

- 
- 
7. *Mihajlenko E. B.* Regionalistika. Klassicheskie i sovremennye podhody. M. : Izd-vo Yurajt, 2020. 116 s.
  8. *Mushnikova E. A.* Mezhhkul'turnyj dialog v regione Bol'shoj Altaj // Grand Altai Research & Education. 2018. № 2. S. 100–104.
  9. *Nozhkin S. Yu.* Bol'shoj Altaj: instiutalizaciya mezhhregional'nogo sotrudnichestva // Dnevnik Altajskoj shkoly politicheskikh issledovanij. 2004. № 19. S. 322–325.
  10. *Simagin Yu. A., Obygrajkin A. V., Karasaeva V. D.* Ekonomicheskaya geografiya i regionalistika. M. : Izd-vo YUrajt, 2020. 411 s.
  11. *Starcev A. V.* Proekt «Bol'shoj Altaj»: istoricheskaya retrospektiva i sovremennoe sostoyanie // Razvitie territorij. 2016. № 1. S. 29–37.
  12. *Shevchenko M. N.* Transgranichnoe sotrudnichestvo i ispol'zovanie resursov regionov v usloviyah krizisa // Menedzher. 2017. № 1. S. 136–144.

УДК 502:94

Г.Я. Барышников<sup>1</sup>, М.В. Шарабарина<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Алтайский государственный университет, г. Барнаул, Россия

<sup>2</sup>Городская больница №8, г. Барнаул, Россия

E-mail: bgj@geo.asu.ru, MSH\_200875@mail.ru

## **ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ И ВЫСОТНОЙ ЗАВИСИМОСТИ МЕСТ ОБИТАНИЯ ПЕРВОБЫТНЫХ ЛЮДЕЙ**

*Аннотация.* Проведенный анализ жизнедеятельности первобытных людей палеолитического возраста позволил установить пространственную и высотную зависимость мест их обитания, связанную в основном с низкогорным рельефом горных сооружений мира. Данный тип рельефа выделен нами в переходные зоны, располагающиеся между среднегорьями и высокогорьями, с одной стороны, и прилегающими к горам, низменностям и равнинам — с другой. В работе проведено сопоставление высотных положений городов-столиц современных государств над уровнем моря и выявлена аналогичная закономерность для большинства стран. Исключение составили лишь несколько столиц Центральной и Южной Америк, а также Азии и Африки. В результате этого было высказано предположение, что упадок цивилизаций майя, инков и ацтеков отчасти был связан с ослаблением физических возмож-

ностей людей, проживающих высоко в горах. На примере азиатского сектора Евразийского континента показана закономерность пространственного положения палеолитических памятников и их связь с рельефом переходных зон. На основании этого высказано предположение — полной адаптации человека как вида в более поздние археологические эпохи к высокогорью не происходило. В последующие периоды он лишь приспосабливался к условиям среднегорья и высокогорья, не осознавая того, что его организм использует заложенный в нем физиологический резерв, который мог бы быть направлен на защиту от различных заболеваний и стрессов. На основании медицинских показателей при изучении состава крови, гемокоагуляции, работы пищеварительной системы, влияния температурных факторов, действия ультрафиолета на организм, снижения деторождаемости выявлено: высокогорная адаптация, как адаптация к эволюционно чуждой для человека среде, мобилизует значительную часть функциональных резервов организма и существенно ограничивает его работоспособность. Именно поэтому среда обитания первобытного человека палеолитического возраста надежно фиксируется по археологическим находкам, обнаруженным в переходных зонах — низкогорьях горных сооружений.

*Ключевые слова:* переходные зоны, палеоэкология, физиология человека, гипоксия, адаптация, археологические памятники.

G. Ya. Baryshnikov<sup>1</sup>, M. V. Sharabarina<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Altai State University, Barnaul, Russia

<sup>2</sup>City Hospital №8, Barnaul, Russia

E-mail: bgj@geo.asu.ru, MSH\_200875@mail.ru

## GENERAL PATTERNS OF SPATIAL AND ALTITUDE DEPENDENCE OF PREHISTORIC MEN HABITAT

*Abstract.* The analysis of the primitive people livelihood activities of the Paleolithic age made it possible to establish the spatial and altitudinal dependence of their habitats, associated mainly with the low-mountainous relief of the world mountain systems. We selected this type of relief in transition zones located between the midlands and highlands, on the one hand, and the lowlands and plains adjacent to the mountains. The paper compares the altitude of the capital cities of modern states above sea level and reveals similar pattern for most countries. The exception was only a few capitals of Central and South America, as well as Asia and Africa. It was suggested that the decline of the Mayan, Inca and Aztec civilizations

was partly due to the weakening of the physical capabilities of people living high in the mountains. On the example of the Asian sector of the Eurasian continent, the regularity of the spatial position of the Paleolithic monuments and their relationship with the relief of transitional zones are shown. It has been further suggested that the complete adaptation of man as a species in later archaeological epochs to the highlands did not occur. In subsequent periods, he only adapted to the conditions of the midlands and highlands without realizing that his body uses the physiological reserve inherent in it, which could be aimed at protecting the body from various diseases and stresses. Based on medical indicators in the study of blood composition, hemocoagulation, the digestive system, the influence of temperature factors, the effect of ultraviolet radiation on the body, reduced fertility, high altitude adaptation, as adaptation to an environment that is evolutionarily alien to humans, mobilizes a significant part of the body's functional reserves and significantly limits its performance. It is in this regard that the habitat of the primitive human of the Paleolithic age is reliably recorded by archaeological finds found in transition zones — low mountains of the world's mountain structures.

*Keywords:* transition zone, paleoecology, human physiology, hypoxia, adaptation, archaeological sites.

**В**ведение. Во время проведения палеоэкологических исследований при изучении археологических памятников палеолитического возраста [9, 11, 12] нами была выявлена определенная пространственная и высотная зависимость мест обитания первобытных людей с высотой над уровнем моря. Она соответствовала для многих памятников, обнаруженных практически на всех континентах мира, абсолютным высотам от 300 до 1000 м от этого уровня.

С геоморфологической точки зрения данные территории относятся к так называемым «переходным зонам», впервые выделенным нами для горных сооружений [7]. Переходные зоны — это низкоротные пространства, наиболее доступные и благоприятные для проживания человека с обилием объектов охоты, наличием пещерных укрытий и выходов на дневную поверхность горных пород, пригодных для изготовления каменных орудий труда.

Картографирование памятников палеолита выявило практически их полное совпадение с рельефом переходных зон, что позволило нам предположить влияние высоты местности на организм палеолитического человека, вызывающее функциональные и физиологические изменения, его неосознанную привязанность и адаптацию к определен-

ным условиям обитания. Мысль о связи жизнедеятельности человека с рельефом высказывалась еще в первой половине прошлого столетия [28]. Эту точку зрения поддержал и другой ученый, анализируя адаптивные способности крупных млекопитающих, в том числе и человека, к силам гравитации [17].

