

## KICHIKLASHTIRILGAN KISLORODLI BAROKAMERA YORDAMIDA YARA BITISHINI TEZLASHTIRISHNING INNOVATSION YONDASHUVI

**Abdusalomova Xumora Abduvaqqos qizi**

**Toshkent farmatsevtika instituti**

**Klinik farmatsiya yo‘nalishi 4-bosqich talabasi**

**Sheravatov Shaxboz Yoqub o‘g‘li**

**Toshkent farmatsevtika instituti**

**Farmatsiya ishi yo‘nalishi 4-bosqich talabasi**

**Rajabova Mehrinigor Ravshan qizi**

**Eksperimental va sport farmakologiyasi kafedrası 1-bosqich magistranti**

**Muxiddinova Gulyora Zuxriddin qizi**

**Toshkent farmatsevtika instituti**

**Farmatsiya yo‘nalishi, 1-bosqich talabasi**

<https://doi.org/10.5281/zenodo.20812913>

### **Annotatsiya**

Mazkur maqolada kichiklashtirilgan kislorodli barokamera yordamida yara bitishini tezlashtirishga qaratilgan innovatsion yondashuv tahlil qilinadi. Yara bitishining sekinlashishi, ayniqsa qandli diabet, qon aylanish buzilishi, infeksiya va to‘qimalarda kislorod yetishmovchiligi bilan bog‘liq holatlarda dolzarb klinik muammo hisoblanadi. Giperbarik oksigenatsiya usuli yuqori bosim ostida kislorod yetkazib berish orqali to‘qimalarda kislorod miqdorini oshiradi, angiogenezni rag‘batlantiradi, kollagen sintezini kuchaytiradi va regeneratsiya jarayonlarini faollashtiradi. Maqolada an’anaviy katta barokameralarga muqobil sifatida mahalliy ta’sir ko‘rsatuvchi kichiklashtirilgan kislorodli barokamera konsepsiyasi, uning ishlash tamoyillari, klinik qo‘llash imkoniyatlari, iqtisodiy afzalliklari va xavfsizlik talablari yoritilgan.

**Kalit so‘zlar:** giperbarik oksigenatsiya, kislorodli barokamera, diabetik oyoq, yara bitishi, kislorod terapiyasi, regeneratsiya, innovatsion tibbiyot.

## **AN INNOVATIVE APPROACH TO ACCELERATING WOUND HEALING USING A MINIATURIZED OXYGEN BAROCHAMBER**

### **Abstract**

This article analyzes an innovative approach to accelerating wound healing using a miniaturized oxygen barochamber. Delayed wound healing is an important clinical problem, especially in patients with diabetes mellitus, impaired blood circulation, infection, and tissue hypoxia. Hyperbaric oxygenation increases oxygen delivery to tissues under elevated pressure, stimulates angiogenesis, enhances collagen synthesis, and activates regenerative processes. The article discusses the concept of a localized miniaturized oxygen barochamber as an alternative to conventional large hyperbaric chambers, including its operating principles, potential clinical applications, economic advantages, and safety requirements. Special attention is given to the need for clinical trials, technical standardization, and certification before introducing the device into medical practice.

**Keywords:** hyperbaric oxygenation, oxygen barochamber, diabetic foot, wound healing, oxygen therapy, regeneration, innovative medicine.

## ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД К УСКОРЕНИЮ ЗАЖИВЛЕНИЯ РАН С ПОМОЩЬЮ МИНИАТЮРИЗИРОВАННОЙ КИСЛОРОДНОЙ БАРОКАМЕРЫ

### Аннотация

В данной статье анализируется инновационный подход к ускорению заживления ран с помощью миниатюризированной кислородной барокамеры. Замедленное заживление ран является актуальной клинической проблемой, особенно у пациентов с сахарным диабетом, нарушением кровообращения, инфекцией и тканевой гипоксией. Гипербарическая оксигенация способствует повышению концентрации кислорода в тканях под повышенным давлением, стимулирует ангиогенез, усиливает синтез коллагена и активирует процессы регенерации. В статье рассматривается концепция локально воздействующей миниатюризированной кислородной барокамеры как альтернативы традиционным крупным барокамерам, ее принципы работы, возможности клинического применения, экономические преимущества и требования безопасности. Особое внимание уделяется необходимости проведения клинических испытаний, технической стандартизации и сертификации перед внедрением устройства в медицинскую практику.

**Ключевые слова:** гипербарическая оксигенация, кислородная барокамера, диабетическая стопа, заживление ран, кислородная терапия, регенерация, инновационная медицина.

