

4. Пушкарев В. М. Устройство для фракционирования градиентов концентрации сахарозы и хлористого цезия // Физиология и биохимия культ. растений.— 1983.— 15, № 4.— С. 389—392.
5. Пушкарев В. М., Тронько Н. Д., Микоша А. С. Влияние концентрации K^+ на скорость синтеза быстрометящихся белков в коре надпочечников // Биохимия.— 1987.— 52, № 7.— С. 1174—1179.
6. Тронько Н. Д., Богданова Т. И., Турчин И. С. Ультроструктурная характеристика органных культур надпочечников новорожденных поросят // Пробл. эндокринологии.— 1988.— 34, № 5.— С. 65—69.
7. Чард Т. Радиоиммунологические методы.— М.: Мир, 1981.— 248 с.
8. Chu F. W., Hyatt P. J. Purification of dispersed rat adrenal zone glomeruloza cells by Percoll density gradient centrifugation and the isolation of a population of cells highly responsive to adrenocorticotrophin // J. Endocrinol.— 1986.— 109, N 2.— P. 351—358.
9. Haning R., Tait J. F., Tait S. A. S. In vitro effects of ACTH, angiotensins, serotonin and potassium on steroid output and conversion of corticosterone to aldosterone by isolated adrenal cells // Endocrinology.— 1970.— 87, N 6.— P. 1147—1167.
10. Hyatt P. J., Bell B. G., Bhatt K., Tait J. F. Preparation and steroidogenic properties of purified zone fasciculata and zone reticularis cells from the guinea-pig adrenal gland // J. Endocrinol.— 1983.— 96, N 1.— P. 1—14.
11. Hyatt P. J., Bhatt K., Tait J. F. Steroid biosynthesis by zone fasciculata and zone reticularis cells purified from the mammalian adrenal cortex // J. Steroid. Biochem.— 1983.— 19, N 1.— P. 953—959.
12. Idelman S. The structure of the mammalian adrenal cortex // General, comparative and clinical endocrinology of the adrenal cortex.— London: Acad. press, 1978.— P. 1—199.
13. Kitabchi A. E., Sharma R. K. Corticosteroidogenesis in isolated adrenal cells of rats. 1. Effect of corticotropins and 3',5'-cyclic nucleotides on corticosterone production // Endocrinology.— 1971.— 88, N 5.— P. 1109—1116.
14. Nussdorfer G. Cytophysiology of the adrenal cortex // Int. Rew. of Cytol.— Orlando: Acad. press, 1986.— Vol. 98.— P. 1—405.
15. Nussdorfer G., Mazzocchi G., Menghelli V. Cytophysiology of the adrenal zone fasciculata // Ibid, 1978.— Vol. 55.— P. 291—365.
16. Sayers G., Swallow R. L., Giordano N. D. An improved technique for the preparation of isolated rat adrenal cells: a sensitive, accurate and specific method for the assay of ACTH // Endocrinology.— 1971.— 88, N 4.— P. 1063—1068.
17. Schulster D., Salmon M. A dual pathway for ACTH steroidogenic action in purified adrenocortical cells // J. Receptor Res.— 1984.— 4, N 2.— P. 301—313.
18. Suard Y. M. L., Kraehenbuhl J.-P., Aubert M. L. Dispersed mammary epithelial cells. Receptors of lactogenic hormones in virgin pregnant and lactating rabbits // J. Biol. Chem.— 1979.— 254, N 20.— P. 10466—10475.

