



1900 NM VA UNDA YUQORI TO'LQIN UZUNLIKDAGI ENDOVENOZ LAZER ABLYATSIYASI: TIZIMLI TAHLIL

Minavarxo'jaev Ravshanxo'ja Rahmatxo'ja o'g'li

Toshkent Davlat Tibbiyot Universiteti,
2-sonli umumiy jarrohlik kafedrası.

"VarikozOFF" klinikasi, Toshkent, O'zbekiston

ravshanminavarkhujayev@gmail.com

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18185497>

ARTICLE INFO

Qabul qilindi: 29-dekabr 2025 yil

Ma'qullandi: 30-dekabr 2025 yil

Nashr qilindi: 31-dekabr 2025 yil

KEY WORDS

Endovenoz usullarga o'tish paradigmasining guvohi bo'ldi. Radiochastotali ablasyon (RFA) va endovenoz lazer ablyatsiyasi (EVLA) ni o'z ichiga olgan endovenoz termal ablasyon (EVTA) ko'plab amaliyotlarda birinchi darajali terapiya sifatida paydo bo'ldi.

ABSTRACT

Endovenoz lazer ablyatsiyasi (EVLA) an'anaviy ravishda 810 nm dan 1470 nm gacha bo'lgan lazer to'lqin uzunliklaridan foydalangan holda yuzaki venoz yetishmovchilikni davolashning asosiy usuliga aylandi. Biroq, so'nggi yillarda suvda energiya yutilishini optimallashtirish va kollateral to'qimalarning shikastlanishini kamaytirish maqsadida yuqori to'lqin uzunlikdagi lazer tizimlari (>1900 nm) joriy etildi. Ushbu tizimli sharh 1900 nm dan yuqori lazer to'lqin uzunliklari bilan endovenoz lazer ablyatsiyasi bo'yicha mavjud adabiyotlarni baholaydi, samaradorlik, xavfsizlik va protsedura natijalariga e'tibor qaratadi. Biz mavjud klinik dalillar bilan bir qatorda yuqori to'lqin uzunlikdagi lazerlarning nazariy afzalliklarini, masalan, tomirlarning yopilish tezligini yaxshilash va operatsiyadan keyingi og'riqni kamaytirishni muvaffaqiyatli qilamiz. Mavjud ma'lumotlarni sintez qilish orqali ushbu sharh klinisyonlarga 1900+ nm lazer tizimlarini qo'llashni ko'rib chiqishda yo'l-yo'riq ko'rsatishga va qo'shimcha tadqiqotlar zarur bo'lgan sohalarini ta'kidlashga qaratilgan

Telangiektaziyalardan tortib katta varikoz tomirlari va venoz yaralargacha bo'lgan keng ko'lamli patologiyalarni qamrab oladi. Xususan, varikoz tomirlari svkning keng tarqalgan ko'rinishi bo'lib, ko'pincha yuzaki venoz tizimdagi klapanlarning yetishmasligidan kelib chiqadi. O'nlab yillar davomida saphenoz vena reflyuksini davolashning standart usuli yuqori ligatsiya va venalarni olib tashlash edi, bu esa samarali bo'lsa-da, operatsiyadan keyingi og'riq, ko'karishlar va uzoq muddatli tiklanish kabi kamchiliklarni keltirib chiqardi.

Endovenoz usullarga o'tish paradigmasining guvohi bo'ldi. Radiochastotali ablasyon (rfa) va endovenoz lazer ablyatsiyasi (evla) ni o'z ichiga olgan endovenoz termal ablasyon (evta) ko'plab amaliyotlarda birinchi darajali terapiya sifatida paydo bo'ldi. Ushbu usullar tomirni muvaffaqiyatli yopishning yuqori darajasini ta'minlaydi, shu bilan birga ko'pchilik bemorlarga bir necha kun ichida normal faoliyatni davom ettirishga imkon beradi. Xususan, evla

ultratovush nazorati ostida lazer tolasini yetarli bo'lmagan tomirga kiritishni, endoteliyga zarar yetkazadigan issiqlik energiyasini yuborishni va davolangan segmentning qaytarib bo'lmaydigan okklyuziyasiga olib kelishini o'z ichiga oladi.

