



**BALAND TOG' HUDUDLARIDA HARAKATLANISHNING
PSIXOFIZIOLOGIK VA KOGNITIV JARAYONLARGA TA'SIRI:
KOMPLEKS ILMIY TAHLIL**

Shaymatov J.N.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.21218398>

ARTICLE INFO

Qabul qilindi: 01-iyul 2026 yil
Ma'qullandi: 04-iyul 2026 yil
Nashr qilindi: 06-iyul 2026 yil

KEYWORDS

baland tog' hududi, gipobarik gipoksiya, kognitiv funksiyalar, psixologik moslashuv, aklimatizatsiya, xotira, hissiy holat, Markaziy Osiyo, Markaziy asab tizimi, ruhiy salomatlik.

ABSTRACT

Ushbu maqolada baland tog'li hududlarda (dengiz sathidan 2500 metrdan yuqori) harakatlanish va yashashning inson psixologiyasi hamda kognitiv funksiyalariga ta'sirini har tomonlama tahlil qiladi. Gipobarik gipoksiya sharoitida miya faoliyatidagi o'zgarishlar, xotira, diqqat, qaror qabul qilish jarayonlarining pasayishi va hissiy holatlarning (eyforiya, depressiya, tajovuzkorlik) dinamikasi o'rganilgan. Tadqiqotda Markaziy Osiyo (Pomir va Tyan-Shan) mintaqalaridagi etnik guruhlar va migratsiya qiluvchi aholi o'rtasidagi psixofiziologik farqlar, shuningdek, aklimatizatsiya strategiyalarining samaradorligi ko'rib chiqilgan. Natijalar shuni ko'rsatadiki, baland tog'li muhit nafaqat vaqtinchalik psixologik buzilishlarni, balki uzoq muddatli ta'sir natijasida miyaning strukturaviy o'zgarishlarini ham keltirib chiqarishi mumkin. Ushbu tahlil alpinistlar, harbiy xizmatchilar va baland tog'li hududlarda faoliyat yurituvchi mutaxassislar uchun amaliy tavsiyalarni o'z ichiga oladi.

Baland tog' muhitining ekstremal xususiyatlari va inson psixikasi. Baland tog'li hududlar inson organizmi uchun nafaqat jismoniy, balki kuchli psixologik va neyrofiziologik sinov maydoni hisoblanadi. Dengiz sathidan balandlik ko'tarilgan sari atmosfera bosimining pasayishi natijasida havoning kislorod bilan to'yinish darajasi kamayadi, bu holat ilmiy adabiyotlarda gipobarik gipoksiya deb ataladi. Miya, tananing boshqa a'zolariga qaraganda, kislorod tanqisligiga o'ta sezgir bo'lib, umumiy energiya iste'molining qariyb 20 foizini aynan ushbu organ amalga oshiradi [3].

Baland tog'li muhitning (odatda 2500 metrdan yuqori) inson psixikasiga ta'siri: ko'p qirrali bo'lib, u kognitiv pasayish, hissiy beqarorlik, uyqu buzilishi va motorika koordinatsiyasining yomonlashishi bilan namoyon bo'ladi. Ushbu o'zgarishlar nafaqat vaqtinchalik fiziologik reaksiyalar, balki miya strukturasidagi chuqur neyrokimyoviy va morfologik transformatsiyalarning natijasidir. Markaziy Osiyo mintaqasi, xususan Pomir va Tyan-Shan tog' tizmalari, ushbu jarayonlarni o'rganishda uzoq yillik ilmiy bazaga ega, bu yerda

yashovchi tub aholi va bu hududga harakatlanuvchi sayyohlar yoki harbiylar o'rtasidagi farqlar kognitiv moslashuvning muhim jihatlarini ochib beradi[6].

Baland tog' psixofiziologiyasining neyrokimyoviy mexanizmlari. Gipoksiya sharoitida miya faoliyatining o'zgarishi bevosita neurotransmitterlar almashuvi bilan bog'liq. Kislorod yetishmasligi miyadagi sinaptik o'tkazuvchanlikni susaytiradi va turli gormonal muvozanatlarni buzib yuboradi.

