени года.

Повышение основного обмена в течение первой недели жизни в Джермуке наблюдалось у 7 человек. Анализ материала, однако, показал, что резкое повышение основного обмена на 22—46—50 и 54,5% наступило в тех случаях, когда исходный уровень обмена в Ереване оказывался значительно пониженным в сравнении с нормой Гарриса и Бенедикта (Г. и Б.) соответственно на 21—36,2—25,8—41,1%. У одного из них повышение обмена на 50% сопровождалось довольно резкими высотными явлениями, о которых говорилось выше. Аналогичные высотные симптомы были установлены еще у одного человека, бывшего под нашим наблюдением. Начальное повышение обмена у него состави-

Таблица 4

Время пребывания в Джермуке	Общее число людей	Основной обмен (сравнение с исходным в Ереване)			Основной обмен в проц. к норме Гарриса и Бенедикта				
		увел.	без изм.	уменьш.	место и время исследования	общее число людей	выше +10%	+10%	ниже -10%
1 неделя . . .	30	7	15	8	Ереван	30	0	17	13
С 8 по 20 день	15	9	2	4	Джермук 2—7 день	30	2	17	11
С 21 по 30 день	21	1	8	12	Ереван	21	0	14	7
С 31 по 50 день	7	0	1	6	Джермук 21—30 день	21	0	7	14

ло 13,5%, но в дальнейшем основной обмен повысился на 34,7%. Важно отметить, что основной обмен в связи с его повышением у указанных двух лиц (и только у них) превысил должную величину Г. и Б. более, чем на 10% с той лишь разницей, что у одной оно наступило на 2-ой день, а у другой только на 20 день. У двух лиц в первую неделю жизни в Джермуке основной обмен повысился с — 2,7 до + 5% и с — 10,8 до + 6%.

Таким образом, повышение основного обмена в первые 7 дней пребывания на курорте наблюдалось у лиц с исходным низким обменом и, у плохо переносивших высоту Джермука, у остальных повышение основного обмена было незначительным. Понижение основного обмена в течение первой недели отмечено у 8 человек из 30. У 4 из них понижение было весьма незначительным на 7—7,5%, у остальных на 12—27%, причем снижение основного обмена наблюдалось также у лиц с исходным несколько сниженным обменом (—12,5—13,7%).

К 8—20 дню чаще наблюдается повышение основного обмена. Волна повышения уровня обмена в середине месячной акклиматизации видна также при сравнении данных, относящихся к 8—20 дню, с цифрами первого определения в Джермуке: из числа 22 человек повышение было установлено у 10, т. е. в половине всех случаев.

К 21—30 дню понижение основного обмена наблюдалось у 12 человек из 21, а повышение лишь у одного. Согласно средним цифрам к концу месяца акклиматизации основной обмен понижается на 9,1% и становится ниже должной величины на 16,6% (табл. 5).

Таблица 5

Основной обмен	Число людей	Ереван	Джермук	
			2—4 день	21—30 день
Энергетические траты в сутки в б. кал.	20	1235	1226	1123
Изменение основного обмена в процентах	20		-0,7%	-9,1%
Основной обмен \pm % от должного по Гаррису и Бенедикту	20	-6,4%	-7,6%	-16,6%

В наибольшей степени (на 10—30,3%) снижение было выражено в тех случаях, когда исходный уровень его находился в пределах $\pm 10\%$ от должной величины, тогда как у лиц с исходным обменом ниже должного на 11—17,5% понижение произошло только на 4,5—8,5% и лишь в одном случае на 20,4%. В тех случаях, когда исходный основной обмен был низким (от -21 до -26%), снижение его уровня на 21—30 день не было установлено ни у одного.

Для более ясного представления о характере изменений о. о. в Джермуке рассмотрим отдельные кривые его. В общей форме они могут быть представлены в 3-х основных видах:

1. Повышение основного обмена в начале или середине месячной акклиматизации с понижением его к концу до исходного уровня или ниже его (10 чел.).

2. Понижение основного обмена в начале или середине месяца акклиматизации с последующим снижением его или небольшим обратным повышением, не доходящим однако до исходного уровня (8 чел.).

3. Основной обмен остается, примерно, на одном уровне в течение всего времени пребывания на курорте. Иногда при последнем определении в конце месяца или на 40 день и в этой группе людей намечается понижение основного обмена (7 чел.). Больших и частых колебаний основного обмена мы не наблюдали, обычно он меняется довольно ровно, соответственно характеру кривой. Исключения составляют 2 случая с колебаниями обмена на 26—28%, когда исходный уровень его был понижен.

Различия между отдельными формами кривых заключаются в степени понижения основного обмена (когда оно имелось), что в значительной степени определяется исходным его уровнем в Ереване, а так-

же во времени снижения (у одних оно наступает раньше, у других позже) и последовательности изменений его, причем у одних обнаруживается ясно выраженная волна увеличения энергетических трат, у других (реже) она отсутствует.