Освоение такой высотно-экологической ниши подавляющее большинство исследователей связывают с переходом от комбинированного древесно-наземного передвижения человекообразной обезьяны к преимущественно наземному, выходом из тропического леса на открытые пространства и включением в рацион питания мясной пищи, начавшимся, возможно, еще в тропическом лесу, как об этом свидетельствуют наблюдения над современными шимпанзе [19]. Среди факторов, обусловивших расселение человека в период палеолита, следует рассматривать биологические и физиологические особенности *Ното* в связи с его адаптацией к высотному проживанию.

*Материалы и методы исследования.* Горные области Земли занимают более трети мировой суши [1, 27]. В настоящее время лишь около 330 млн человек, или 8% населения мира, живут на высотах более 1000 м [2]. Численность и удельный вес населения снижается при повышении на каждые 500 м. В крайнем высокогорье могут располагаться лишь зоны экспериментальных исследований, альпинистских восхождений или научных полигонов.

Проведенный нами анализ высотных положений крупных населенных пунктов мира, какими являются столицы существующих государств, показал, что преобладающее большинство из них располагается на оптимальных высотах. Эта закономерность касается и других малочисленных городов. Так, например, для Европы, Северной Америки и Австралии такими высотами являются 100–200 м над уровнем моря. В Азии лишь Улан-Батор (Монголия) и Кабул (Афганистан) находятся на абсолютных высотах свыше 1500 м. Низок процент «высотных» столиц и в Африке. Из более чем 50 столичных городов лишь Аддис-Абеба (Эфиопия), Лусака (Замбия), Претория (ЮАР) и Антананариву (Мадагаскар) основаны на высоте свыше 1000 м над уровнем моря.

Иная картина наблюдается в Центральной и Южной Америке. Здесь мексиканская столица Мехико превысила 2000-метровый рубеж высоты. Близки по высотному положению над уровнем моря Богота (Колумбия), Кито (Эквадор). Несколько ниже располагаются Сантьяго (Чили), Каракас (Венесуэла) и Бразилиа (Бразилия). Но особенно выделяется столица Боливии (Ла-Пас), находящаяся на отметке 3000 м над уровнем моря.

---

---

Нами с определенной долей условности [8] этим объясняется исчезновение ранее существовавших на указанных землях некогда процветающих цивилизаций майя, инков и ацтеков. Не исключена возможность, что причиной их упадка были и ландшафтные особенности территорий проживания, и прежде всего положение над уровнем моря, приведшее к постепенному ослаблению цивилизаций и к их гибели, в том числе и по обозначенным выше причинам.

Вероятнее всего, расселение человека по планете шло по переходной зоне низкогорий. Наличие редких палеолитических памятников в горах, скорее, свидетельство тупиковой ветви развития путей миграции человека, следы которого там встречаются реже, чем в низкогорьях.

Построенные нами [8] карты переходных зон азиатской части Евразийского континента, а с привлечением данных [34] и для Северной Америки, с вынесенными на них местоположениями палеолитических памятников позволяют достаточно точно наметить пути «великих переселений» по Берингии. В Азии это северные и северо-западные низкогорья Алтая и Саян, Прибайкалья и Станового нагорья, Верхоянья и Черского хребта, Чукотского нагорья.

В Северной Америке одна из ветвей миграции была направлена по западному побережью континента, обеспечивающему группу памятников: Форт Стрит Джон, Тайл Спринс, пещер Смит Крик и Санди, Кловис; другая устремилась к северному побережью (пещеры Трайл Крик и Блюнфиш).

Незначительно отступает от выявленных закономерностей местонахождение палеолитических памятников Южной Америки. Здесь сосредоточение находок в основном наблюдается по западному побережью континента, еще раз подтверждая высказанную [34] точку зрения.

Такая же закономерность отмечается и для палеолитических археологических памятников гор Южной Сибири. География распространения археологических памятников палеолитического возраста Сибирского региона свидетельствует об их преимущественной принадлежности к переходной зоне. На Алтае это стоянки открытого типа — Улалинка, Ануй-1, Усть-Каракол, Дмитриевка, археологический комплекс Тыткескенъ и др.

К памятникам пещерного типа относятся пещеры им. А. П. Окладникова (Сибирячихинская), Денисова и Искринская в Солонешинском районе Алтайского края; Каминная, Волчья и Разбойничья, расположенные на территории Усть-Канского района Республики Алтай; Малояломанская (Онгудайский район); Иульчакская пещера (Майминский район); Нижнетыткескенская пещера (Чемальский район) в том же ад-

министративном районе. Геологами Западно-Сибирского геологического управления в предгорьях Алтая открыто еще несколько местонахождений палеолитических памятников: Бехтемирское, Талицкое, у оз. Светлое, Таловское, Покровское, Новопокровское [32].

Во время проведения археологических исследований в юго-западной части Горной Шории нами была выявлена значительная группа археологических памятников, комплекс которых выделен в Ушлѣпский палеолитический микрорайон. Он включает в себя памятники: Ушлѣп-1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, Школьная гора-1 и 2, Усть-Дунайчик-1, Усть-Чулда и Вознесенка-1 [10]. Здесь были обнаружены скребла, скребки, острижкопечники, обожженные кости лошадей, быков, кости первобытного мамонта, каменные изделия.

Наличие на ушлѣпских памятниках второй половины сартана пластин с притупленным торцом, продольно-поперечных нуклеусов и обилие крупных пластин послужило основанием для выделения ушлѣпской культуры. Юго-западная граница распространения этой культуры проведена по правобережью Бии от устья р. Неня до Телецкого озера [18].

Таким образом, все известные палеолитические находки Алтая расположены, как правило, в низкогорных пространствах горного сооружения. В Горном Алтае имеется достаточно много и более молодых памятников, но их пространственная позиция не соответствует нашим представлениям о связи абсолютной высоты рельефа с местообитанием древних людей. Это уже были физиологически сформировавшиеся люди, и период их проживания на больших высотах был непродолжительным. Из этого можно сделать вывод: чем моложе археологические памятники, тем чаще они встречаются высоко в горах. В связи с этим возможно предположить, что полной адаптации человека как вида в более поздние археологические эпохи к высокогорью не происходило. Он уже был сформирован как вид в палеолитическое время на малых высотах. В последующие периоды лишь приспособлялся к условиям обитания, в том числе и к высокогорью, не осознавая того, что его организм использует заложенный в нем физиологический резерв, который мог бы быть направлен на защиту от различных заболеваний и стрессов.