Киев. ин-т эндокринологии
и обмена веществ
М-ва здравоохранения УССР

Материал поступил в редакцию 11.11.88

УДК 612.273.2.014.49.1.612.821

Т. В. Серебровская, А. А. Ивашкевич, Ю. Л. Майдинов

Исследование связей между реактивностью системы дыхания, умственной и физической работоспособностью и особенностями метаболизма у человека при годичном пребывании в горных условиях

Современный научно-технический прогресс требует хозяйственного освоения территорий со сложными климато-географическими условиями, в частности горной местности, и решения вопросов профорientации в зависимости от индивидуальных адаптивных возможностей человека. Известно, что при адаптации к гипоксии наряду с развитием системных приспособительных реакций происходят тканевые адаптивные процессы [5, 19, 34 и др.]. Однако выраженность физиологических и биохимических перестроек у людей неодинакова, что связано как с возрастными, половыми особенностями человека и его тренированностью, так и с генетически детерминированной реактивностью организма [4]. Одним

из главных показателей успешности адаптации к новым экологическим условиям является физическая и умственная работоспособность человека в этих условиях. Причем изучение изменений функции высших отделов ЦНС при действии экстремальных факторов приобретает особый интерес в свете современных представлений об адаптации как о функции эффективности работы центральных регуляторных систем и памяти [7, 11, 21].

Цель нашего исследования — изучение связей между индивидуальной реактивностью системы дыхания, умственной и физической работоспособностью и некоторыми метаболическими изменениями при годичной адаптации человека к условиям среднегорья и высокогорья.

Методика

Испытывали 46 здоровых мужчин двух групп: I — 24 здоровых мужчины, уроженцы равнины (возраст — $19,6 \pm 0,2$ года, масса тела $64,3 \pm 1,5$ кг, рост $173 \pm 1,4$ см), проживавших в течение года на высоте 1680 м н. у. м. (горная система Тянь-Шань); II — 22 здоровых мужчины, уроженцы равнины (возраст $20,8 \pm 0,18$ года, масса тела $72,1 \pm 1,8$ кг, рост $173 \pm 1,6$ см), в течение года проживавших на высоте 3650 м н. у. м. с периодическими подъемами на высоту 4200 м. Обследование испытуемых I группы проведено на высоте 1680 м, II — на высоте 3650 м.

Показатели дыхания и газообмена в покое и при дозированной физической нагрузке определяли по общепринятым методикам, чувствительность к гипоксии — по методу возвратного дыхания с поглощением CO_2 на спирографе Metatest. Дыхание в спирограф продолжалось около 4 мин. Процедуру заканчивали при допущении ошибок испытуемыми в простых арифметических вычислениях (обследованные были заинтересованы в выявлении своего максимального «потолка» переносимости гипоксии — $\text{min } p_{\text{AO}_2}$). Содержание газов в альвеолярном воздухе контролировали с помощью «отсечения» конечных порций выдыхаемого воздуха и анализа проб в газоанализаторах АКЦ-16 и ГВВ-2. Кривые вентиляторного ответа оценивали, используя метод кусочно-линейной аппроксимации [18]. Этот метод позволяет выделять область медленного нарастания вентиляции в начальную фазу гипоксического воздействия (S_1) и область быстрого нарастания при значительной гипоксии (S_2).

Физическую работоспособность оценивали по тесту PWC_{170} с выполнением двух дозированных нагрузок. Артериализированную кровь для анализа показателей кислотно-основного состояния и углеводного обмена брали из разогретого пальца в покое и в первые 15 с после второй физической нагрузки (75 % должного максимального потребления кислорода в течение 3 мин). Из показателей углеводного обмена определяли концентрацию следующих веществ: глюкозы ([ГЛ]), молочной кислоты ([МК]) и пировиноградной кислоты ([ПК]) по общепринятым методикам. Водородный показатель (рН) крови определяли с помощью анализатора ОР-212 фирмы «Radelkis» (ВНР).

Умственную работоспособность оценивали по показаниям прибора ПНН-3 [12]. Регистрировали время простой зрительно-моторной реакции (ПЗМР), время реакции выбора из двух и из трех (PB_2 и PB_3 соответственно) раздражителей. Для оценки способности к переработке зрительной информации использовали корректурные таблицы с кольцами Ландольта, рассчитывали показатель общего количества переработанной информации (ОКПИ) и скорость переработки информации (СПИ) [13]. Самооценку функционального состояния организма проводили по методике «САН» [8], определяя показатели самочувствия (С), активности (А), настроения (Н).