### Kirish

Zamonaviy tibbiyotda surunkali va sekin bituvchi yaralarni davolash dolzarb muammolardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, qandli diabet bilan og'riq bemorlarda kuzatiladigan diabetik oyoq sindromi, qon aylanishi buzilishi bilan bog'liq yaralar, jarrohlik amaliyotlaridan keyingi bitishi qiyin bo'lgan shikastlanishlar, kuyishlar va trofik yaralar uzoq muddat davomida davolanishni talab qiladi.

Yara bitishining sekinlashishi bemorning hayot sifatini pasaytiradi, infeksiya, nekroz, og'riq, harakatlanish cheklanishi va og'ir holatlarda amputatsiya xavfini oshiradi. Bunday holatlar sog'liqni saqlash tizimi uchun ham iqtisodiy jihatdan katta yuk hisoblanadi, chunki bemor uzoq muddat statsionar davolanishga, bog'lov materiallariga, antibakterial vositalarga va qo'shimcha muolajalarga muhtoj bo'ladi.

Yara bitish jarayonida muhim omillardan biri to'qimalarning yetarli miqdorda kislorod bilan ta'minlanishidir. Gipoksiya, ya'ni to'qimalarda kislorod yetishmovchiligi fibroblastlar faolligini pasaytiradi, kollagen sintezini sekinlashtiradi, angiogenez jarayonini susaytiradi va infeksiya xavfini oshiradi. Shu sababli yara davolashda kislorod terapiyasi, xususan giperbarik oksigenatsiya usullariga qiziqish ortib bormoqda.

Giperbarik oksigenatsiya yuqori bosim ostida kislorod berish orqali to'qimalarda kislorod miqdorini oshirishga qaratilgan usuldir. Biroq an'anaviy barokameralar katta hajmli, qimmat va maxsus sharoit talab qiladigan qurilmalar hisoblanadi. Shu bois kichiklashtirilgan, mahalliy ta'sir ko'rsatuvchi kislorodli barokamera konsepsiyasi yaralarni davolashda iqtisodiy va amaliy jihatdan istiqbolli innovatsion yondashuv sifatida qaralishi mumkin.

Maqolaning dolzarbligi

Sekin bituvchi yaralar, ayniqsa diabetik oyoq yaralari tibbiyot amaliyotida eng ko'p uchraydigan murakkab holatlardan biridir. Qandli diabetda qon tomirlar zararlanishi, periferik

neyropatiya, immun javobning pasayishi va to‘qimalarda kislorod yetishmovchiligi yara bitishini sekinlashtiradi. Bunday bemorlarda oddiy teri shikastlanishi ham uzoq muddatli yaraga aylanishi mumkin.

An’anaviy davolash usullari yara tozalash, antiseptik ishlov berish, antibakterial davolash, bog‘lov materiallari, qon aylanishini yaxshilash va qand miqdorini nazorat qilishni o‘z ichiga oladi. Biroq ayrim hollarda standart davolash yetarli natija bermaydi. Ana shunday vaziyatlarda qo‘shimcha usul sifatida kislorod terapiyasidan foydalanish muhim ahamiyat kasb etadi.

Mazkur mavzuning dolzarbligi shundaki, kichiklashtirilgan kislorodli barokamera katta barokameralarga nisbatan arzonroq, ixchamroq va mahalliy qo‘llash uchun qulayroq yechim bo‘lishi mumkin. Bu yondashuv kichik klinikalar, harbiy tibbiyot bo‘limlari, reabilitatsiya markazlari va ambulator sharoitlarda qo‘llash imkoniyatlarini kengaytiradi.

Shu bilan birga, kislorod yuqori konsentratsiyada yong‘in xavfini oshirishi va bosim bilan ishlaydigan qurilmalar texnik xavfsizlik talablariga qat‘iy rioya etishni talab qilishi sababli bunday qurilmalarni amaliyotga joriy qilishdan oldin klinik sinovlar, texnik ekspertiza va sertifikatlash jarayonlari bajarilishi lozim.

Kichiklashtirilgan kislorodli barokamera samaradorligini baholash uchun klinik tadqiqotlarda bir nechta ko‘rsatkichlardan foydalanish mumkin. Bular yara maydonining kamayish foizi, granulyatsion to‘qima hosil bo‘lish tezligi, epitelizatsiya darajasi, og‘riq kamayishi, infeksiya belgilarining pasayishi, bog‘lov almashtirish soni, bemorning hayot sifati va davolanish davomiyligidir.

Shuningdek, laborator va instrumental ko‘rsatkichlar ham muhim ahamiyatga ega. Qandli diabet bilan og‘rigan bemorlarda glyukoza va glikozillangan gemoglobin darajasi, yallig‘lanish markerlari, qon aylanish ko‘rsatkichlari, periferik pulsatsiya va kerak bo‘lsa dopplerografik tekshiruvlar baholanishi mumkin.