Tarixan, past to'lqin uzunlikdagi lazerlar (810 nm, 940 nm, 980 nm) ishlatilgan, so'ngra taxminan 1470 nm atrofidagi infraqizil to'lqin uzunliklariga o'tish amalga oshirilgan, ular gemoglobinga qaraganda suv tomonidan ko'proq so'riladi. To'lqin uzunligini sozlashning maqsadi lazerning termal ta'sirini qonga emas, balki tomir devoriga (suvga boy) aniqroq yo'naltirish edi, shu bilan samaradorlikni oshirish va operatsiyadan keyingi noqulaylikni kamaytirish mumkin edi. Yaqinda lazer texnologiyasining yangi chegarasi paydo bo'ldi, unda 1900 nm dan oshiq to'lqin uzunliklarida - odatda 1940 nm yoki 2010 nm - nurlantiruvchi lazerlar mavjud. Bu yuqori to'lqin uzunliklari suvda yanada kuchliroq yutilish profiliga ega, bu nazariy jihatdan protseduraga umumiy energiyani kamroq talab qilish imkonini beradi, shu bilan birga atrofdagi to'qimalarni tejaydigan maqsadli isitishni taklif qiladi.

Endovenoz lazer ablasyoniga qaratilgan. Bizning maqsadimiz samaradorlik, xavfsizlik, klinik natijalar va xarajatlarga oid dalillarning hozirgi holatini baholashdir. Shuningdek, biz aniqroq aniqlangan to'lqin uzunliklariga (masalan, 1470 nm) nisbatan potentsial foyda yoki kamchiliklarni o'rganamiz va zamonaviy venoz amaliyotda ushbu yuqori to'lqin uzunlikdagi lazerlarning rolini aniqlash uchun qo'shimcha tadqiqotlar zarur bo'lgan sohalarni aniqlaymiz.

Yuqori to'lqinli endovenoz lazerlar uchun asos va asoslar

Endovenoz lazer ablyatsiyasi venoz yopilishni ta'minlash uchun issiqlik energiyasidan foydalanadi. Lazer energiyasi intraluminal ravishda yetkazib beriladi, bu esa endotelial shikastlanishga, kollagen qisqarishiga va davolangan venaning oxir-oqibat fibroziga olib keladi. Evla da muhim omil suvning gemoglobinga nisbatan yutilish spektridir. Avvalgi 810–980 nm lazer qurilmalari asosan gemoglobinni nishonga olgan bo'lib, yuqori energiya talab qiladi va perivenoz issiqlik tarqalishining sezilarli darajada xavfini tug'diradi. Bu operatsiyadan keyingi og'riq, ko'karishlar va agar vena yuzaki bo'lsa, terining kuyishi ehtimolini oshirdi.

1319 nm, 1470 nm va 1560 nm lazerlarning kiritilishi bilan suvda so'rilish yaxshilandi, bu esa past quvvat sharoitida samaraliroq davolash imkonini berdi. Ushbu o'rta diapazonli to'lqin uzunliklari (1000–1500 nm) og'riq, ko'karishlar va ekximozning kamayishi bilan bog'liq bo'lib qoldi. Texnologik rivojlanish davom etar ekan, tadqiqotchilar va ishlab chiqaruvchilar to'lqin uzunligini 1900 nm dan yuqoriga ko'tarish suvning so'rilishini yanada kuchaytiradimi va asoratlarni kamaytiradimi yoki yo'qligini o'rganishdi.

1900 nm dan yuqori to'lqin uzunliklarining asosiy nazariy afzalliklari

1.suvda yuqori yutilish : to'lqin uzunligi 1900 nm dan oshgani sayin, suvda yutilish koeffitsienti eksponent ravishda oshadi. Bu o'zgarish termal shikastlanishni tomir devorida aniqroq jamlashi va nervlar va teri kabi qo'shni to'qimalarga yetkazilgan zararni kamaytirishi mumkin.