Корреляционный и дисперсионный анализы результатов проведены на ЭВМ серии ЕС с использованием банка программ «BMDP» (США).

Результаты и их обсуждение

Сопоставление результатов, полученных у временных жителей среднегорья, с аналогичными результатами, полученными у временных жителей высокогорья, выявило некоторые общие черты и значительные различия. У испытуемых II группы зарегистрирована гипервентиляция в покое, снижение потребления кислорода, повышение чувствительности дыхательного центра к гипоксическому стимулу дыхания (в первую и

во вторую фазы реакции), увеличение «потолка» переносимости гипоксии, снижение физической работоспособности, оцененной по тесту PWC_{170} (рис. 1).

Концентрация МК в покое у обследованных II группы на 48 % превышала таковую у людей I группы (рис. 2, а). По концентрации ПК различий не выявлено. Увеличенное на 45 % отношение [МК] к [ПК] у испытуемых II группы указывает на усиление анаэробного гликолиза в условиях высокогорья. При этом более выраженный дефицит буферных

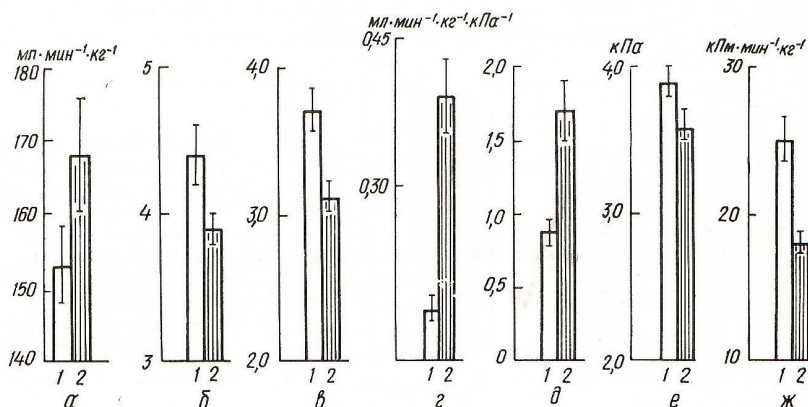


Рис. 1. Параметры вентиляции (а — $\dot{V}_E$), газообмена (б — $\dot{V}_{O_2}$, в — $\dot{V}_{CO_2}$), чувствительности к гипоксическому стимулу дыхания (г — S_1 , д — S_2 , е — $\min p_{AO_2}$) и уровень физической работоспособности (ж — PWC_{170}) человека в условиях годичного пребывания на высотах 1 680 (1) и 3 650 (2) м н. у. м.

оснований (ВЕ) отмечен у людей II группы ($BE=10,8$ моль/л $\pm 0,69$ моль/л) по сравнению с таковым у людей I группы ($BE=-7,4$ моль/л $\pm 0,81$ моль/л), снижение содержания бикарбонатов в крови свидетельствует о развитии метаболического ацидоза. Однако рН крови достоверно не изменен в условиях покоя, т. е. ацидоз носит компенсированный характер. Регистрируется некоторое увеличение (на 12 %) концентрации Гл в крови.

Анализ проб при дозированной физической нагрузке показал, что при выполнении одной и той же работы содержание МК крови на высокогорье на 35 % превышает таковое в условиях среднегорья (рис. 2, б). Отношение [МК] к [ПК] увеличено на 32 %, наблюдается больший сдвиг рН крови в кислую сторону, ВЕ во II группе составляет $-12,3$ моль/л $\pm 0,5$ моль/л, в I — $6,6$ моль/л $\pm 0,9$ моль/л. Ацидоз носит декомпенсированный характер.