Основными методическими приемами при проведении палеоэкологических исследований археологических памятников палеолитического возраста были общегеографические и геоморфологические данные, результаты спорово-пыльцевых и палекарпологических анализов для реконструкции природных условий среды обитания древнего человека, радиоуглеродное датирование органических остатков, дающие возможность устанавливать возраст захоронений, а также картогра-

---

---

фирование этих памятников в пространстве относительно превышений над уровнем моря.

Для объяснения таких закономерностей были привлечены медицинские показатели влияния высоты местности на физиологические особенности организма первобытного человека, поскольку период его формирования как вида был растянут на многие сотни тысяч лет. Что же явилось причиной таких закономерностей?

*Результаты и их обсуждение.* Известно, что на ранних этапах кратковременной адаптации к высокогорью активизируются физиологические функции, ответственные за оптимальное кислородное снабжение организма. Приобретаемые в процессе индивидуальной высокогорной адаптации признаки оказываются в достаточной степени стойкими. Они поддерживаются за счет структурных изменений организма на системном, органном, клеточном и субклеточном уровнях. Однако после прекращения действия высоты приобретенные адаптивные изменения постепенно проходят.

Другое дело, когда речь идет о коренных жителях высокогорья. У них, помимо реакций, наблюдаемых при индивидуальном приспособлении к высокогорной гипоксии, хотя и менее яркой по своей выраженности, обнаруживаются стойкие адаптивные реакции, которые носят, по-видимому, генетически обусловленный характер.

Физиологические функции людей под влиянием пребывания в разных горных провинциях могут изменяться неодинаково, что подтверждал [20], считавший, что в случаях длительной акклиматизации, особенно к малым и средним высотам, влияние умеренной гипоксии отступает на задний план. Сдвиги физиологических функций определяются воздействием на организм всего комплекса высокогорных условий.

Исследование физиологических реакций на больших высотах у местного населения или у пришлых групп констатирует приспособление к основному неблагоприятному фактору высокогорья — гипоксии. Это состояние, возникающее при недостаточном снабжении тканей кислородом или нарушении его использования в процессе биологического окисления.

Известно, что процентное содержание кислорода в воздухе почти не зависит от широты и высоты над уровнем моря или метеорологических условий. По мере увеличения высоты местности уменьшается плотность атмосферы, а вместе с ней и барометрическое давление. Поэтому характерной особенностью горных местностей является снижение парциального давления кислорода и углекислоты. Отмечено, что в среднегорье плотность кислорода и углекислоты обычно не сни-

жается до такой степени, чтобы вызвать горную болезнь [27]. Обширные сведения, касающиеся основных путей приспособления организма к гипоксии, в частности к метеорологическим факторам горных областей, обобщены ранее в работах [4, 5, 6, 20, 21, 24, 31 и др.].

По мере подъема над уровнем моря атмосферное давление падает, соответственно, уменьшается концентрация кислорода, поскольку его процентное содержание в воздухе остается неизменным. Снижение уровня кислорода инициирует в организме ряд физиологических изменений. Основная тяжесть нагрузки в процессе горной адаптации человека ложится на его кардиореспираторную систему, которая усилением своей деятельности частично компенсирует дефицит кислорода во вдыхаемом воздухе. Это сопровождается гипервентиляцией легких, увеличением минутного объема дыхания, повышением частоты сердечных сокращений и объема сердечного выброса, учащается пульс.

Факт нарастания частоты пульса при восхождении в район высокогорья подтвержден многочисленными исследованиями. Увеличение частоты сердечных сокращений при подъеме на разные высоты у разных людей неодинаково. По мере акклиматизации к высоте частота пульса постепенно выравнивается и достигает исходных величин примерно через шесть недель. С другой стороны, исследователи не находили заметных изменений пульса в низкогорных районах [20, 39].

Таким образом, накопленные данные о сердечнососудистой системе человека являются неодинаковыми для разных горных сооружений и для разных высотных уровней. Основное значение, по-видимому, принадлежит особенностям комплекса высокогорных условий — это большой перепад температур, значительная ультрафиолетовая радиация и др. Чаше тахикардия и даже нарушение ритма отмечаются в высокогорье, а в низкогорных и среднегорных местностях заметных изменений не выявлено.

При гипоксии кровотоков и кислородное обеспечение сохраняются в головном мозге и миокарде, в котором запасы оксигемоглобина меньше, чем в некоторых скелетных мышцах. Брадикардия, которая наблюдается у аборигенов, снижая потребности миокарда в кислороде, по-видимому, увеличивает выносливость сердца к действию нарастающей гипоксемии. Отмечено, что, чем быстрее и интенсивнее развивается брадикардия, тем медленнее снижается парциальное напряжение кислорода в альвеолярном воздухе, т. е. экономнее расходуется легочный резерв кислорода в организме. Было установлено, что вентиляция легких начинает увеличиваться с высоты 1000 м над уровнем моря, но не-



---

---

заметно, в основном за счет некоторого увеличения глубины дыхания. Заметное учащение дыхания проявляется на высоте 2000 м.

Этот механизм является ответной реакцией дыхательного центра на снижение парциального давления кислорода в артериальной крови. При высоких уровнях вентиляции легких заметно падает градиент давления кислорода в альвеолах и трахее. Известно, что на высоте 4500 м парциальное давление кислорода в легочных альвеолах в два и более раз ниже, чем на уровне моря. Но даже при подъеме на меньшие высоты организм начинает ощущать недостаток кислорода, несмотря на высокую способность гемоглобина крови к связыванию кислорода [13].

Альвеолярная вентиляция, как и минутный объем дыхания, нарастает по мере увеличения высоты местности, вследствие чего парциальное давление углекислого газа падает. Благодаря гипервентиляции снижение напряжения кислорода в альвеолах оказывается в меньшей степени выраженной, чем падение атмосферного давления и парциального давления кислорода в окружающем воздухе.

Происходят сдвиги со стороны ферментов, участвующих в кислородном снабжении организма. Так, увеличивается активность фермента угольной ангидразы. Степень усиления активности фермента находится в обратной зависимости от величины реакции вентиляции.

Дефицит кислорода стимулирует использование организмом дополнительных, анаэробных источников энергии — расщепление гликогена до молочной кислоты. Из одной грамм-молекулы глюкозы при анаэробном расщеплении удастся извлечь в 18 раз меньше энергии, чем при полном окислении с участием кислорода. Кроме того, возникают неприятности в виде закисления внутренней среды организма молочной кислотой и другими недоокисленными метаболитами. Сдвиг pH еще более ухудшает условия деятельности высокомолекулярных структур, способных функционировать в узком диапазоне pH и быстро теряющих активность при увеличении концентрации  $H^+$ -ионов [13, 14].