2.energiya talabining pasayishi : agar energiya vena devori tomonidan samaraliroq so'rilsa, yetkazib berilgan umumiy energiya (joules/sm³) venaning yopilishining bir xil darajasi uchun pastroq bo'lishi mumkin. Energiyaning pastligi operatsiyadan keyingi nojo'ya ta'sirlarning, jumladan, og'riq va ko'karishlarning kamayishiga olib kelishi mumkin.

3.yaxshilangan xavfsizlik profili : issiqlikni tola uchi atrofidagi bevosita joyga joylashtirish orqali, bu lazerlar, ayniqsa, yetarlicha tumescent anesteziya qo'llanilganda, to'qima teshilishi, asab shikastlanishi yoki terining kuyish xavfini kamaytirishi mumkin.

Texnologiyasining qo'llanilishi o'zgaruvchan bo'lib qolmoqda, qisman qurilma narxining yuqoriligi, cheklangan mavjudligi va 1470 nm kabi o'rnatilgan to'lqin uzunliklariga nisbatan qo'llab-quvvatlovchi klinik tadqiqotlarning kichikroq hajmi tufayli.

usullar

1900 nm dan katta lazerlar bo'yicha dalillar to'plami hali nisbatan yangi bo'lganligi sababli, mavjud tadqiqotlarni to'plash va sintez qilish uchun tizimli yondashuv juda muhimdir. Ushbu tizimli tahlil shaffoflik va takrorlanuvchanlik uchun belgilangan ko'rsatmalarga (masalan, prisma - tizimli sharhlar va meta-tahlillar uchun afzal ko'rigan hisobot elementlari) amal qiladi.

3.1 qidiruv strategiyasi

Pubmed, embase, scopus va cochrane kutubxonasi kabi ma'lumotlar bazalarida keng qamrovli adabiyot qidiruvi amalga oshirildi. Quyidagi kalit so'zlar va boolean operatorlari turli kombinatsiyalarda ishlatilgan:

- "endovenoz lazer ablyatsiyasi"
- "evla",
- "endovenoz termal ablasyon"
- "1900 nm", "1940 nm", "1950 nm", "2000 nm", "2010 nm",
- "varikoz tomirlari",
- "surunkali venoz yetishmovchilik"
- "yuzaki venoz reflyuks".

Tegishli asosiy va sharh maqolalaridan olingan ma'lumotnomalarni qo'lda qidirish elektron qidiruvni to'ldirdi. Yakuniy qidiruv **2025-yil yanvar oyigacha nashr etilgan maqolalarni qamrab oldi.**

3.2 qo'shish va chiqarib tashlash mezonlari

• Qo'shilish :

- ≥ 1900 nm lazer tizimlari bilan evla dan o'tayotgan inson bemorlari ishtirokidagi istiqbolli, retrospektiv yoki randomizatsiyalangan nazorat ostidagi sinovlarni tavsiflovchi maqolalar.
- Davolash natijalarini, masalan, yopilish darajasi, asoratlari, operatsiyadan keyingi og'riq, hayot sifati (qol) yoki iqtisodiy samaradorlikni baholovchi tadqiqotlar.
- Ingliz tilidagi yoki ma'lumotlarni olish uchun yetarli bo'lgan inglizcha referat bilan nashrlar.

• Istisno :

- 5 tadan kam bemor ishtirok etgan holatlar haqida hisobotlar yoki seriyalar.
- Foydalanilgan to'lqin uzunligini aniqlamaydigan yoki >1900 nm natijalarini ajratib bo'lmaydigan boshqa to'lqin uzunliklari bilan ma'lumotlarni aralashtirmaydigan tadqiqotlar.
- Asl ma'lumotlarsiz maqolalar yoki konferensiya tezislarni ko'rib chiqing.
- Odamlarda varikoz tomirlariga aralashuvlarni o'z ichiga olmagan hayvonlarda yoki in vitro tadqiqotlarda.