Временные жители высокогорья отличались также от жителей среднегорья некоторыми показателями умственной работоспособности. Так, у последних наблюдались более короткие латентные периоды ПЗМР и РВз, более высокие значения СПИ и ОКПИ, причем показатели субъективной оценки самочувствия, активности, настроения не отличались от таковых у жителей среднегорья (табл. 1).

Таким образом, пребывание человека в течение года в условиях высокогорья сопровождается выраженными сдвигами системы регуляции дыхания и газообмена, изменениями углеводного обмена и кислотно-основного состояния крови, умственной и физической работоспособности. Отмеченный в наших исследованиях у временных жителей высокогорья более низкий критический уровень p_{AO_2} , при котором нарушается сознание, свидетельствует о повышении устойчивости ЦНС к гипоксии. Данный феномен неоднократно описан в литературе [1, 2, 26 и др.].

При адаптации организма к хронической гипоксии развиваются изменения биохимических реакций, к числу которых относится усиление гликолитических процессов в тканях. Оценка концентраций ПК и

МК в крови позволяет судить о соотношении аэробного и анаэробного расщепления углеводов, появлении признаков метаболического ацидоза и, в какой-то мере, о состоянии глюконеогенеза в связи с ацидозной активацией его в почках [17]. Следует отметить точку зрения некоторых авторов [9], которые считают, что переключение на анаэробный тип обмена в условиях хронической гипоксии не может быть существенным фактором тканевой адаптации, поскольку усиление гликолитических процессов неизбежно приводит к увеличению синтеза ПК и МК,

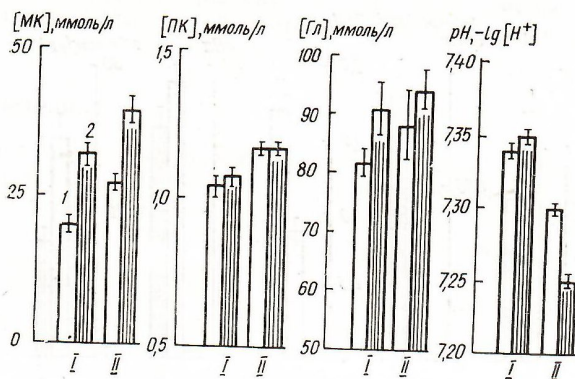


Рис. 2. Некоторые биохимические показатели крови человека в условиях годичного пребывания на высотах 1 680 (I) и 3 650 (2) м н. у. м в покое (I) и при дозированной физической нагрузке (II).

МК — молочная кислота, ПК — пировиноградная кислота, Гл — глюкоза, pH — показатель концентрации водородных ионов.

для полного окисления которых необходимы кислород и стимуляция цикла Кребса. Последняя имеет смысл только в том случае, если в тканях организма имеется достаточное количество кислорода. Вместе с тем Ноут и соавт. [28], обследуя спортсменов на высоте до 3400 м, показали, что на долю анаэробного метаболизма может приходиться значительная часть общих затрат энергии на высоте, особенно при физической нагрузке. Аналогичные данные приводит Мухре [31].

Еще одним способом тканевого приспособления к гипоксии является снижение интенсивности окислительного метаболизма. В литературе имеются сведения о снижении газообмена при хронической гипоксии [5, 15, 23]. Авторы связывают его с ослаблением функции щитовидной железы, повышением сопряжения окисления и фосфорилирования. Хроническая гипоксия вызывает увеличение концентрации Гл в крови. Литературные данные указывают на то, что в условиях гипоксии изменяется соотношение гормонов, участвующих в регуляции углеводного обмена [29 и др.]. Возможно, что обнаруженную нами бо-

Таблица 1. Показатели высшей нервной деятельности человека в условиях годичного пребывания в горной местности