Из нашего материала мы выделили группу лиц из 8 человек, много раз бывавших в Джермуке, или долгое время проживавших на высотах 1600—2000 м. В указанной группе исследованных было отмечено раннее снижение основного обмена, начиная с 1-ой недели пребывания на курорте и дальнейшее снижение его, максимум на 26—30,3% (второй вид кривой основного обмена). Если считать, что снижение обмена есть тканевая фаза компенсаторных изменений в процессе высотной акклиматизации, то в группе лиц более приспособленных к жизни в условиях разреженной атмосферы, соответствующей 2000 м над уровнем моря, эта фаза наступает раньше.

У 5 человек в Джермуке наблюдались в различной степени выраженные высотные нарушения. У двух из них наблюдалось значительное ухудшение самочувствия по типу горной болезни и параллельное резкое повышение легочной вентиляции и основного обмена до +11—+22%, при снижении процента поглощения O_2 . У 3 человек сдвиги носили характер нервно-психических и вегетативных нарушений: нервное возбуждение, беспокойный сон, головные боли, боли в сердце, обострение болезни Рейно, нарушение сердечного ритма (экстрасистолия), некоторое ощущение нехватки воздуха. У одного из 3-х также было отмечено резкое повышение основного обмена до +36% и постепенное снижение его до нормальных цифр, вместе с улучшением самочувствия.

У всех указанных 5 человек до поездки в Джермук определялись при специальном исследовании (клиническом, вегетативной нервной системы и высшей нервной деятельности) те или иные нарушения в системе нервно-эндокринной регуляции характера неврастения, дисфункции вегетативной нервной системы и эндокринной системы. У 3 человек, помимо этого, имелись слабо выраженные изменения со стороны сердца, встречавшиеся и у других исследованных, типа миокардиодистрофии, но без каких-либо признаков недостаточности функции кровообращения. Несмотря на ограниченность примеров отрицательных сдвигов в Джермуке, о них все же следует помнить при направлении больных на курорт, а также при назначении лечения.

Снижение основного обмена в горах в процессе акклиматизации наблюдали также Леви, Г. Н. Аронова [2], А. Д. Астафьев [3], А. Д. Слоим и сотрудники [10], Р. П. Ольбянская и Е. М. Соболев [8]. Однако целый ряд авторов (Цунц, Леви, К. М. Быков и Э. Э. Мартинсон [5], Г. Е. Владимиров и др. [6]) находили в горах повышение основного обмена вместе с усилением вентиляции и циркуляции крови, снижением pCO_2 в альвеолах, гипокапнией и газовым алкалозом. Этот путь акклиматизации свойственен лицам, непривычным к жизни в горах и наблюдается в горных системах с более суровым климатом (Альпы, Сев. Кавказ, Скалистые горы). Описанный же нами характер адаптации наблюдали

у людей и животных, привычных к жизни в горах и в более теплом климате (Тянь-Шань). Благоприятный характер сдвигов у наших больных мы поэтому связываем, главным образом, с тем, что исследования производились на лицах, постоянно живущих на малой высоте (950 м) и привычных к подъемам в горы до 2000 м (8 чел.), а также сравнительно мягким климатом курорта Джермук.

Резюмируя все сказанное, можно сделать вывод, что на средней высоте Джермука процесс акклиматизации направлен в первую очередь на сохранение необходимого уровня pCO_2 в организме. Осуществляется это постоянство благодаря ограничению альвеолярной вентиляции и сдвигу тканевого обмена в сторону большего образования в организме CO_2 . Вслед за первой реакцией следуют более глубокие изменения в функции дыхания — приспособление дыхательного центра и всего организма к несколько сниженному pCO_2 . Другой путь высотной адаптации сводится к достаточному снабжению кислородом организма путем использования ряда резервных возможностей. Напряженность процессов дыхания при этом определяется падением атмосферного давления, а также снижением альвеолярной вентиляции в связи с регулирующей pCO_2 . В процессе высотной адаптации смягчение напряженности процессов дыхания идет, по нашим данным, соответственно в двух направлениях:

1. Приспособление дыхательного центра к некоторому снижению pCO_2 и повышение в сравнении с потреблением O_2 выделения CO_2 , обеспечивающие относительно более высокий уровень вентиляции.

2. Ограничение кислородного запроса и энергетических трат организма.