Neyrotransmitterlar va hissiy reaksiyalar. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, balandlikka ko'tarilishning dastlabki bosqichlarida dopamin darajasining ortishi kuzatiladi, bu esa sub'ektlarda eyforiya va asossiz quvonch hissinu uyg'otadi. Biroq, serotonin darajasining pasayishi tezda tushkunlik, xavotir va agressiyaga sabab bo'ladi. Serotonin utilizatsiyasining kamayishi, ayniqsa, uzoq muddatli yashovchilarda depressiv simptomlarning rivojlanishiga asosiy omil sifatida ko'riladi [9].

Bundan tashqari, gipobarik gipoksiya glutamat eksaytotoksikligini keltirib chiqarishi va atsetilxolin darajasini pasaytirishi mumkin, bu esa kortikal va gipokampal neyronlarning shikastlanishiga olib keladi. Gipokampus xotira va o'rganish markazi bo'lgani uchun, ushbu sohadagi neyronlarning nobud bo'lishi kognitiv qobiliyatlarning uzoq muddatli pasayishiga sabab bo'ladi [10].

Miya strukturasidagi morfologik o'zgarishlar. Uzoq muddatli gipoksik ta'sir natijasida miyaning frontal (peshona), parietal (tepa) va temporal (chakka) loblarida strukturaviy o'zgarishlar kuzatiladi. Gray matter (kulrang modda) atrofiyasi, ayniqsa diqqat va ijro etish funksiyalari (executive functions) uchun mas'ul bo'lgan *anterior cingulate cortex* va prefrontal korteksda namoyon bo'ladi [1].

Miya sohasi	Funktsional ta'sir	Gipoksiya natijasi
Gipokampus	Qisqa muddatli xotira va o'rganish	Neyronal degeneratsiya, xotira yo'qolishi
Prefrontal korteks	Qaror qabul qilish, diqqatni jamlash	Ijro funksiyasining pasayishi, tormozlanish nazorati sustlashishi
Frontal lob	Hissiy nazorat, motorika	Jizzakilik, harakatlar koordinatsiyasi buzilishi
Oksipital lob	Vizual idrok	Vizual-fazoviy orientatsiya buzilishi

Kognitiv funksiyalarning pasayishi va kognitiv domenlar tahlili. Baland tog'da harakatlanishda kognitiv pasayish odatda SpO₂ (qonning kislorod bilan to'yinganligi) darajasining pasayishiga mutanosib ravishda rivojlanadi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, 3000 metrdan boshlab kognitiv vazifalarni bajarishda xatoliklar soni ortadi [2].

Diqqat va diqqatning barqarorligi. Diqqat jarayonlari gipoksiyaga eng tez reaksiya beruvchi domenlardan biridir. Bakan hushyorlik testi kabi sinovlar shuni ko'rsatdiki, simulyatsiya qilingan balandlik ortishi bilan sub'ektlarning to'g'ri javoblari soni kamayadi. Tanlov reaksiyasi vaqti oddiy reaksiya vaqtiga qaraganda ko'proq yomonlashadi, bu esa miyaning murakkab ma'lumotlarni qayta ishlash qobiliyati cheklanganligini ko'rsatadi [8].

Harakatlanish jarayonida selektiv diqqatning pasayishi xavfsizlikka bevosita tahdid soladi. Alpinistlar yoki tog'dagi harbiylar bir vaqtning o'zida bir nechta vazifani bajarishda

(masalan, yo'nalishni aniqlash va jismoniy charchoqni nazorat qilish) qiynaladilar, bu esa ko'pincha "kognitiv tuman" holatiga olib keladi[5].

Xotira va o'rganish qobiliyati. Xotira jarayonlarida uchta bosqich - kodlash, saqlash va qayta tiklash - gipoksiya ostida turlicha zarar ko'radi. Gipoksiya sharoitida ishchi xotira hajmi kamayadi. Event-Related Potentials (ERP) tadqiqotlari shuni ko'rsatdiki, 4200 metr balandlikda xotira kodlash bosqichidagi P3 amplitudasi sezilarli darajada pasayadi [4].