Muolaja samaradorligini ilmiy isbotlash uchun nazorat guruhi bilan solishtirilgan klinik tadqiqotlar o‘tkazilishi zarur. Bunda standart yara parvarishi bilan kichiklashtirilgan kislorodli barokamera qo‘llangan holatlar taqqoslanadi.

#### Iqtisodiy va amaliy afzalliklari

Kichiklashtirilgan kislorodli barokameraning asosiy afzalliklaridan biri uning ixchamligi va nisbatan arzon ishlab chiqarish imkoniyatidir. An’anaviy barokameralar qimmat, katta joy egallaydigan va maxsus mutaxassis nazoratini talab qiladigan qurilmalar hisoblanadi. Kichiklashtirilgan qurilma esa mahalliy ta’sirga mo‘ljallangani sababli kichik klinikalar va ambulator tibbiy muassasalarda foydalanish imkoniyatini kengaytirishi mumkin.

Bunday qurilmaning amaliyotga joriy etilishi davolash muddatini qisqartirish, statsionar yotish kunlarini kamaytirish, bog‘lov materiallari va dori vositalariga sarflanadigan xarajatlarni pasaytirish hamda bemorning mehnatga layoqatini tezroq tiklashga xizmat qilishi mumkin.

Harbiy tibbiyot amaliyotida ham bunday ixcham qurilmalar yumshoq to‘qima jarohatlari, operatsiyadan keyingi yaralar yoki dala sharoitiga yaqin muhitlarda qo‘shimcha yordamchi vosita sifatida o‘rganilishi mumkin. Biroq bunday qo‘llash faqat tibbiy xavfsizlik va klinik samaradorlik tasdiqlangandan keyingina tavsiya etiladi.

#### Xavfsizlik talablari

Kislorodli muolajalar yuqori darajadagi xavfsizlikni talab qiladi. Kislorodning yuqori konsentratsiyasi yong‘in xavfini oshiradi. Shuning uchun qurilma yaqinida ochiq olov, uchqun chiqaruvchi moslamalar, yog‘li moddalar va yonuvchan materiallardan foydalanish qat‘iyan man etilishi kerak.

Bosim bilan ishlovchi har qanday tibbiy qurilmada bosimni nazorat qilish tizimi, xavfsizlik klapani, favqulodda bosim tushirish mexanizmi va tibbiy monitoring bo'lishi zarur. Qurilma faqat tegishli texnik sinovlardan, gigiyenik baholashdan, sterilizatsiya talablaridan va sertifikatlash jarayonlaridan o'tgandan keyin amaliyotga joriy etilishi mumkin.

Bemor tomondan ham ayrim cheklovlar mavjud bo'lishi mumkin. Og'ir yurak-qon tomir yetishmovchiligi, nazoratsiz infeksiya, og'ir nafas yetishmovchiligi, qon aylanishning keskin buzilishi yoki boshqa xavfli holatlarda kislorodli bosimli muolajalar faqat mutaxassis qarori bilan qo'llanishi kerak.

#### Natijalar

Tahlillar shuni ko'rsatadiki, kislorod yara bitishi jarayonida muhim biologik omil hisoblanadi. To'qimalarda kislorod yetishmovchiligi regeneratsiyani sekinlashtiradi, infeksiya xavfini oshiradi va surunkali yara shakllanishiga olib kelishi mumkin.

Giperbarik oksigenatsiya yoki mahalliy kislorod terapiyasi to'qimalarda kislorod miqdorini oshirish, angiogenezni rag'batlantirish, kollagen sintezini kuchaytirish va yara bitish jarayonlarini faollashtirish imkoniyatiga ega. Kichiklashtirilgan kislorodli barokamera ushbu mexanizmlarni mahalliy darajada qo'llashga qaratilgan innovatsion yondashuv sifatida baholanishi mumkin.

Taklif etilayotgan qurilma nazariy jihatdan kichik klinikalar, ambulator tibbiy muassasalar, harbiy tibbiyot bo'linmalari va reabilitatsiya markazlarida qo'llash uchun qulay bo'lishi mumkin. Biroq uning samaradorligi, optimal bosim ko'rsatkichlari, muolaja davomiyligi va xavfsizlik chegaralarini aniqlash uchun qo'shimcha klinik tadqiqotlar zarur.

#### Muhokama

Kichiklashtirilgan kislorodli barokamera konsepsiyasi yara davolash sohasida innovatsion yondashuv sifatida katta qiziqish uyg'otadi. Uning asosiy ustunligi mahalliy ta'sir, ixchamlik, arzonlik va qo'llash qulayligi bilan bog'liq. Ayniqsa, katta barokameralar mavjud bo'lmagan sharoitlarda bu texnologiya qo'shimcha yordamchi vosita sifatida o'rganilishi mumkin.