Показатель	Высота над уровнем моря		Статистический показатель	
	1 680 м	3 650 м	t	P
	M ± m	M ± m		
Функциональное состояние организма, усл. ед.				
активность	4,72 ± 0,17	5,11 ± 0,12	1,857	> 0,1
самочувствие	5,20 ± 0,15	5,41 ± 0,20	0,84	> 0,1
настроение	5,05 ± 0,14	5,28 ± 0,23	0,85	> 0,1
Умственная работоспособность				
общее количество переработанной информации, бит	147,1 ± 3,11	107,1 ± 3,84	8,1	< 0,001
скорость переработки информации, бит/с	1,40 ± 0,04	0,97 ± 0,05	6,72	< 0,001
время простой зрительно-моторной реакции, мс	299 ± 9,7	340 ± 8,4	3,2	< 0,002
время реакции выбора, мс				
из двух раздражителей	435 ± 8,7	439 ± 11,5	0,277	> 0,1
из трех раздражителей	480 ± 7,6	511, 12, 1	2,17	< 0,06

лее высокую концентрацию Гл в состоянии покоя на большой высоте следует связать с ограничением периферического использования последней.

Несмотря на развитие системных и тканевых адаптивных реакций, полной компенсации тканевой гипоксии не происходит, физическая и умственная работоспособность снижается [3, 15 и др.]. Имеются данные о снижении темпа психической деятельности, ухудшении концентрации внимания на высотах свыше 3000 м [20, 27].

С целью выяснения состояния психических функций и их взаимосвязи с характером вегетативных и обменных реакций в условиях сред-

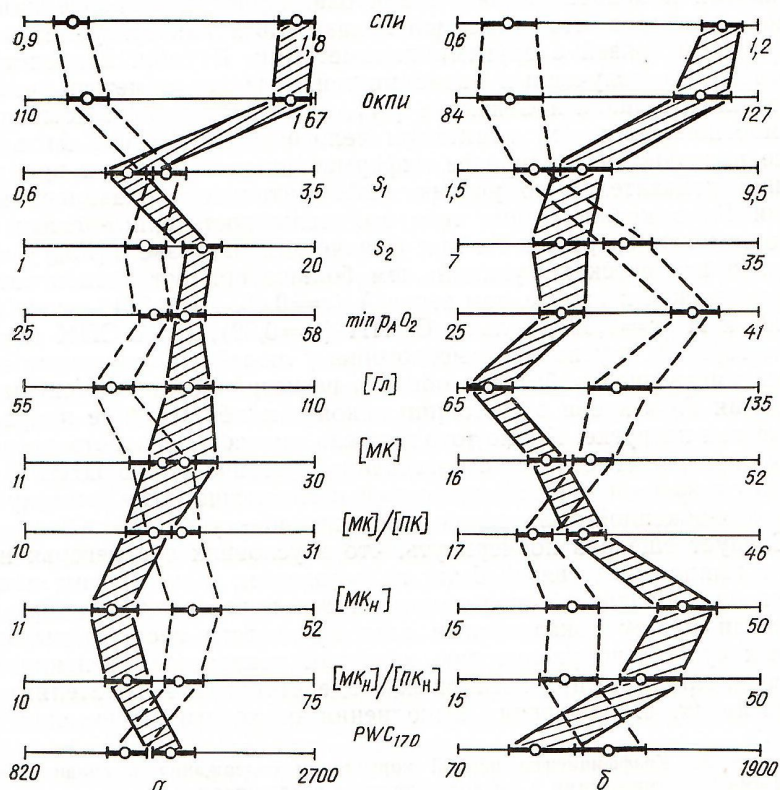


Рис. 3. Сравнение признаков, характеризующих реактивность системы дыхания, устойчивость ЦНС к гипоксии, углеводный обмен и уровень физической работоспособности у людей с высокой (заштрихованный участок) и низкой (незаштрихованный участок) умственной работоспособностью в условиях годичного пребывания на высоте 1 680 (а) и 3 640 (б) м н. у. м.