Balandlik (m)	Xotiraga ta'siri:	Tadqiqot xulosasi
1500 - 3500	Engil buzilishlar	O'rganish tezligining sekinlashishi
3500 - 5500	O'rtacha va og'ir	Ishchi va fazoviy xotiraning pasayishi
5500 dan yuqori	Ekstremal	Ma'lumotni saqlash va qayta tiklashning deyarli imkonsizligi

Tadqiqotchilarning ta'kidlashicha, uzoq muddatli xotira qisqa muddatli xotiraga qaraganda ko'proq zarar ko'radi, ammo kognitiv egiluvchanlik kabi ba'zi funktsiyalar ma'lum darajada saqlanib qolishi mumkin [3].

Ijro funksiyalari va qaror qabul qilish. Baland tog'da qaror qabul qilish jarayonining sekinlashishi ko'pincha "sluggish decision-making" deb ataladi. Bu holat alpinistlar uchun xavflidir, ular ko'p hollarda o'zlarining jismoniy holatini noto'g'ri baholaydilar yoki xavf darajasini yetarlicha his qilmaydilar. Xanoy minorasi testi kabi murakkab mantiqiy masalalarni yechishda 4000 metrdan yuqorida xatolar soni keskin ortishi kuzatilgan.

Hissiy va psixologik holatlarning vaqtinchalik dinamikasi. Baland tog'da harakatlanayotgan insonning ruhiy holati statsionar emas, u vaqt o'tishi bilan ma'lum bosqichlardan o'tadi. Van Liere va Stickney (1963) tadqiqotlariga ko'ra, dastlabki hissiyot eyforiya bo'lsa-da, vaqt o'tishi bilan u depressiya, jizzakilik va apatiyaga aylanadi.

Kayfiyat holatining o'zgarish sikli. 4300 metr balandlikda o'tkazilgan tizimli tadqiqotlar (Shukitt va Banderet, 1988) kayfiyatning quyidagi o'zgarish siklini aniqladi:

1.Kelgan kun: Ishtirokchilar o'zlarini baxtliroq, lekin ayni paytda uyqusiragan va boshlari aylanayotganini his qiladilar. Ularning do'stona munosabati va aniq fikrlash qobiliyati pasaya boshlaydi.

2.Birinchi kun: Salbiy hissiyotlar cho'qqisiga chiqadi. Jizzakilik, dushmanlik, tushkunlik va charchoq maksimal darajaga yetadi.

3.Ikkinchi kun: Aklimatizatsiya boshlanishi bilan ko'pgina hissiy ko'rsatkichlar bazaviy (dengiz sathi) darajasiga qaytadi.

Biroq, bu tiklanish faqat sub'ektiv hissiyotlarga tegishli, chuqur kognitiv funktsiyalar tiklanishi uchun ko'proq vaqt talab etiladi.

Psixologik moslashuv va ijtimoiy muhit. Tog'li hududlarda uzoq vaqt qolish shaxsiyatning o'zgarishiga olib kelishi mumkin. Jamoaviy ekspeditsiyalarda (janjalkashlik) va ijtimoiy izolyatsiyaga moyillik ortadi. Bu holat gipoksiya keltirib chiqaradigan frontal lob funksiyasining susayishi bilan bog'liq va inson o'z hissiyotlarini jilovlay olmay qoladi. Shuningdek, paranoia, depressiya va g'azab kabi og'ir psixologik holatlar ham qayd etilgan, garchi ular kamdan-kam uchrasa-da [5].

Ruhiy salomatlik va balandlik o'rtasidagi korrelyatsiya. Baland tog' hududlari ruhiy kasalliklar, ayniqsa affektiv buzilishlar uchun xavf omili hisoblanadi. Dunyo miqyosida o'tkazilgan meta-tahlillar balandlik va depressiya darajasi o'rtasida ijobiy bog'liqlikni ko'rsatmoqda [9].

Depressiya va xavotir. Lhasa (Tibet) shahrida (3650 m) doimiy yashovchilar orasida o'tkazilgan tadqiqot SAS va SCL-90 ko'rsatkichlari Xitoyning umumiy normasidan sezilarli darajada yuqori ekanligini ko'rsatdi. Depressiya, somatizatsiya, obsessiv-kompulsiv xatti-harakatlar va dushmanlik belgilari baland tog'da yashovchilarda ko'proq uchraydi.