В зависимости от продолжительности пребывания на высоте происходит изменение легочных объемов за счет расширения объема грудной клетки и увеличения альвеолярной емкости. Легочная вентиляция играет важную роль в обеспечении организма кислородом, предопределяя состав альвеолярного воздуха и тонус легочных сосудов. Однако, с другой стороны, чрезмерная вентиляция легких способствует излишнему вымыванию углекислого газа из крови и приводит к гипокпнии. Гипокпния, в свою очередь, сопряжена с респираторным алкалозом и падением концентрации ионов  $HCO_3$  в крови, что приводит к повышению сродства гемоглобина к кислороду, происходит смеще-

ние кривой диссоциации оксигемоглобина. В результате этого затрудняется отдача кислорода тканям. Возникает парадоксальная ситуация, когда кровь в достатке насыщена кислородом, а организм в целом испытывает в нем острый дефицит.

Считается, умеренное повышение легочно-артериального давления приводит к адаптивной перестройке работы правой половины сердца, что сопровождается появлением признаков гипертрофии правого желудочка, что отчетливо видно на электрокардиограмме. При дальнейшем его нарастании может развиваться синдром острого утомления миокарда. Впоследствии это может привести к развитию хронического высокогорного легочного сердца с явлениями застойной сердечной недостаточности. Это характеризуется прогрессирующим течением и часто осложняется разнообразными формами аритмии, что является фактором риска внезапной смерти. Данная патология у коренных жителей высокогорья формируется к 30 годам, приводя к значительному снижению физической работоспособности.

Доказана влияющая роль гипоксии на функцию гипофизарно-адреналовой системы. Е. В. Колпаков и Н. В. Лауэр показали, что при гипоксии гипертрофируется кора надпочечников, а при крайних степенях ее отмечается истощение железы и появляются признаки недостаточности надпочечников [16]. Учитывая факт тормозящего влияния глюкокортикоидов на проницаемость капилляров, можно высказать предположение, что избыточное их выделение в начальные периоды гипоксии может сопровождаться снижением проницаемости капилляров. В крови у людей, подвергнутых высотной гипоксии в барокамере, повышаются вещества, влияющие подобно ацетилхолину, т. е. при гипоксии происходит изменение сосудистой проницаемости, которая обуславливает целый ряд сдвигов, наступающих в организме.

Среди других факторов, влияющих на стойкость и проницаемость капилляров, можно выделить сдвиг кислотно-щелочного равновесия в сторону ацидоза, изменение функции коры головного мозга, вегетативной нервной системы и многое другое, значение которых в физиологических реакциях, например, на равнине сопровождаются сдвигами проницаемости капилляров. Влияние гипоксии проявляется и на других медицинских показателях человека, проживающего на больших высотах. Рассмотрим некоторые из них.

Кровь. Увеличение количества гемоглобина представляется весьма существенной адаптивной реакцией, при которой заметно возрастает дыхательная поверхность крови без резкого увеличения эритроцитов. Но когда развивается эритроцитоз, выявляется увеличение гематокрит-

---

---

ного показателя и вязкости крови, что создает условия для перегрузки аппарата кровообращения. В процессе адаптации происходит изменение структуры эритроцитов и свойств гемоглобина. Наиболее высокие значения гемоглобина и эритроцитов регистрируются при сроке адаптации около пяти лет и более, но не достигают того уровня, который характерен для аборигенов [22]. Оптимальная высота, на которой происходит активация кроветворения, составляет 3000 м. Характерных изменений со стороны белой крови не отмечалось.

**Гемокоагуляция.** Имеются различия адаптивных реакций человека в системе гемокоагуляции в зависимости от длительности пребывания в высокогорье. Еще в середине прошлого столетия Н. Н. Сиротинин, рассматривая симптомы горной болезни, указывал на кровотечение из поверхностных слизистых оболочек, губ, кишечника, носовые кровотечения и плохую свертываемость крови у солдат, живших в течение года на высоте 3650 м над уровнем моря [25]. Отмечается снижение прокоагулянтной и увеличение антикоагулянтной активности крови.

Таким образом, исследования гемокоагуляции с применением широкого спектра коагулограммы позволяют сделать заключение о том, что для начального периода адаптации к высокогорью характерным оказалось понижение коагулирующей потенции гемокоагуляции, сопровождающееся одновременно снижением уровня прокоагулянтов и их ингибиторов. Отмечается, что такая коагулограмма типична для человека, а также для отдельных видов животных и характерна только для первоначального (30–40 дней) периода адаптации. Этот механизм является защитной реакцией организма, который в условиях гипоксии, высокой вязкости крови и других факторов направлен на улучшение микроциркуляции и усиление доставки кислорода к тканям.

При длительной адаптации наблюдается другая направленность изменений функций гемокоагуляции — отмечается повышение коагулирующих свойств крови. Однако показатели гемостаза достоверно отличаются от аналогичных показателей у коренных жителей высокогорья. Это говорит о недостаточности указанных сроков для полной адаптации клеточных структур органов системы свертывания крови, продуцирующих и утилизирующих факторы коагуляции и ингибиции, к высокогорной гипоксии [4].

**Пищеварительная система.** Под влиянием гипоксической (экзогенной) гипоксии происходит снижение секреции пищеварительных желез, однако «высотный потолок» для разных желез различен. Так, для слюнных желез он составляет 3500–4000 м. Секреторная функция тела и дна желудка тормозится на высоте 4500 м, а пилорического отдела — на вы-

соте 6000 м. Однако при преимущественно углеводном рационе питания изменения секреторной функции выражены в меньшей степени, чем при смешанном питании. На высоте 6000–8000 м происходит торможение процесса желчеобразования клетками печени, одновременно увеличивается вязкость желчи и повышается содержание в ней органических плотных веществ при менее выраженном повышении концентрации желчных кислот и билирубина. Снижение экскреции желчи и как следствие этого замедление переваривания жиров в условиях высокогорья отмечает Мак Лаклан [30]. Снижение функции кишечных желез отмечено на высоте 7000–8000 м.

Секреторная деятельность поджелудочной железы также изменяется: понижается выделение сока и уменьшается содержание в нем некоторых ферментов, в частности амилазы, трипсина. На высоте 2000 м отмечено повышение реактивности В-клеток поджелудочной железы.

Недостаток кислорода оказывает влияние и на двигательную функцию желудочно-кишечного тракта, в частности — уменьшение двигательной активности наполненного желудка. В экспериментах на животных и с участием человека отмечено замедление эвакуации пищи из желудка при гипоксии: чем она значительнее, тем дольше время опорожнения желудка. Эвакуация пищи из желудка на высоте 6000–8000 м замедлялась в пять раз, что обусловлено вагопилорическим спазмом желудка.

При гипоксической гипоксии угнетается функция тонкого и в меньшей степени толстого кишечника. Нарушаются процессы всасывания. Эффективность процессов акклиматизации и уровень работоспособности человека зависят от витаминной обеспеченности организма. В то же время в условиях высокогорья могут иметь место гипо- и авитаминозные состояния, причинами развития которых чаще всего бывает алиментарная недостаточность, а также в результате угнетения нормальной кишечной микрофлоры, продуцирующей некоторые витамины, нарушение ассимиляции витаминов различной этиологии, повышение потребности в витаминах в результате физических, нервно-психических нагрузок, особых климатических условий.