не- и высокогорья у представителей I и II групп с диаметрально противоположными значениями скорости переработки зрительной информации был проведен дисперсионный анализ изученных признаков (рис. 3). Полученные результаты свидетельствуют о том, что в пределах I группы испытуемые, обладающие наивысшей скоростью переработки информации, характеризуются менее выраженными реакциями дыхания на умеренную гипоксию (S_1) и большим вентиляторным ответом на максимальное гипоксическое воздействие (S_2), несколько сниженным «потолком» переносимости гипоксии, более высоким содержанием Гл в крови. Эти люди не отличаются от таковых с низкой скоростью переработки информации по уровню анаэробного гликолиза в покое, однако, при физической нагрузке [МК] и отношение [МК] к [ПК] у них значительно ниже, при этом регистрируется более высокая физическая работоспособность (см. рис. 3). В условиях высокогорья многие из этих зависимостей становятся обратными. При общем снижении скоростных показателей умственной работоспособности в целом по группе люди,

обладающие наиболее высокой скоростью переработки информации, характеризуются меньшей реактивностью системы дыхания, большей устойчивостью к предельной гипоксии (у них значительно выше «потолок» переносимости гипоксии), значительно меньшей концентрацией Гл в крови, более выраженными процессами анаэробного гликолиза в покое и при физической нагрузке, меньшей физической работоспособностью.

Обращает на себя внимание тот факт, что в наибольшей мере различия между людьми с высоким и низким уровнями умственной работоспособности проявились по таким показателям, как устойчивость ЦНС к гипоксии и концентрация Гл в крови. Проведение корреляционного анализа показало, что последний показатель характеризуется наибольшим числом связей с другими параметрами. В табл. 2 представлены некоторые из полученных зависимостей. Следует заметить, что в исследованиях Панина и Соколова [17], посвященных психосоматическим взаимоотношениям при адаптации человека к условиям Антарктиды, также показано, что наиболее информативным признаком при распределении показателей по уровню информативности оказалась концентрация Гл в крови. Кроме того выявлены достоверные связи между приростом концентрации Гл при физической нагрузке ($[Гл_n]$) и показателями психических функций: чем больше прирост концентрации Гл при физической нагрузке, тем выше А ($r=0,46$, $P<0,05$), лучше С ($r=0,52$) и Н ($r=0,58$), больше ОКПИ ($r=0,52$), выше СПИ ($r=0,41$). Таким образом, в условиях высокогорья у людей с наилучшими показателями умственной работоспособности регистрируется наименьшая концентрация Гл в крови в состоянии покоя и наибольший ее прирост при физической нагрузке. Кроме того высокая умственная работоспособность на высокогорье сочетается с повышенной устойчивостью ЦНС к гипоксии, со сниженной чувствительностью к гипоксическому стимулу дыхания и со сниженной физической работоспособностью.

Следует еще раз подчеркнуть, что в условиях среднегорья некоторые из выявленных связей были недостоверны, а по многим показателям носили обратную направленность. Это подтвердилось и при изучении связи между показателями адаптационности системы дыхания, о которых судили по увеличению значений показателей вентиляторного ответа на гипоксию при повторных воздействиях, и показателями «обучаемости» (т. е. улучшения выполнения психофизиологических тестов

Таблица 2. Коэффициенты парной корреляции содержания в крови глюкозы с некоторыми биохимическими и физиологическими показателями

Показатель	Высота над уровнем моря	
	1 680 м	3 650 м
Концентрация в крови молочной кислоты (МК):		
до нагрузки	0,24	-0,44*
после нагрузки	-0,24	-0,61**
Концентрация в крови пировиноградной кислоты (ПК):		
до нагрузки	0,17	-0,33
после нагрузки	-0,17	-0,43*
Отношение:		
[МК] к [ПК]	0,27	-0,48*
[МК _n] к [ПК _n]	-0,22	-0,63**
Водородный показатель (рН), $-\lg [H^+]$:		
до нагрузки	0,17	-0,39*
после нагрузки	0,44*	0,58**
Потребление O_2	-0,47*	-0,62**
Устойчивость к гипоксии	0,32*	-0,62**
Чувствительность к гипоксии	0,51*	-0,31*
Количество переработанной информации	0,41*	-0,48**
Скорость переработки информации	0,55*	-0,58**

* Достоверность при $P<0,05$, ** при $P<0,01$.