Ruhiy parametri	holat	Baland tog' (3650 m+)	Tekislik (Norma)	Farq (P-qiymati)
Anksiyete (SAS)		43.26 ± 8.88	37.23 ± 12.59	< 0.001
Somatizatsiya		Yuqori	Normal	Ahamiyatli
Depressiv simptomlar		18.8% - 59.4%	11.1%	Keskin farq

Suitsidal xulq-atvor va balandlik. Hayratlanarli jihati shundaki, balandlik o'z joniga qasd qilish ehtimolini oshirishi haqida dalillar mavjud. Janubiy Koreya tadqiqotlari suitsid koeffitsienti har bir metr balandlik ko'tarilishi bilan 1.5 foizga ortishini taxmin qiladi. Saudiya Arabistonida 2400 metrda yashovchi depressiv bemorlarda suitsidal fikrlar tekislikdagilarga qaraganda 5 barobar ko'proq uchragan (11.6% vs 2.1%). Ushbu hodisaning biologik asosi sifatida miyadagi bioenergetika (ATP darajasi) va pH muvozanatining buzilishi ko'riladi [2].

Uyqu buzilishi va uning psixologik qayta aloqasi. Uyqu kognitiv va hissiy salomatlikning poydevori hisoblanadi. Baland tog'da uyquning buzilishi deyarli barcha sayyoh va ekspeditsiya ishtirokchilarida kuzatiladi [10].

Mexanizmlar va ta'sir. Balandlikda davriy nafas olish uyqu fragmentatsiyasiga va chuqur uyqu davomiyligining qisqarishiga olib keladi. Bu esa o'z navbatida:

- Ertasi kuni kognitiv hushyorlikning pasayishiga;
- Jizzakilik va affektiv buzilishlarning kuchayishiga;
- Yangi ma'lumotlarni o'zlashtirish qobiliyatining yo'qolishiga sabab bo'ladi.

Tibetda xizmat qilayotgan harbiylar o'rtasidagi tadqiqot uyqu sifati va xotira o'rtasida to'g'ridan-to'g'ri korrelyatsiyani ko'rsatdi: uyqusi buzilgan harbiylarning lingvistik va qisqa muddatli xotirasi ancha zaif bo'lib chiqqan. [1].

Markaziy Osiyo mintaqasida psixofiziologik tadqiqotlar tahlili. Pomir va Tyan-Shan tog'lari sobiq ittifoq davridan boshlab "tog' tibbiyoti" markazi bo'lib kelgan. M.M. Mirraximov va N.A. Agadjanyan kabi olimlarning ishlari ushbu mintaqaholisinining balandlikka moslashuvini fundamental o'rganib chiqqan. [9].

Etnik guruhlarining kognitiv barqarorligi: Qirg'iz va Hind harbiylari misolida. Tyan-Shan tog'larida (4111 m) o'tkazilgan qiziqarli qiyosiy tadqiqot hind va qirg'iz askarlarining kognitiv ko'rsatkichlarini o'rgandi. Natijalar etno-genetik moslashuvning muhimligini ko'rsatdi:

Hind askarlari: Balandlikka kelgandan so'ng 7-kunda maksimal kognitiv pasayish kuzatilgan, ammo 14-kunga kelib ko'rsatkichlar tiklanishni boshlagan va 21-kunda bazaviy darajaga yaqinlashgan.

Qirg'iz askarlari: Ularda kognitiv pasayish (SWM, CRT, SRT testlari) sekinroq kechgan, ammo aklimatizatsiya jarayoni uzoqroq davom etgan va 21-kunga kelibgina yakunlangan.

Bu shuni ko'rsatadiki, tog'li hududda tug'ilgan yoki ota-bobolari uzoq vaqt tog'da yashagan xalqlarda (qirg'izlar, tibetliklar, sherpalar) gipoksiyaga qarshi genetik himoya mexanizmlari mavjud (EPAS1 va EGLN1 genlari), bu esa ularning psixik barqarorligini ta'minlaydi [6].