На больших высотах, например, у альпинистов наблюдается изменение, а иногда и извращение вкуса. Это обусловлено снижением порогов вкусовой чувствительности. Наличие нормального аппетита, т. е. ощущения потребности в пище, присуще практически здоровому человеку. Его снижение, а иногда и полное исчезновение на высоте — неблагоприятный признак, свидетельствующий о недостаточной акклиматизации, развитии горной болезни, высотной детериорации и других патологических состояний. Особенно плохим аппетит бывает по утрам

---

---

после пробуждения. С наступлением акклиматизации он, как правило, улучшается.

При длительном пребывании на больших высотах развивается хроническое обезвоживание организма. В горных условиях повышается потребность организма в воде в связи с усиленным ее расходом. Организм теряет воду с мочой, калом, потом, рвотой (в случае острой горной болезни), при неощутимой кожной перспирации и через легкие. Последний путь является основным, так как практически сухой воздух насыщается водяными парами в легких и при усиленном дыхании теряется повышенное количество влаги. Недостаточное потребление жидкости на высоте ведет к нарушению водного баланса и развитию постепенного обезвоживания организма, что в конечном итоге отрицательно сказывается на самочувствии и работоспособности. Эффект дегидратации обычно сочетается и усиливается в результате комбинированного воздействия других факторов гор. Существует мнение, что адаптации человека к дегидратации не происходит [30].

Индивидуальная высокогорная адаптация обуславливает существенные сдвиги и со стороны нервной и эндокринной систем. В частности, установлено, что на высотах повышается глюкокортикоидная и угнетается минералокортикоидная функции надпочечников [22]. Оценка психической деятельности говорит о сдвиге корковой нейродинамики в сторону возбудительного процесса и ослаблении тормозного, а также нарушение подвижности основных нервных процессов. Как отмечалось [29], вследствие длительного наличия гипоксии начинают страдать главным образом ткани и органы, высокочувствительные к недостатку кислорода, — мозг, сердце, легочные сосуды, печень. Специальные психофизиологические исследования адаптации человека к гипоксии свидетельствует, по мнению [15, 35], о снижении функции зрения, памяти, мышления, внимания, критичности в оценке ситуации, решения интеллектуальных задач, появляется примитивизация мышления и влечений, а это в принципе признаки вырождения человека как вида, проживающего на больших высотах [8].

Основной обмен. Длительное пребывание на больших высотах ведет к снижению основного обмена в результате угнетения функции щитовидной железы. Однако на больших высотах (3600 м и выше) основной обмен продолжает удерживаться на повышенном уровне. Потребность организма человека в энергии зависит от пола, возраста, температуры внешней среды, интенсивности ультрафиолетового излучения, характера питания и других факторов. Поэтому определить с достаточной точностью потребность организма в энергии сложно. При гипоксии вы-

явлено снижение температуры тела как следствие угнетения нервных центров гипоталамуса и механизмов терморегуляторного теплообразования. Отмечено и снижение вестибулярной устойчивости человека.

Температурный фактор. Не менее значимым фактором в условиях высокогорья является температурный режим. Для высокогорий независимо от того, к какому климатическому поясу они относятся, характерна более низкая температура среды. При подъеме в горы на каждые 100 м идет плавное понижение температуры на 0,6 °С. Однако не только снижение, но и резкое колебание ее в течение суток является наиболее характерной чертой горного климата. Суточный перепад температур в горах некоторые исследователи считают одним из важнейших факторов адаптации человека. Низкая температура вызывает снижение защитных реакций организма, что приводит к частым простудным заболеваниям, отморожениям, вызывает обострение скрыто протекающих инфекций.

На высотах существенно возрастают частота и интенсивность ветров. Средняя скорость ветра обычно составляет 3–5 м/с. Такие ветры не столь опасны, хотя их физиологический эффект очевиден. Изнуряют людей характерные для гор порывистые ветры, скорость которых нередко достигает 20–30 м/с. С увеличением высоты местности сила ветра возрастает. Ветер усиливает ощущение холода, степень разрежения воздуха и выраженность гипоксии. Ветер с песком, пылью, снегом, мелкоземом вызывает раздражение слизистых, отек, гиперемии, зуд. Трескаются и высыхают губы, щеки, ладони. Ветер способствует переохлаждению организма, развитию воспалительных явлений в бронхолегочной системе. Наблюдается анемопатия — отклонение от нормы в организме, связанная с усиленным обдуванием.

Действие ультрафиолета. Горный климат отличается от равнинного еще и тем, что с подъемом на высоту возрастает интенсивность солнечной радиации, в спектре которой особую значимость для человека представляют ультрафиолетовые лучи. На высоте 3000 м солнечная радиация в целом выше, чем на равнине, приблизительно на 30%, а интенсивность этих лучей на данной высоте увеличивается на 100%. Ультрафиолетовые лучи являются одним из мощных модификаторов горной среды, их воздействие имеет исключительно важное самостоятельное биологическое значение. Благодаря ультрафиолетовому облучению у человека поддерживается нормальный обмен кальция и фосфора вследствие образования в коже витамина Д. Но высокая ультрафиолетовая радиация нередко вызывает ожоги кожных покровов, век, глаз, слизистых оболочек, повышение температуры тела, мышечные и суставные боли, ощущается общее недомогание.

---

---

Влажность. Физиологически активным компонентом горного климата является сухость воздуха. Наблюдения показывают, что на высоте 2000 м влажность воздуха вдвое ниже, чем на уровне моря. На 6000 м воздух практически лишен водяных паров. Относительно высокая сухость воздуха на высотах поддерживается более низкой температурой атмосферного воздуха. В горах усиливается испарение влаги с поверхности кожи, слизистых, респираторного тракта. Человек испытывает неприятные ощущения в связи с сухостью поверхностей дыхательных путей и кожи, что ведет к большому потреблению жидкости.

При повышенных нагрузках и усиленном дыхании организм обезвоживается, а это может стать причиной нарушения водно-электролитного обмена. В респираторном эпителии верхних дыхательных путей происходят функциональные и морфологические изменения, характерные для воспалительного процесса, — деструкция клеток покровного эпителия, отек, инфильтрация лейкоцитами. Эти нарушения принимают черты хронического воспаления, которые сопровождаются перестройкой респираторного эпителия в многослойный плоский.

Отмеченные изменения являются основой для развития хронического поражения верхних дыхательных путей, что встречается у коренных жителей высокогорья [27]. Отмечено, что на высотах острые пневмонии протекают очень тяжело.