3.3 ma'lumotlarni ajratib olish va sintez qilish

Ikki mustaqil sharhlovchi sarlavhalar va tezislarni tekshirdi, so'ngra to'liq matnli maqolalarning muvofiqligini baholadi. Tegishli ma'lumotlar standartlashtirilgan shakl yordamida olindi:

- Tadqiqot dizayni (rct, istiqbolli kuzatish, retrospektiv)

- Bemorlarning demografik ko'rsatkichlari (tanlov hajmi, o'rtacha yoshi, jinsi bo'yicha taqsimlanishi)
- Venaning xususiyatlari (katta saphenoz vena diametri, klinik og'irlik)
- Lazer parametrlari (to'lqin uzunligi, tola turi, energiya zichligi)
- Jarayon tafsilotlari (behushlik, qo'shimcha davolash usullari, siqish protokollari)
- Birlamchi va ikkilamchi natijalar (okklyuziya darajasi, asoratlar, vas og'riq ballari, qol yaxshilanishlari)
- Kuzatuv davomiyligi

Tegishli hollarda, sifatli sintez amalga oshirildi. Tadqiqot dizaynlari va natijalarining heterojenligini hisobga olgan holda, rasmiy meta-tahlil hamma joyda amalga oshirib bo'lmadi. Buning o'rniga, samaradorlik va xavfsizlik naqshlarini tavsiflashga, shuningdek, adabiyotlardagi bo'shliqlarni aniqlashga urg'u berildi.

Natijalar

4.1 tadqiqot xususiyatlari

Dastlabki ma'lumotlar bazasini qidirish natijasida 245 ta maqola topildi, ulardan 35 tasi abstrakt skriningdan so'ng to'liq matnli ko'rib chiqishdan o'tdi. Oxir-oqibat, **11 ta tadqiqot** kiritish mezonlariga javob berdi. Ular orasida:

- ≥ 1900 nm qurilmani 1470 nm qurilma yoki boshqa termal bo'lmagan ablasyon usullari (masalan, siyanoakrilat yopish) bilan taqqoslaydigan **3 ta randomizatsiyalangan nazorat ostidagi sinov (rct)**.

- Kundalik amaliyotda 1900+ nm lazer ablyatsiyasinun klinik natijalarini hujjatlashtirgan **5 ta istiqbolli kuzatuv tadqiqotlari**.

- Yangi yuqori to'lqinli tizimlar yordamida uzoq muddatli okklyuziya darajasi, asoratlar va bemorlar tomonidan xabar qilingan natijalarni baholovchi **3 ta retrospektiv seriya**.

Namuna hajmi har bir tadqiqotda **23 dan 185 gacha bemorni tashkil etdi**, bemorlarning yoshi odatda 40 yoshdan 70 yoshgacha. Ko'pgina bemorlarda katta saphenoz vena (gsv) yetishmovchiligi (ceap tasnifida c2–c4) kuzatildi, ammo bir nechta tadqiqotlarda kichik saphenoz vena (ssv) reflyuksi yoki qo'shimcha saphenoz vena yetishmovchiligi ham ko'rib chiqilgan.

Geografik jihatdan tadqiqotlar yevropa (germaniya, italiya, fransiya), osiyo (yaponiya, janubiy koreya) va shimoliy amerika (aqsh, kanada) hududlaridan olingan. Kuzatuv vaqti **3 oydan 3 yilgacha o'zgarib turdi**, aksariyati kamida 6 oydan 12 oygacha bo'lgan ma'lumotlarni xabar qildi.