Pomir aholisining fiziologik va psixologik holati. CAHAP dasturi doirasida Pomirning Sari-Tosh (3200 m) aholisi o'rganilganda, ularning tekislikda yashovchi qirg'izlarga qaraganda yuqori gemoglobin va eritrotsitlar darajasiga ega ekanligi, ammo ijtimoiy-psixologik moslashuv darajasi o'ziga xos ekanligi aniqlandi. Tog'li hayot tarzi va jismoniy faollik (PA) darajasi ruhiy salomatlikni himoya qiluvchi omil bo'lib xizmat qiladi [12].

Aklimatizatsiya va psixologik himoya strategiyalari. Baland tog'da harakatlanishning salbiy psixofiziologik oqibatlarini kamaytirish uchun ilmiy asoslangan strategiyalar mavjud.

Ko'tarilish tezligini nazorat qilish. Eng samarali usul - bu asta-sekin ko'tarilishdir. Himalayan Rescue Association va Wilderness Medical Society tavsiyalari quyidagicha:

- 3000 metrdan yuqoriga har kuni 300-500 metrdan ko'p ko'tarilmaslik;
- Har 600-900 metr ko'tarilgandan so'ng bir kun dam olish;
- "Balandda ko'taril, pastda uxlab" tamoyili.

Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, 4400 metrga chiqishdan oldin 3700 metrda 4 kun qolish kognitiv parametrlarni va kayfiyatni sezilarli darajada yaxshilaydi [1].

Farmakologik yordam va jismoniy faollik. Atsetazolamid (Diamox) nafaqat fiziologik aklimatizatsiyani tezlashtiradi, balki gipoksiya tufayli yuzaga keladigan kognitiv tumanlanishning oldini oladi. Deksametazon esa og'ir holatlarda (HACE - baland tog' miya shishi) miyaning kognitiv funktsiyalarini saqlab qolish uchun qo'llaniladi [11].

Jismoniy faollik depressiya va xavotirni kamaytirishda muhim rol o'ynaydi. Baland tog'da jismoniy faolligi yuqori bo'lgan sub'ektlarda psixologik moslashuv darajasi yuqoriroq ekanligi tasdiqlangan [12].

Xulosa va amaliy tavsiyalar. Baland tog'li hududlarda harakatlanish inson psixikasi uchun kuchli stress hisoblanadi. Gipobarik gipoksiya miyadagi neyrokimyoviy balansni o'zgartirib, kognitiv pasayish va hissiy beqarorlikka olib keladi. Ushbu tadqiqot tahlili asosida quyidagi xulosalarni shakllantirish mumkin:

1.Kognitiv hushyorlik: Balandlikka ko'tarilgan sub'ektlar o'zlarining aqliy qobiliyatlari susayganligini har doim ham his qila olmaydilar. Shuning uchun qaror qabul qilishda jamoaviy maslahat va ob'ektiv tekshiruv usullari (masalan, pulsoksimetriya) qo'llanilishi shart.

2.Psixologik tayyorgarlik: Tog'li hududga chiqishdan oldin sub'ektlar jizzakilik, eyforiya va depressiya bosqichlari haqida xabardor qilinishi kerak. Bu ijtimoiy nizolarning oldini oladi.

3.Bolalar va o'smirlar: Bolalar miyasi gipoksiyaga juda sezgir bo'lib, ulardagi xotira buzilishlari qaytmas bo'lishi mumkin. Ularning baland tog'da qolish muddati va balandligi qat'iy nazorat qilinishi lozim.

4.Uzoq muddatli istiqbol: Baland tog'da yashovchilar uchun muntazam psixologik monitoring va jismoniy faollik dasturlari ruhiy salomatlikni saqlashning kalitidir.