Атмосферный воздух содержит в своем составе пыль, микробы, газы и другие вредные для человека компоненты. Этих примесей особенно много в атмосфере крупных промышленных городов. Чем выше местность, тем меньше в атмосферном воздухе содержится примесей. Малое содержание разнообразных примесей в воздухе, увеличение холодного времени года по мере подъема высоты местности играют существенную роль в меньшей встречаемости разнообразных аллергических заболеваний в горных местностях. В этом отношении существенное значение принадлежит и меньшему распространению тех растений, которые в условиях равнины играют доминирующую роль в возникновении аллергических заболеваний.

Деторождаемость. Все вышеперечисленные факторы внешней среды высокогорий свидетельствуют о неблагоприятности проживания человека в ней, что подтверждается и демографическими данными, приведенными в работе [33], для современных популяций Южной Америки. Демографический анализ Боливии, Эквадора и Перу показал, что естественный прирост населения ниже в высокогорьях, чем на равнине, так как ниже рождаемость и выше смертность новорожденных. Несмотря на довольно высокий уровень приспособленности высокогор-

ных популяций к экстремальным условиям обитания, проявляющейся как в строении тела, так и в физиологических характеристиках, отмечается весьма значительный процент выкидышей, во много раз превышающий таковой у низинных популяций, что связано с влиянием гипоксии на развитие плода.

В развитии гипотрофии плодов у жителей высокогорья несомненное значение имеет хронический дефицит кислорода, зависящий от высоты местности. На высоте более 3500 м над уровнем моря в плаценте у матери под влиянием хронической гипоксии происходит массовое разрастание ворсин хориона. Это компенсаторный процесс, способствующий увеличению дыхательной поверхности плаценты. Но он эффективен только при условии обильной васкуляризации ворсин и их активного созревания. В этих случаях рождаются зрелые плоды с массой, близкой к норме или даже больше ее. Если ворсин мало или они плохо васкуляризованы, плацентарная недостаточность приводит к отставанию плода в развитии.

Как известно, в условиях средних высот благополучное вынашивание беременности и рождение здорового потомства возможно. Клинические наблюдения в горах Тянь-Шаня (высота до 2500 м над уровнем моря) дают основание считать, что в этих районах дети, рожденные и адаптированные к высокогорью, по некоторым функциональным характеристикам даже превосходят детей, родившихся в низкогорье. Однако имеются многочисленные факты, свидетельствующие о том, что масса плодов и темпы их роста во внутриутробном периоде в условиях высокогорий могут существенно отставать от тех, которые наблюдаются на уровне моря [26]. Причем отставание тем больше, чем выше местность.

Особенностью адаптации к гипоксии является постепенное ослабление функционального состояния различных систем, которые в начальном периоде претерпевают значительные изменения. Причиной этого может быть снижение чувствительности нервных центров к гипоксическим стимулам. Основой такого постепенного приспособительного снижения чувствительности является адаптация тканей: повышение активности тканевых ферментов, изменение характера метаболических процессов, повышение общей резистентности нервных клеток [6]. Большую роль в формировании гомеостатических механизмов в процессе адаптации к гипоксии играет вегетативная нервная система.

Адаптационные изменения, возникающие в первый период пребывания человека в условиях высокогорья, зависят как от высоты, так



---

---

и от индивидуальных морфофункциональных особенностей и характеризуются интенсификацией деятельности жизненно важных функциональных систем, ответственных за поддержание кислородного режима организма. Пути индивидуальной адаптации при кратковременном пребывании человека в условиях высокогорья и постоянном обитании в горном регионе могут различаться [3]. При значительной кислородной недостаточности может возникнуть совокупность физиологических расстройств, которые называются горной, или высотной болезнью.

Эволюционно человек является типично равнинным организмом, и из высших приматов лишь макака резус в Северной Индии и павианы гамадрилы в Эфиопии поднимаются до высоты 2000 м над уровнем моря. Климатические условия зимнего высокогорья трудносовместимы с возможностями выживания, и многие теплокровные покидают большие и средние высоты, мигрируя в низкогорья и долины рек. В этот процесс сезонных миграций, безусловно, был вовлечен и первобытный человек, используя охоту как основной источник существования. Продвигаясь в теплые сезоны года за дикими животными в горы, человек испытывал на себе воздействие отрицательных факторов высоты, естественно, не реагируя на них осознанно.

Современными исследованиями установлено, что достоверных признаков адаптации в виде стабильности числа эритроцитов и содержания гемоглобина в крови при подъеме на малые и даже средние высоты у человека нет. Эти показатели несколько увеличены у жителей Тянь-Шаня на высоте 2100–2200 м [20]. На этих высотах у них наблюдается некоторое снижение кислородного запаса и более низкое артериальное давление при физической работе, меньшее насыщение крови кислородом, а также отмечаются признаки экономизации кислородной деятельности. В то же время наблюдается довольно напряженная адаптивная реакция у людей, поднявшихся в горы с равнинной местности: учащается пульс и понижается артериальное давление, возрастает число эритроцитов и повышается газообмен. На высотах более 4000 м у здоровых людей наблюдались очаговые дистрофии и микро-некрозы сердечной мышцы. Характерными являются легочная гипертензия и гипертрофия правого желудочка сердца, которая исчезает после возвращения на равнину [41]. Проявлением популяционной адаптации является изменение параметров дыхания, в частности снижение реакции на гипоксию — «гипоксическая глухота» человека [37]. Практически по всем показателям у человека наблюдаются физиологические сдвиги (см. таблицу).

### Основные физиологические сдвиги у человека при адаптации к высокогорью [23, 38, 40]

№ № пп	Физиологические функции	Постоянные жители и аборигены высот
1	Пульс	Урежен
2	Артериальное давление	Снижено
3	Гипертрофия правой половины сердца	Значительная
4	Легочная вентиляция	Повышена
5	Потребление кислорода	Снижено
6	Число эритроцитов	Увеличено
7	Количество гемоглобина	Увеличено
8	Объем циркулирующей плазмы	Повышен
9	Объем циркулирующих эритроцитов	Повышен
10	Давление в легочной артерии	Увеличено
11	Гематокрит	Понижен
12	Основной обмен	Понижен

*Заключение.* Таким образом, высокогорная адаптация, как адаптация к эволюционно чуждой для человека среде, мобилизует значительную часть функциональных резервов человеческого организма и существенно ограничивает его работоспособность. Небезосновательной представляется точка зрения [36], рассматривавшего перестройки физиологических функций организма в условиях высокогорья не как признак адаптации, а как показатель хронической горной болезни. К этому следует добавить типично горные эндемические заболевания, связанные, например, с микроэлементной недостаточностью. Именно поэтому среда обитания первобытного человека палеолитического возраста надежно фиксируется по археологическим находкам, обнаруженным в переходных зонах — низкогорьях горных сооружений.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Авакян Г. Е. Люди и горы. М. : Мысль, 1989. 230 с.
2. Агаджанян Н. А., Исабаева В. А., Елфимов А. И. Хеморецепторы, гемокоагуляция и высокогорье. Фрунзе : Изд-во «Илим», 1973. 282 с.
3. Агаджанян Н. А. Человеку жить всюду. М. : Советская Россия, 1982. 305 с.
4. Агаджанян Н. А., Елфимов А. И. Функции организма в условиях гипоксии и гиперкапнии. М. : Медицина, 1986. 272 с.