Факультетская терапевтическая
клиника
г. Ереван

Поступило 29 I 1957

Վ. Գ. ԱՄԱՏՈՒՆՅԱՆ

ՋԵՐՄՈՒԿ ԿՈՒՐՈՐՏԻ ԲԱՐՉՐԱԼՆՈՒՆԱՅԻՆ ԿԼԻՄԱՅԻ ԱԶԴԵՅՈՒԹՅՈՒՆԸ
ՓԱՋԱՅԻՆ ԵՎ ԷՆԵՐԳԵՏԻԿ ՓՈՆԱՆԱԿՈՒԹՅԱՆ ՎՐԱ

Ա մ փ ո փ ու մ

Փազափոխանակության ուսումնասիրությունները կատարվել են Երևանում (950 մ.) և Ջերմուկում (2070 մ.) ակլիմատիզացիայի մեկ ամսվա ընթացքում, փոքր բարձրություններում մշտապես ընտելվող մարզկանց մոտ Կուրորտ գալուց հետո արվեստյար օդում pO_2 -ը իջնում է 14,1 մմ. Hg, մինչդեռ pCO_2 -ը մնում է նախկին մակարդակի վրա (33,1 մմ. Hg); pCO_2 -ի այս կայունությունը պայմանավորված է Ջերմուկում արվեստյար օդափոխության իջեցումով, ինչպես և օրգանիզմում CO_2 -ի արտադրման ավելացումով:

Ելնելով դրանից, հյուսվածքային փոխանակության փոփոխությունները, որոնց հետևանքով օրգանիզմում ավելանում է CO_2 -ի գոյացումը և մեծանում է շնչական գործակիցը (ածխաջրատների այրման ուժեղացումը և նրանց փոխարկումը ճարպերի), կարելի է գիտել որպես մեկը

այն բազմաթիվ կոմպենսատոր մեխանիզմներից, որոնք ուղղված են անհրաժեշտ $p\text{CO}_2$ -ի կարգավորմանը:

Ակլիմատաիզացիոն պրոցեսում արվեստներում նկատվում է $p\text{CO}_2$ -ի որոշ իջեցում և $p\text{O}_2$ -ի բարձրացում: Օրգանիզմի կողմից O_2 -ի կլանումն ու հիմնական փոխանակութունը սկզբում չեն փոխվում, 20—30-րդ օրը, ժամանակավոր բարձրացումից հետո, նկատվում է նրանց որոշակի իջեցում:

Ամենամեծ իջեցումը նկատվել է այն դեպքերում, երբ ելակետային փոխանակութունը, ըստ Գասսիսի և Բենեդիկտի, եղել է նորմալի մոտ և այն մարդկանց մոտ, որոնք սովոր են ապրելու միջին բարձրությունների վայրերում: Յաճախ փոխանակութունն ունեցող մարդկանց մոտ հիմնական փոխանակութունն իջեցում չի նկատվել կամ այն եղել է փոքր: Արվեստյար օդում $p\text{O}_2$ -ի իջեցումը սովորաբար ի հայտ է գալիս միայն ծանրաբեռնվածության փորձերում՝ շնչառութունը պահելու ժամանակի կարճացում և թթվածնի պարտքի վերացման արագության անկում չափավորված ծանրաբեռնվածութունից հետո:

Մի քանի մարդկանց մոտ, որոնք ունեցել են ներվո-էնդոկրին հավասարակշռության խանգարումներ, նկատվել է լեռնային հիվանդության բնույթի ինքնազգացման ժամանակավոր վատացում, որին, որպես օրենք, դուրսեն կերպով ուղեկցել են հիմնական փոխանակության խիստ բարձրացումը գերվենտիլացիան և թոքերում O_2 -ի կլանման տոկոսի անկումը:

ЛИТЕРАТУРА

1. Ардашникова Л. И., Аронова Г. Н. Бюлл. эксп. биологии и мед., 7—8, т. XVIII, в. 1—2, 1944.
2. Аронова Г. Н. О влиянии высокогорного климата на некоторые стороны и функции зрения и газообмена. Дисс., М., 1946.
3. Астафьев А. Д. Гигиена и санитария, 5, 1937.
4. Блинова А. М., Аронова Г. Н. Бюлл. экс. биол. и мед., т. 17, в. 4—5, 1944.
5. Быков К. М., Мартинсон Э. Э. Арх. биол. наук, т. 33, в. 1—2, 1933.
6. Владимиров Г. Е., Милушкевич Г. Ф., Риккль А. В., Эпштейн Я. А. Бюлл. ВИЭМ, 1, 1936.
7. Дедюлин И. М. Кислотно-щелочное равновесие и дыхательная функция крови человека в условиях разреженной атмосферы. ВММА, Л., 1941.
8. Ольнянская Р. П., Соболев Е. М. Из кн. Опыт изучения регуляций физиологических функций, АН СССР. М.—Л., 1949.
9. Петров И. Р. Бюлл. эксп. мед. и биол., т. 15, в. 1—2, 1943.
10. Слоним А. Л., Понугаева А. Г., Марголина О. И., Руттенбург С. О., Лупинская З. А., Избинская А. Л. Из кн.: Опыт изучения регуляций физиологических функций, АН СССР, 1949.
11. Фомичев А. В. Бюлл. эксп. биол. и мед., т. XVII, в. 1—2, 1944.
12. Холдэн Дж. С., Пристли Дж. Г. Дыхание, 1937.
13. Hall F. Regulation of breathing in men at altitude. Proc. Soc. esp. biol. med., 78, 2, 1931.