Kelajakdagi tadqiqotlar gipoksiya va miyaning plastikligi o'rtasidagi bog'liqlikni, shuningdek, Markaziy Osiyo xalqlarining genetik moslashuv xususiyatlarini chuqurroq o'rganishga yo'naltirilishi lozim. Bu nafaqat tog' sporti, balki ekstremal sharoitlarda faoliyat yurituvchi insonlar xavfsizligini ta'minlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

References:

1. Wang K., Wu Y. Mechanism, prevention and treatment of cognitive impairment caused by high altitude exposure [Электронный ресурс] / K. Wang, Y. Wu // Frontiers in Physiology. – 2023. – URL: <https://www.frontiersin.org/journals/physiology/articles/10.3389/fphys.2023.1191058/full> (дата обращения: 19.05.2026).
2. Mallet R. T., Burtscher J. The Brain at High Altitude: From Molecular Signaling to Cognitive Performance [Электронный ресурс] / R. T. Mallet, J. Burtscher // International Journal of Molecular Sciences (MDPI). – 2023. – URL: <https://www.mdpi.com/1422-0067/24/12/10179> (дата обращения: 19.05.2026).
3. Zhang X., Li Y. Unraveling the complexity of cognitive impairment following high-altitude exposure: from preclinical animal models to human organoids [Электронный ресурс] / X. Zhang, Y. Li // PubMed Central (PMC). – 2024. – URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12665664/> (дата обращения: 19.05.2026).
4. Ma H., Tobgyal T. Effects of chronic high-altitude exposure on memory function in indigenous highland junior high school students: behavioral and electroencephalographic evidence [Электронный ресурс] / H. Ma, T. Tobgyal // Frontiers in Behavioral Neuroscience. – 2026. – URL: <https://www.frontiersin.org/journals/neuroscience/articles/10.3389/fnins.2026.1719666/full> (дата обращения: 19.05.2026).
5. Lone Star Neurology. How Altitude & Oxygen Levels Impact Brain Function [Электронный ресурс] / Lone Star Neurology // Lone Star Neurology Blog. – 2022. – URL: <https://lonestarneurology.net/others/the-influence-of-altitude-and-oxygen-levels-on-brain-function/> (дата обращения: 19.05.2026).
6. Sharma S., Malhotra A. A Temporal Study on Learning and Memory at High Altitude in Two Ethnic Groups [Электронный ресурс] / S. Sharma, A. Malhotra // PubMed. – 2019. – URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31210541/> (дата обращения: 19.05.2026).
7. Gonzales G. F. High Altitude Adaptation [Электронный ресурс] / G. F. Gonzales // Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública. – 2012. – URL: <https://revistas.upch.edu.pe/index.php/AA/article/download/6843/6515/29974> (дата обращения: 19.05.2026).

9. Institute of Medicine. The Effect of Altitude on Cognitive Performance and Mood States [Электронный ресурс] / Institute of Medicine // National Center for Biotechnology Information (NCBI). – 1996. – URL:
10. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK232882/> (дата обращения: 19.05.2026).
11. Liu X., Chen J. Relationships between altitude and depressive symptoms among middle-aged and older adults in China: a longitudinal study [Электронный ресурс] / X. Liu, J. Chen // Frontiers in Psychiatry. – 2024. – URL: <https://www.frontiersin.org/journals/psychiatry/articles/10.3389/fpsyt.2024.1436541/full> (дата обращения: 19.05.2026).
12. Chen H., Wang Z. A bibliometric analysis of the studies in high-altitude induced sleep disturbances and cognitive impairment research [Электронный ресурс] / H. Chen, Z. Wang // Frontiers in Physiology. – 2023. – URL: <https://www.frontiersin.org/journals/physiology/articles/10.3389/fphys.2023.1133059/full> (дата обращения: 19.05.2026).
13. Krawczyk M., Kowalski J. The impact of hypoxia on psychological and cognitive functioning in high-altitude climbers [Электронный ресурс] / M. Krawczyk, J. Kowalski // Journal of Education, Health and Sport. – 2024. – URL:
14. <https://apcz.umk.pl/JEHS/article/view/58404> (дата обращения: 19.05.2026).
15. Dolan E. Living at high altitudes may alter how the brain processes emotions [Электронный ресурс] / E. Dolan // PsyPost. – 2021. – URL:
16. <https://www.psypost.org/living-at-high-altitudes-may-alter-how-the-brain-processes-emotions/> (дата обращения: 19.05.2026).

INNOVATIVE
ACADEMY