

ՀՏԴ 616.12-008.24.275.1(575.2)

DOI: 10.54503/0514-7484-2025-65.3-54

Օրգանիզմի կենսագործունեության առանձնահատկությունները թթվածնաքաղցի պայմաններում

Ն.Յու. Ադամյան

*Երևանի պետական համալսարան, կենսաբանության ֆակուլտետ, մարդու և
կենդանիների ֆիզիոլոգիայի ամբիոն
0025, ք. Երևան, Ե. Չարենցի փ., 8*

*Բանալի բաներ. թթվածնաքաղց, նյարդային համակարգ, շնչառություն, արյան հա-
մակարգ, սիրտ, հյուսվածքներ, կենսագործունեություն, ախտա-
բանական վիճակներ*

Թթվածնաքաղցը (հիպօքսիա) թթվածնի պարունակության նվազումն է օրգանիզմի հյուսվածքներում: Այն առաջանում է թթվածնի անբավարար մատակարարման կամ հյուսվածքների կողմից վերջինիս կլանման խանգարման դեպքում: Թթվածնաքաղցի ընթացքում առաջացած ախտաբանական վիճակը պայմանավորված է դեպի հյուսվածքներ թթվածնի անցման և դրա յուրացման խանգարմամբ, որի հետևանքով կենսական կարևոր օրգաններում առաջանում են անդառնալի փոփոխություններ: Թթվածնաքաղցը նկատվում է բավականին հաճախ և հիմք է ծառայում զանազան ախտաբանական գործընթացների առաջացման համար [1, 3, 8]: Թթվածնի անբավարարության նկատմամբ առավել զգայուն է նյարդային համակարգը: Այսպես, թթվածնի մատակարարումն ամբողջովին դադարելու դեպքում գլխուղեղի մեծ կիսագնդերի կեղևում լուրջ խանգարման ախտանշաններն ի հայտ են գալիս 2,5–3 րոպե անց: Կտրուկ փոխվում է օրգանիզմի բջիջների և հյուսվածքների նյութափոխանակությունը [2, 5]: Սրտի գործունեության խանգարումներն արտահայտվում են սրտի կծկումների հաճախացմամբ, ապա թուլացմամբ, առաջանում է, այսպես կոչված, թելանման անոթազարկ: Այլ դեպքերում սրտի հաճախակի կծկումները հանկարծակի փոխարինվում են ավելի դանդաղ անոթազարկով, որն ուղեկցվում է դեմքի խիստ գունատությամբ, սառը քրտինքով: Ձեռքերն ու ոտքերը սառչում են, պատճառ դառնում ուշագնացության [6, 7]: Որոշ թունավորումների դեպքում (օրինակ՝ մեթանի, կապտաթթվի գոլորշիների շնչում) արագորեն դադարում է կենսական կարևոր օրգանների (սիրտ, գլխուղեղ) ֆունկցիան [15]: Ծանր թթվածնաքաղցից հետո օրգանիզմի վիճակը պայմանավորված է գլխուղեղի մեծ կի-

սագնդերի կեղևում առաջացող փոփոխություններով: Թթվածնաքաղցի քրոնիկական ձևերը, որոնք առաջանում են արյան շրջանառության, շնչառության երկարատև անբավարարության և որոշ հիվանդությունների հետևանքով, դրսևորվում են հետցով, սրտխափոցով (ոչ մեծ ֆիզիկական բեռնվածության դեպքում), աշխատունակության նվազումով [17, 19, 20]:

Կարճատև թթվածնաքաղցը կարող է առաջանալ նաև օրգանիզմում թթվածնի տեղափոխությունը կամ յուրացումը խանգարող գործընթացների բացակայության դեպքում: Դա տեղի է ունենում, երբ կտրուկ մեծանում է թթվածնի պահանջը՝ կապված չափից ավելի մեծ ֆիզիկական ակտիվության հետ (ծանր ֆիզիկական աշխատանք, գերլարվածություն և այլն), [15]:

Թթվածնաքաղցի պատճառ կարող է լինել օդում թթվածնի անբավարարությունը, օրինակ՝ մեծ բարձունքներ հաղթահարելիս, հանքահորերում, ջրհորերում աշխատելիս և այլն: Երբեմն թթվածնաքաղցը կարող է առաջանալ շնչուղիները օտար մարմնով, լորձով խցանվելիս, բրոնխների կծկանքի, թոքերում սկսվող ախտաբանական գործընթացների դեպքում (այտուց, բորբոքում), երբ կտրուկ փոքրանում է թոքերի շնչառական մակերեսը, ինչպես նաև շնչառական համակարգի այլ խանգարումների ժամանակ [11]: Սուր թթվածնաքաղց նկատվում է մեծ քանակությամբ արյան կորստի, սրտամկանի ինֆարկտի և այլ ծանր վիճակներում, ինչպես նաև ածխածնի օքսիդով (շմուղ գազ) թունավորվելիս, որի հետևանքով խանգարվում է հյուսվածքներին թթվածին մատակարարելու արյան ունակությունը [4, 10]: Ամենախնտենսիվ նյութափոխանակությամբ օրգանիզմներ ունեն ժամանակակից կաթնասունները, ինչպես նաև մարդը, թռչունները, որոնց հատուկ է բարձր զգայնություն ներշնչվող օդում թթվածնի նկատմամբ: Նշված օրգանիզմներում ներշնչվող օդի թթվածինը բավարարում է օրգանիզմի կենսագործունեության ֆիզիոլոգիական պահանջը: Այդ պատճառով, երբ ներշնչվող օդում թթվածինը քիչ է, օրգանիզմը դրան իսկույն արձագանքում է՝ կենտրոնացնելով համապատասխան հարմարվողական ռեակցիաները, օրգանիզմն ապահովելով թթվածնի անհրաժեշտ քանակով [9, 12]: Եթե վերոնշյալ ռեակցիաները չեն ապահովում պահանջվող թթվածնի քանակը, ի հայտ է գալիս գործառական համակարգերի խանգարում, առաջին հերթին կենտրոնական նյարդային համակարգի: Ընդհանուր առմամբ այս բոլոր խանգարումները հանգեցնում են լեռնային հիվանդության, որի ախտանիշներն են՝ հոգնածություն, ախորժակի կորուստ, աղմուկ ականջներում, աչքերի մթագնում, գլխապտույտ, թուլություն, սրտխառնոց, շնչարգելություն, գիտակցության կորուստ [6, 12]:

Մարդու մոտ, բացի վերոնշյալից, նկատվում է հոգեվիճակի անկում: Մարդը կորցնում է մտածողության զգացողությունը: Մարդու մոտ հի-

պօքսիկ վիճակը զարգանում է ոչ միայն լեռներում կամ թռիչքների ժամանակ, այլ նաև ֆիզիկական լարվածության, սպորտի տարբեր ձևերով ինտենսիվ մարզումների և իհարկե տարբեր հիվանդությունների ժամանակ:

Թթվածնաքաղցի ախտաբանական վիճակները զարգանում են շնչառական, արյան համակարգի, ինչպես նաև հյուսվածքների շնչառական ֆերմենտների գործունեության խանգարման ժամանակ [6, 16]:

Շնչառական համակարգի հիվանդությունների ժամանակ նվազում է PO_2 -ը ավելույին օդում, վատթարանում են ավելու-մագնոթային դիֆուզիան և արյան անցումը թոքերի չօդափոխվող հատվածներով [18]: Միրտ-անոթային հիվանդությունների ժամանակ հիպօքսիան զարգանում է շրջանառվող արյան ծավալի փոքրացման արդյունքում, սրտի հիվանդությունների ժամանակ: Արյան ֆունկցիաների խանգարման ժամանակ հիպօքսիան զարգանում է շրջանառվող հեմոգլոբինի նվազման արդյունքում [19]: Հիստոտոքսիկ հիպօքսիան զարգանում է հյուսվածքային ֆերմենտների ակտիվության անկման, հյուսվածքային շնչառության և հյուսվածքներում քիմիական պրոցեսների խանգարման արդյունքում:

Հիմնականում թթվածնաքաղցը զարգանում է այն օրգանների և համակարգերի խանգարման ժամանակ, որոնք անմիջականորեն կապված են օրգանիզմի գազափոխանակության հետ [5, 12]: Թթվածնաքաղցի ժամանակ կարևոր կոմպենսատոր փոխհատուցող մեխանիզմներից են.