- 
- 
5. Алиев М. А. В кн.: Проблемы влияния высокогорья на организм. Фрунзе, 1961. С. 13–22.
  6. Барбашова З. И. Акклиматизация к гипоксии и ее физиологические механизмы. М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1960. 216 с.
  7. Барышников Г. Я. Развитие рельефа переходных зон горных стран в кайнозое (на примере Горного Алтая). Томск : Изд-во Томск. гос. ун-та, 1992. 182 с.
  8. Барышников Г. Я. Рельеф переходных зон горных сооружений. Барнаул : Изд-во Алт. гос. ун-та, 1998. 194 с.
  9. Барышников Г. Я., Киселев В. Д. Закономерности распространения палеолитических памятников на азиатском континенте: связь происхождения и развития человека с рельефом // Известия Сиб. отд. РАН. Сер.: История, филол. и филос. Новосибирск, 1993. № 3. С. 40–45.
  10. Барышников Г. Я., Кунгуров А. Л., Маркин М. М., Семибратов В. П. Палеолит Горной Шории. Барнаул : Изд-во Алт. гос. ун-та, 2005. 279 с.
  11. Барышников Г. Я., Малолетко А. М. Археологические памятники Алтая глазами геологов. Томск : Изд-во Томск. гос. ун-та, 1997. Ч. 1. 164 с.
  12. Барышников Г. Я., Малолетко А. М. Археологические памятники Алтая глазами геологов. Томск : Изд-во Томск. гос. ун-та, 1998. Ч. 2. 279 с.
  13. Бельченко Л. А. Адаптация человека и животных к гипоксии разного происхождения // Соросовский образовательный журнал. 2001. № 7. С. 33–39.
  14. Бреслав И. С. Паттерны дыхания. Л. : Наука, 1984. 206 с.
  15. Вишневецкий Н. А. Цит. по В. Б. Малкину. Острая гипоксия. Экологическая физиология человека. Адаптация человека к экстремальным условиям среды. М., 1979. С. 333–405.
  16. Колпаков Е. В., Лауэр Н. В. В кн.: Гипоксия. Киев, 1949. С. 122–127.
  17. Коржуев П. А. Эволюция, гравитация, невесомость. М. : Наука, 1971. 169 с.
  18. Кунгуров А. Л. Культуры палеолита-мезолита Северного Алтая. Культурно-генетические процессы в Западной Сибири. Томск : Изд-во Томск. гос. ун-та, 1993. С. 22–24.
  19. Лавик-Гудолл ван Дж. В тени человека. М. : Мысль, 1974. 228 с.
  20. Миррахимов М. М. Сердечно-сосудистая система в условиях высокогорья. Л. : Медицина, 1968. 159 с.
  21. Миррахимов М. М. Болезни сердца и горы. Фрунзе, 1971. 310 с.
  22. Миррахимов М. М. Высокогорная физиология и медицина. Фрунзе: Изд-во КГМИ, 1974. 68 с.
  23. Миррахимов М. М. Лечение внутренних болезней горным климатом. Л. : Медицина, 1977. 208 с.

24. *Сиротинин Н. Н.* В кн.: Гипоксия. Киев, 1949. С. 19–27.
25. *Сиротинин Н. Н.* Горная болезнь. БМЭ, 2-е изд., Т. VIII. М., 1958.
26. *Соколова Т. Л.* Изменение темпа роста плода и структура плаценты у постоянных жительниц высокогорья // Здравоохранение Киргизии, 1990. № 4. С. 12–16.
27. *Супруненко Ю. П.* Горам навстречу. М. : Знание, 1989. 159 с.
28. *Сушкин П. П.* Высокогорные области земного шара и вопрос о родине первобытного человека // Природа, 1928. № 3. С. 13–17.
29. *Трубников Г. В.* Пневмония, хронический бронхит, бронхиальная астма. Барнаул, 1996. 93 с.
30. Физиология человека в условиях высокогорья (руководство по физиологии) / под ред. О. Г. Газенко. М. : Наука, 1987. 520 с.
31. *Филатова Л. Г.* Исследования по физиологии высотной акклиматизации животных и человека. Фрунзе, 1961.
32. *Шуныхов М. В.* История изучения палеолита // Археологические исследования на Алтае : межвузовский сб. статей. Барнаул: Изд-во Алт. гос. ун-та, 1987. С. 9–25.
33. *Baker P. T.* Adaptation problems in Andean Human Populations. The Ongoing Evolution of Latin American Populations, Ed. F. M. Salzano. Springfield, Illinois. USA, 1971.
34. *Bryan A. L.* The Fluted-Point Tradition in the Americas — One of Several Adaptation to Late Pleistocene American Environments // Clovis: Origins and Adaptation. Center for the Study of the First American. Oregon, State Univ. Press, Corvallis, 1991. P. 15–33.
35. *McFerland R. A.* Humane factors in air transportation. N.-Y., 1953.
36. *Monge C.* Chronic mountain sickness // *Physiol. Revs.*, 1943. Vol. 23. P. 166–184.
37. *Chiodi H.* Respiratory adaptation to chronic high altitude hypoxia // *Appl. Physiol.*, 1957. Vol. 10. P. 81–87.
38. *Hurtado A.* Animals in high altitudes: resident man // *Handbook of physiology*. Sect. 4. Adaptation to environment. Washington, 1964. P. 843.
39. *Pugh L. G. C., Ward M. P.* *Lancet*, 1956. P. 1115–1121.
40. *Lenfant C.* High altitude adaptation in mammals // *Amer. Zool.*, 1973. Vol. 13. P. 447–456.
41. *Roy B, Guleria P.K.* Immediate circulatory response to high altitude hypoxia in man // *Nature*, 1968. Vol. 217. № 5134. P. 1177–1178.

## REFERENCES

1. *Avakyan G. E.* *Lyudi i gory*. М. : My`sl', 1989. 230 s.