при повторных воздействиях): если в условиях среднегорья для этих показателей характерна положительная связь ($r=0,46 \div 0,71$), то в условиях дефицита кислорода — отрицательная ($r=-0,49 \div -0,59$). Уместно заметить, что в условиях стрессорной ситуации (в отличие от нормальных условий) при выполнении умственной нагрузки корреляция исходных значений показателей деятельности вегетативных систем и психофизиологических тестов меняет знак на противоположный [33].

Известно [10, 24], что основным энергетическим субстратом для работы мозга служит Гл. При этом в мозговой ткани преобладают аэробные процессы, и до 70 % Гл, образующейся в печени и поступающей в кровь, потребляется тканями головного мозга. Это потребление не зависит от концентрации инсулина в крови. Поэтому, хотя периферическое использование Гл в условиях гипоксии снижается и наблюдается обратная зависимость между общим потреблением кислорода и ее содержанием в крови (см. табл. 2), головной мозг не должен испытывать дефицита в энергетическом субстрате. Возникает вопрос, как объяснить тот факт, что в условиях хронической гипоксии у людей с наивысшей концентрацией Гл в крови уменьшены скоростные показатели психомоторной деятельности.

По некоторым данным [25, 30], при гипоксии усиливается использование в мозгу в качестве субстрата окисление аспартата и глутамата. Образующаяся при переаминировании α -кетоглutarовая кислота — энергетически наиболее выгодный субстрат цикла трикарбоновых кислот. Кроме того, продуктом декарбоксилирования глутаминовой кислоты является гаммааминомасляная кислота (ГАМК), причем в ткани мозга обнаруживается наивысшая активность глутаматдекарбоксилазы, катализирующей эту реакцию [6, 22]. Активация ГАМК-энергетической системы играет важную роль в профилактике стрессорных повреждений [14]. Доказано использование ГАМК в качестве субстрата окисления в энергообмене мозга [22]. Повышенное содержание ГАМК сопровождается высокой концентрацией Гл в крови и мозгу. Это состояние удерживается в течение продолжительного времени и даже в определенных пределах не зависит от того, испытывает ли мозг кислородную недостаточность.

Исходя из вышеизложенного, можно полагать, что у людей, обнаруживающих в условиях высокогорной гипоксии наиболее низкие скоростные показатели психомоторной деятельности при наиболее высоком содержании Гл в крови больше выражено переключение метаболизма на глутаматный шунт с увеличением синтеза ГАМК, которая является тормозным медиатором ЦНС. А учитывая тот факт, что под влиянием ГАМК усиливаются энергетические процессы организма, активируются многие ферменты дыхания, улучшается кровоснабжение тканей, можно считать, что такой путь метаболизма способствует улучшению физической работоспособности при хронической гипоксии. Этим можно объяснить обратную зависимость между уровнем физической работоспособности и показателями нейродинамики у временных жителей высокогорья. Вместе с тем возможно и иное объяснение полученных результатов на основании сведений о том, что при гипергликемии повышение концентрации Гл в нервной ткани способствует большему накоплению в ней МК, снижению pH и как следствие — более сильному повреждению нервных клеток [32] и пр. Раскрытие механизма выявленных связей требует дальнейшего исследования.

Таким образом, адаптация человека к хронической гипоксии имеет значительные индивидуальные отличия, которые необходимо учитывать в профориентации людей при выборе их на работу в условиях высокогорья и спортсменов для высотных восхождений.

Выводы

1. Годичное пребывание человека в условиях высокогорья сопровождается повышением чувствительности системы дыхания к гипоксическому стимулу, устойчивости к гипоксии, снижением потребления кислорода,

усилением анаэробного гликолиза, уменьшением уровня физической и умственной работоспособности.