1. շնչառական մեխանիզմներ՝ քեմոռեցեպտորների գրգռման արդյունքում շնչառական կենտրոնի գործունեության բարձրացում, որը բերում է շնչառության հաճախացման և խորացման,

2. հեմոդինամիկ մեխանիզմներ՝ սրտի աշխատանքի ուժեղացում, սրտի թոպեական ծավալի մեծացում, արյան ճնշման բարձրացում,

3. հեմատոզեն՝ էրիթրոցիտների քանակի բարձրացում, հեմոգլոբինի ավելացում,

4. հյուսվածքային՝ թթվածնով ուժեղ հագեցում:

Նշված կոմպենսատոր ռեակցիաներն իրականանում են ժամանակին և հաջորդաբար: Թթվածնաքաղցը, զարգանալով որպես տարբեր օրգանների և համակարգերի գործունեության խանգարման հետևանք, համարվում է յուրահատուկ խնդիր: Մեզ հիմնականում հետաքրքրում է հիպօքսիկ հիպօքսիան, այսինքն, երբ մարդու օրգանիզմը ենթարկվում է թթվածնաքաղցի՝ ներշնչվող օդում թթվածնի անբավարար քանակի պատճառով: Ներկայումս միլիոնավոր մարդիկ իրենց ողջ կյանքի ընթացքում մշտապես ենթարկվում են թթվածնաքաղցի: Երկիր մոլորակի ազգաբնակչության զգալի մասն ապրում է ծովի մակերևույթից որոշակի բարձրության վրա: Բարձրադիր գոտիների նվաճումը, ավիացիայի, տիեզերագնացության և տնտեսության զարգացումը բարձրադիր շրջաններում, աշխատանքը թունելներում և նմանատիպ այլ բնության գործունեություն,

յուն անհնար է առանց ֆիզիոլոգիական մեխանիզմների ուսումնասիրության և պրոֆիլակտիկ միջոցառումների մշակման, որոնք կապահովեն մարդու անվտանգությունը թթվածնաքաղցի անբարենպաստ պայմաններում: Հիպօքսիայի, ինչպես նաև այլ գործոնների ազդեցության ուսումնասիրության ժամանակ կարևոր պայմաններ են համարվում ազդող գործոնի աստիճանն ու տևողությունը: Բարձր աստիճանի հիպօքսիայի արագ ազդեցության ժամանակ զարգանում է սուր հիպօքսիկ անբավարարություն [7]: Ծագում են այնպիսի ախտանշաններ, ինչպես շնչարգելությունը, սրտի արագ աշխատանքը, գլխացավերը, սրտխառնոցը և շարժումների կոորդինացիայի խանգարումը: Քրոնիկ հիպօքսիան ծագում է լեռներում երկար ժամանակ մնալիս կամ էլ այնպիսի վայրում, որտեղ թթվածինը կանոնավոր չի մատակարարվում, արյան հիվանդությունների, սրտային և շնչառական անբավարարության ժամանակ: Քրոնիկ հիպօքսիայի ախտանշանների ժամանակ նկատվում է հոգնածություն և՛ մտավոր, և՛ ֆիզիկական աշխատանքի ժամանակ [13, 14, 18]:

Ըստ առաջացման պատճառների՝ թթվածնաքաղցը լինում է՝

1. Էկզոգեն (արտաքին)
2. Էնդոգեն (ներքին)

Էկզոգեն հիպօքսիան զարգանում է արտաքին միջավայրի պայմանների փոփոխության արդյունքում: Պայմանավորված է նաև թոքերում թթվածնի պարունակության, ալվեոլների օդափոխման փոփոխությամբ:

Էնդոգեն հիպօքսիան զարգանում է օրգանիզմի գործառական համակարգերի ֆիզիոլոգիական և ախտաբանական մի շարք փոփոխությունների հետևանքով [20, 22]:

Օրգանիզմի թթվածնային անբավարարությունը, անկախ դրա ծագումնաբանությունից, անխտիր հանգեցնում է կենտրոնական նյարդային համակարգի բջիջներում օքսիդացման պրոցեսների խանգարման: Նյութափոխանակության խանգարման ուղղվածությունն այս դեպքում նույնն է թթվածնաքաղցի բոլոր ձևերի ժամանակ: Ընդհանուր գծով այդ փոփոխությունները դանդաղեցնում են էներգետիկ կապերի սինթեզը՝ իջեցնելով բջջի էներգետիկական ներուժը և ճնշելով կենսասինթեզի գործընթացները: Այս ճնշումը հատկապես ցայտուն է դրսևորվում պլաստիկ նշանակության նյութերի՝ սպիտակուցների և նրանց կոմպլեքսների, ինչպես նաև տարբեր դասերի լիպիդների, այսինքն՝ բջջաթաղանթների կառուցվածքի մեջ մտնող նյութերի սինթեզման ժամանակ [21, 23, 24]:

Այսպիսով, հիպօքսիան մեր կյանքի անբաժան ուղեկիցն է: Իսկ մեր հանրապետության աշխարհագրական բարձրավանդակային դիրքն առաջացնում է միջավայրի չափավոր թթվածնային անբավարարություն, որն ավելի է դժվարացնում մարդկանց մոտ վերը նշված տարաբնույթ թթվածնաքաղցային իրավիճակը: Այդ պայմաններին օրգանիզմի կենսագործու-

նեոթյան հարմարեցման համար մշակված են մի շարք բուժիչ և կանխարգելիչ միջոցառումներ, այն է՝ կլիմայավարժեցումը, չափավոր հիպոքսիթերապիան, ինչպես նաև հակահիպոքսիկ բնական և արհեստական դեղամիջոցները, որոնք ուղղված են՝ մեղմելու օրգանիզմի հյուսվածքներում թթվածնաքաղցի ախտաբանական զարգացումները:

Ընդունված է 22.04.25

Особенности жизнедеятельности организма в условиях гипоксии

Н.Ю. Адамян

На современном этапе научно-технического прогресса значительно возросло воздействие на организм неблагоприятных факторов окружающей среды, среди которых особое место занимает кислородная недостаточность. Кислородное голодание – широко распространенное явление, выступающее центральным звеном в патологии многих заболеваний. Изучение тонких механизмов регуляции жизнедеятельности организма в условиях гипоксии является актуальным, так как способствует разработке новых адаптивных методов, которые позволят организму противостоять неблагоприятным условиям среды и сохранять свою работоспособность в этих условиях.

Features of the Vital Functions of the Body in Conditions of Hypoxia

N.Yu. Adamyan

At the present stage of scientific and technical progress, the impact of adverse environmental factors on the body has significantly increased, among which oxygen deficiency plays an essential role. Oxygen deficiency is a common phenomenon that acts as a critical target in the pathology of various diseases. The study of the subtle mechanisms of regulation of the body's vital activity under hypoxic conditions is extremely relevant, as it contributes to the development of new adaptive methods that will allow the body to withstand adverse environmental conditions and maintain its functionality in these conditions.

Գրականություն

1. *Беднов И.А., Шур В.Ю. и др.* Этиология и патогенез гипоксии: учебно-методическое пособие. Астрахань, 2024.
2. *Бурых Э.А.* Отражение резервных возможностей компенсации кислородного дефицита в динамике мозгового кровотока при острой гипоксии у человека. Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова, 2014, т. 100, 11, с. 1310–1323.
3. *Власова И.Г., Агаджанян Н.А.* Адаптация к гипоксии на клеточно-тканевом уровне. Нур. Med. J., 1995, т. 3, 2, с. 6–10.