2. *Agadzhanyan N. A., Isabaeva V. A., Elfimov A. I.* Xemoreceptory', gemokoagulyaciya i vy`sokogor`e. Frunze: Izd-vo "Ilim", 1973. 282 s.
3. *Agadzhanyan N. A.* Cheloveku zhit` vsyudu. M. : Sovetskaya Rossiya, 1982. 305 s.
4. *Agadzhanyan N. A., Elfimov A. I.* Funkcii organizma v usloviyax gipoksii i giperkapnii. M. : Medicina, 1986. 272 s.
5. *Aliev M. A.* V kn.: Problemy` vliyaniya vy`sokogor`ya na organizm. Frunze, 1961. S. 13–22.
6. *Barbashova Z. I.* Akklimatizaciya k gipoksii i ee fiziologicheskie mexanizmy`. M. ; L. : Izd-vo AN SSSR, 1960. 216 s.
7. *Bary`shnikov G. Ya.* Razvitie rel`efa perexodny`x zon gornny`x stran v kajnozoe (na primere Gornogo Altaya). Tomsk : Izd-vo Tomsk. gos. un-ta, 1992. 182 s.
8. *Bary`shnikov G. Ya.* Rel`ef perexodny`x zon gornny`x sooruzhenij. Barnaul : Izd-vo Alt. gos. un-ta, 1998. 194 s.
9. *Bary`shnikov G. Ya., Kiselyov V. D.* Zakonomernosti rasprostraneniya paleoliticheskix pamyatnikov na aziatskom kontinente: svyaz` proisxozhdeniya i razvitiya cheloveka s rel`efom // Izvestiya Sib. otd. RAN. Ser.: Istoriya, filol. i filos. Novosibirsk, 1993. № 3. S. 40–45.
10. *Bary`shnikov G. Ya., Kungurov A. L., Markin M. M., Semibratov V. P.* Paleolit Gornoj Shorii. Barnaul : Izd-vo Alt. gos. un-ta, 2005. 279 s.
11. *Bary`shnikov G. Ya., Maloletko A. M.* Arxeologicheskie pamyatniki Altaya glazami geologov. Tomsk : Izd-vo Tomsk. gos. un-ta, 1997. Ch. 1. 164 s.
12. *Bary`shnikov G. Ya., Maloletko A. M.* Arxeologicheskie pamyatniki Altaya glazami geologov. Tomsk : Izd-vo Tomsk. gos. un-ta, 1998. Ch. 2. 279 s.
13. *Bel`chenko L. A.* Adaptaciya cheloveka i zhivotny`x k gipoksii raznogo proisxozhdeniya // Sorosovskij obrazovatel`ny`j zhurnal. 2001. № 7. S. 33–39.
14. *Breslav I. S.* Patterny` dy`xaniya. L. : Nauka, 1984. 206 s.
15. *Vishnevskij N. A.* Cit. po V. B. Malkinu. Ostraya gipoksiya. E`kologicheskaya fiziologiya cheloveka. Adaptaciya cheloveka k e`kstremal`ny`m usloviyam sredi`. M., 1979. S. 333–405.
16. *Kolpakov E. V., Laue`r N. V.* V kn.: Gipoksiya. Kiev, 1949. S. 122–127.
17. *Korzhuev P. A.* E`volyuciya, gravitaciya, nevesomost`. M. : Nauka, 1971. 169 s.
18. *Kungurov A. L.* Kul`tury` paleolita-mezolita Severnogo Altaya. Kul`turno-geneticheskie processy` v Zapadnoj Sibiri. Tomsk : Izd-vo TGU, 1993. S. 22–24.
19. *Lavik-Gudoll van Dzh.* V teni cheloveka. M. : My`sl', 1974. 228 s.
20. *Mirraximov M. M.* Serdechno-sosudistaya sistema v usloviyax vy`sokogor`ya. L. : Medicina, 1968. 159 s.
21. *Mirraximov M. M.* Bolezni serdca i gory`. Frunze, 1971. 310 s.

22. *Mirraximov M. M.* Vy` sokogornaya fiziologiya i medicina. Frunze : Izd-vo KGMI, 1974. 68 s.
23. *Mirraximov M. M.* Lechenie vnutrennix boleznej gorny`m klimatom. L. : Medicina, 1977. 208 s.
24. *Sirotnin N. N.* V kn.: Gipoksiya. Kiev, 1949. S. 19–27.
25. *Sirotnin N. N.* Gornaya bolezni. BME, 2-e izd., T. VIII. M., 1958.
26. *Sokolova T. L.* Izmenenie tempa rosta ploda i struktura placenty` u postoyanny`x zhitel`nicz vy` sokogor`ya // Zdravooxranenie Kirgizii, 1990. № 4. S. 12–16.
27. *Suprunenko Yu. P.* Goram navstrechu. M. : Znanie, 1989. 159 s.
28. *Sushkin P. P.* Vy` sokogorny`e oblasti zemnogo shara i vopros o rodine pervoby`tnogo cheloveka // Priroda, 1928. № 3. S. 13–17.
29. *Trubnikov G. V.* Pnevmoniya, xronicheskij bronxit, bronxial`naya astma. Barnaul, 1996. 93 s.
30. Fiziologiya cheloveka v usloviyax vy` sokogor`ya (rukovodstvo po fiziologii) / pod red. O. G. Gizenko. M. : Nauka, 1987. 520 s.
31. *Filatova L. G.* Issledovaniya po fiziologii vy` sotnoj akklimatizacii zhivotny`x i cheloveka. Frunze, 1961.
32. *Shun`kov M. V.* Istoriya izucheniya paleolita // Arxeologicheskie issledovaniya na Altae : mezhvuzovskij sb. statej. Barnaul : Izd-vo Alt. gos. un-ta, 1987. S. 9–25.
33. *Baker P. T.* Adaptation problems in Anden Human Populations. The Ongoing Evolution of Latin American Populations, Ed. F. M. Salzano. Springfield, Illinois. USA, 1971.
34. *Bryan A. L.* The Fluted-Point Tradition in the Americas — One of Several Adaptation to Late Pleistocene American Environments // Clovis: Origins and Adaptation. Center for the Study of the First American. Oregon, State Univ. Press, Corvallis, 1991. P. 15–33.
35. *McFerland R. A.* Humane factors in air transportation. N.-Y., 1953.
36. *Monge C.* Chronic mountain sickness // *Physiol. Revs.*, 1943. Vol. 23. P. 166–184.
37. *Chiodi H.* Respiratory adaptation to chronic high altitude hypoxia // *Appl. Physiol.*, 1957. Vol. 10. P. 81–87.
38. *Hurtado A.* Animals in high altitudes: resident man // *Handbook of physiology*. Sect. 4. Adaptation to environment. Washington, 1964. P. 843.
39. *Pugh L. G. C., Ward M. P.* *Lancet*, 1956. P. 1115–1121.
40. *Lenfant C.* High altitude adaptation in mammals // *Amer. Zool.*, 1973. Vol. 13. P. 447–456.
41. *Roy B, Guleria P. K.* Immediate circulatory response to high altitude hypoxia in man // *Nature*, 1968. Vol. 217. № 5134. P. 1177–1178.