2. В условиях среднегорья люди с наивысшими скоростными показателями умственной работоспособности характеризуются менее выраженными реакциями дыхания на умеренную гипоксию и большим вентиляторным ответом на максимально переносимое гипоксическое воздействие, более высокими концентрацией глюкозы в крови и физической работоспособностью.

3. В условиях высокогорья, по результатам корреляционного анализа, многие из зависимостей, характерных для среднегорья, меняют знак на противоположный. При общем снижении скоростных показателей умственной работоспособности люди с наиболее высокой скоростью переработки информации характеризуются меньшей реактивностью системы дыхания, большей устойчивостью к предельной гипоксии, значительно меньшей концентрацией глюкозы в крови, более выраженным анаэробным гликолизом, меньшей физической работоспособностью.

STUDIES IN RELATIONS BETWEEN RESPIRATORY SYSTEM REACTIVITY, MENTAL AND PHYSICAL WORKING CAPACITY AND METABOLISM PECULIARITIES IN A MAN UNDER CONDITIONS OF ONE-YEAR STAY IN MOUNTAINS

T. V. Serebrovskaya, A. A. Ivashkevich, Yu. L. Maidikov

People with the highest rates of mental working capacity staying for a year at an altitude of 1680 m below sea-level are characterized by less pronounced responses of respiration to moderate hypoxia and great ventilatory response to maximally endured hypoxic action, by higher glucose content in blood and physical working capacity. Many relationships typical of the middle mountains are inverse ones under conditions of a one-year stay at an altitude of 3650 m below sea-level. In the case of a total decrease in indices of mental and physical working capacity people with the highest rate of information processing are characterized by less reactivity of the respiratory system, greater resistance to ultimate hypoxia, lower glucose concentration, less physical working capacity.

A. A. Bogomoletz Institute of Physiology,
Academy of Sciences of the Ukrainian SSR, Kiev

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агаджанян Н. А., Миррахимов М. М. Горы и резистентность организма.— М.: Наука, 1970.— 184 с.
2. Айдаралиев А. А. Физиологические механизмы и пути повышения резистентности организма к гипоксии // Фрунзе: Илим, 1978.— 192 с.
3. Айдаралиев А. А., Яковлев В. М., Иманалиев Д. М. Оценка функционального состояния при адаптации к условиям высокогорья // Физиол. человека, 1982.— 8, № 3.— С. 463—468.
4. Березовский В. А., Зеленская Т. М., Серебровская Т. В. Степень конкордантности адаптивных реакций у близнецов в условиях горного климата и их связь с реактивностью физиологической системы соединительной ткани // Там же.— 1986.— 12, № 6.— С. 992—998.
5. Барабашева Э. И. Акклиматизация к гипоксии и ее физиологические механизмы // М.— Л.: Изд-во АН СССР, 1960.— 216 с.
6. Березов Г. Т., Коровкин Б. Ф. Биологическая химия.— М.: Медицина, 1983.— 750 с.
7. Бехтерева Н. П. Некоторые общие физиологические принципы функционирования мозга человека // Физиол. человека.— 1986.— 12, № 5.— С. 817—830.
8. Доскин В. А., Лаврентьева Н. А., Шарай В. Б. Психологический тест «САМ» применительно к исследованиям в области физиологии труда // Гигиена труда и профзаболеваний.— 1975.— № 5.— С. 28.
9. Иванов К. П. Кислородное голодание и температура тела.— Л.: Наука, 1968.— 134 с.
10. Иванов К. П., Кисляков Ю. Я. Энергетические потребности и кислородное обеспечение головного мозга.— Л.: Наука, 1979.— 214 с.
11. Ильюченко Р. Ю. Эмоциональная регуляторная система мозга и память // Нейрофизиологические основы памяти. Гагские беседы. Тбилиси: Менциереба.— 1979.— т. 7.— С. 485.
12. Макаренко Н. В., Кольченко Н. В., Майдигов Ю. Л. Определение функциональной