4. Горанчук В.В., Шустов Е.Б., Андреева Л.И. и др. Биохимические детерминанты и механизмы развития экстремальной гипоксической гипоксии. Физиология человека, 1999, т. 25, 4, с. 118–129.
5. Грачёв В.И., Маринкин И.О., Севрюков И.Т. Влияние гипоксии на центральную нервную систему, органы и ткани с учетом возрастных особенностей. Текст научной статьи по специальности «Фундаментальная медицина», 2018, 19, с. 40–49.
6. Закончиков К.Ф. Адаптация. Гипоксия. Здоровье. М., 1996.
7. Литвицкий П.Ф. Гипоксия. Вопросы современной педиатрии, 2016, т. 15, 1, с. 45–58.
8. Лукьянова Л.Д., Чернобаева Г.Н., Романова В.Е. Влияние периодической адаптации к гипоксии на процессы окислительного фосфорилирования в митохондриях мозга крыс с различной устойчивостью к кислородной недостаточности. Бюл. эксп. биол. и мед. 1995, т. 120, 12, с. 572–575.
9. Малах О.Н., Крестьянинова Т.Ю. Биологические и социальные эффекты адаптации к гипобарической гипоксии, М., 2024.
10. Манухина Е.Б., Лямина Н.П., Долотовская П.В. и др. Роль оксида азота и окислительных свободных радикалов в патогенезе артериальной гипертензии. Кардиология, 2002, 11, с. 73–84.
11. Надточий Е.В. Повреждающее влияние гипоксии на состояние мукоцилиарного аппарата у больных бронхиальной астмой. Бюл. физиологии и патологии дыхания, 2015, 58, с. 30–33.
12. Сафонов В.А. Человек в воздушном океане, М., 2006.
13. Семин В.И., Степанова Ю.А. Перинатальная гипоксия: патогенетические аспекты и подходы к диагностике (обзор литературы). Часть I. Медицинская визуализация, 2015, 2, с. 95–105.
14. Сеньчукова М.А., Макарова Е.В. и др. Современные представления о роли гипоксии в развитии радиорезистентности злокачественных опухолей. Сибирский онкологический журнал, 2020, т. 19, 6, с. 141–147.
15. Сороко С.И. Перестройка интегративных механизмов регуляции физиологических функций организма человека в условиях экспериментальной и высокогорной гипоксии. В кн: Проблемы гипоксии: молекулярные, физиологические и медицинские аспекты, М., 2004.
16. Чеснокова Н.П., Понукалина Е.В., Бизенкова М.Н. Современные представления о патогенезе гипоксий. Классификация гипоксий и пусковые механизмы их развития. Саратовский Государственный Медицинский Университет, современные наукоемкие технологии, 2006, 5, с. 54–60.
17. Фролов Б.А. Гипоксия (учебное пособие). Международный журнал экспериментального образования, 2015, т. 2, 2, с. 198–200.
18. Чижов А.Я., Агаджанян Н.А. Физиология, патофизиология: гипоксия, гипо- и гиперкапния. Учебник для вузов, М., 2024.
19. Чуканова Е.И., Чуканова А.С., Родионова Д.М. Гипоксия и оксидантный стресс при недостаточности мозгового кровообращения и эффективные пути их коррекции. Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова, СПб., 2022, т. 122, 8, с. 35–40.
20. Шевченко Е.А., Ляляев В.А., Потемина Т.Е. Гипоксия и гипероксия в вопросах и ответах. Учебное пособие, 2013.
21. Boychuk CR., Mendelowitz D. Developmental changes in GABAergic neurotransmission to presympathetic and cardiac parasympathetic neurons in the brainstem. J. Neurophysiol., 2013, v. 110, № 3, pp. 672–679.
22. Lovering A.T., Fraigne J.J. et al. Medullary respiratory neural activity during hypoxia in NREM and REM sleep in the cat. J. Neurophysiol., 2006, № 95, pp. 803–810.
23. Naeije R. Physiological adaptation of the cardiovascular system to high altitude. Prog Cardiovasc Dis., 2010, v. 52, 6, pp. 456–466.
24. Uryumtsev D.Y., Gulyaeva V.V. et al. Effect of Acute Hypoxia on Cardiorespiratory Coherence in Male Runners PMID, 2020.