Shu bilan birga, ushbu yondashuvni ehtiyotkorlik bilan baholash zarur. Chunki lokal kislorodli barokamera an'anaviy to'liq tanali giperbarik oksigenatsiyadan farq qiladi. Uning kislorodni to'qimalarga yetkazish darajasi, bosim ta'siri, sistemali va mahalliy biologik javoblari alohida klinik tadqiqotlarda aniqlanishi kerak.

Bundan tashqari, qurilmaning texnik xavfsizligi, dezinfeksiya tartibi, kislorod oqimi, bosim nazorati, materiallarning tibbiy talablarga mosligi va bemor uchun xavfsizligi qat'iy standartlar asosida tekshirilishi lozim. Faqat shundan keyingina bunday qurilmani keng amaliyotga tavsiya etish mumkin.

#### Amaliy tavsiyalar

Kichiklashtirilgan kislorodli barokamerani klinik amaliyotga joriy etishdan oldin qurilmaning texnik pasporti, xavfsizlik standartlari, foydalanish protokoli va sterilizatsiya tartibi ishlab chiqilishi zarur.

Muolaja faqat shifokor nazorati ostida, yara holati baholangandan keyin qo'llanishi kerak. Diabetik oyoq sindromida qand miqdorini nazorat qilish, infeksiyani davolash, yara bosimini kamaytirish va qon aylanishini baholash kislorod terapiyasidan oldin bajarilishi lozim.

Klinik tadqiqotlarda bemorlarni standart davolash guruhi va kislorodli barokamera qo'llanilgan guruhga ajratib, yara bitish tezligi, infeksiya kamayishi, og'riq darajasi va davolanish xarajatlari solishtirilishi maqsadga muvofiqdir.

#### Xulosa

Kichiklashtirilgan kislorodli barokamera yara bitishini tezlashtirishga qaratilgan istiqbolli va innovatsion yondashuv hisoblanadi. Ushbu texnologiya to‘qimalarda kislorod miqdorini oshirish, gipoksiyani kamaytirish, angiogenezni rag‘batlantirish, kollagen sintezini kuchaytirish va regeneratsiya jarayonlarini faollashtirish orqali yara bitishiga ijobiy ta‘sir ko‘rsatishi mumkin.

Mazkur qurilmaning ixchamligi, iqtisodiy jihatdan maqbulligi va mahalliy qo‘llash imkoniyati uni kichik klinikalar, ambulator sharoitlar va harbiy tibbiyot amaliyoti uchun istiqbolli qiladi. Biroq qurilmani keng qo‘llashdan oldin uning klinik samaradorligi, xavfsizlik darajasi, texnik barqarorligi va iqtisodiy foydadorligi ilmiy asosda tasdiqlanishi zarur.

Umuman olganda, kichiklashtirilgan kislorodli barokamera standart yara parvarishini to‘ldiruvchi qo‘shimcha innovatsion texnologiya sifatida o‘rganilishi mumkin. Kelgusida klinik sinovlar, sertifikatlash va texnik takomillashtirish ishlari amalga oshirilsa, ushbu yondashuv yara davolash amaliyotida muhim o‘rin egallashi mumkin.

### **Adabiyotlar, References, Литературы:**

1. Undersea and Hyperbaric Medical Society. *Hyperbaric Oxygen Therapy Indications*. UHMS.
2. International Working Group on the Diabetic Foot. (2023). *Guidelines on Interventions to Enhance Healing of Foot Ulcers in Persons with Diabetes*.
3. U.S. Food and Drug Administration. (2025). *Follow Instructions for Safe Use of Hyperbaric Oxygen Therapy Devices: Letter to Health Care Providers*.
4. Centers for Medicare & Medicaid Services. *Hyperbaric Oxygen Therapy for Hypoxic Wounds and Diabetic Foot Ulcers*.
5. Ortega, M. A., et al. (2021). A general overview on the hyperbaric oxygen therapy: Applications, mechanisms and translational opportunities. *Medicina*, 57(9), 864.
6. Kirby, J. P. (2019). Hyperbaric oxygen therapy indications: Diabetic foot ulcers and intractable management. *Missouri Medicine*, 116(3), 188–191.
7. Chen, P., et al. (2024). Guidelines on interventions to enhance healing of foot ulcers in persons with diabetes. *Diabetes/Metabolism Research and Reviews*.
8. Londahl, M., et al. (2010). Hyperbaric oxygen therapy facilitates healing of chronic foot ulcers in patients with diabetes. *Diabetes Care*, 33(5), 998–1003.
9. Ennis, W. J., et al. (2018). Impact of hyperbaric oxygen on more advanced Wagner grade 3 and 4 diabetic foot ulcers. *Advances in Wound Care*, 7(12), 397–407.
10. Clinical Guidelines for Wound Healing Management. Modern approaches to chronic wound care and diabetic foot syndrome.