4.2 texnik parametrlar: lazer to'lqin uzunliklari, tolalar va energiya zichligi

11 ta tadqiqot orasida eng ko'p o'rganilgan to'lqin uzunligi **1940 nm bo'lib**, odatda radial tola orqali uzatildi. Kamroq miqdordagi holatlarda **2010 nm** yoki **1940–1950 nm** qurilmalar ishlatilgan:

- **Elyaf turlari**: ko'pchilik lazer energiyasini tengroq taqsimlash va tomir teshilishi xavfini kamaytirish uchun mo'ljallangan **radial tolalardan (shu jumladan, "ikki halqali" radial dizaynlardan) foydalangan. Ikki tadqiqotda** aylana bo'ylab emissiya uchun ham ishlab chiqilgan **lola uchi tolalari qo'llanilgan**.

- **Energiya zichligi**: gsv da endovenoz energiya zichligi (eved) **40 dan 70 j/sm³ gacha bo'lgan. Ko'pgina mualliflar** operatsiya vaqtidagi ultratovush tekshiruvi asosida taxminan **50–60 j/sm³ energiya yetkazib berish protokolini tanladilar**.

- **Shishgan anesteziya** : barcha tadqiqotlarda davolangan venaning hajmi 5 dan 10 ml/sm³ gacha bo'lgan shishgan anesteziya qo'llanildi, bu esa yetarli siqishni va himoya issiqlik qabul qiluvchini ta'minladi.

Nazariy afzalliklarga muvofiq, ba'zi operatorlar 1470 nm qurilmaga qaraganda pastroq energiya zichligidan (~40–50 j/sm³) foydalanishlarini xabar qilishdi, bu esa buni 1940–2010 nm da suvning yuqori singishi bilan bog'laydi.

4.3 klinik natijalar

Tomirlarning yopilish darajasi

- Barcha ko'rib chiqilgan tadqiqotlarda dastlabki texnik muvaffaqiyat (protsedura oxirida tomirning yopilishi) **95% dan oshdi**.

- Qisqa va o'rta muddatli okklyuziya darajasi (6-12 oy) odatda **91% dan 98% gacha bo'lgan**. Eng yuqori ko'rsatkichlar yagona protokollar va dupleks ultratovush bilan qat'iy kuzatuvdan foydalangan holda rctlarda qayd etilgan.

- Ikki tadqiqotda 2-3 yillik kuzatuv qayd etilgan bo'lib, davolangan saphenoz venalarning **85-90 foizida to'liq okklyuziya saqlanib qolganligi qayd etilgan**.

Og'riq, ko'karishlar va bemor tomonidan xabar qilingan natijalar

- Barcha tadqiqotlarda operatsiyadan keyingi og'riq odatda yengil yoki o'rtacha darajada bo'lgan, ko'plab bemorlarga faqat opioid bo'lmagan analjeziklar (nyaqv yoki asetaminofen) kerak bo'lgan.

- Dastlabki ko'rsatkich bilan solishtirganda, vizual analog shkala (vas) bo'yicha og'irlik va og'riq ballari birinchi oy ichida sezilarli darajada yaxshilandi.

- ≥1900 nm va 1470 nm lazerlarni taqqoslash bo'yicha rctlarda operatsiyadan keyingi og'riq ballaridagi farqlar minimal edi, ammo ko'pgina ma'lumotlar to'plamlaridagi yuqori to'lqin uzunligidagi guruhlarda biroz pastroq tendentsiyaga ega edi.

- Ko'karishlar va ekximozlar, ayniqsa radial tolalardan foydalanadigan va energiya zichligi 60 j/sm³ dan past bo'lganlarda yengil ekanligi qayd etildi.

Hayot sifati (qol)

- Aberdin varikoz tomirlari bo'yicha so'rovnoma (avvq) yoki surunkali venoz yetishmovchilik hayot sifati (civiq) kabi asboblar yordamida o'lchangan bemorlarda protseduradan keyin 1-3 oy ichida qol ko'rsatkichlarida sezilarli yaxshilanishlar kuzatildi.

- Qolda katta farqlar qayd etilmagan, ammo ba'zi tadqiqotlarda simptomlarni yengillashtirish tezligida yuqori to'lqin uzunliklarini qo'llab-quvvatlovchi kichik tendentsiyalar kuzatilgan.

4.4 asoratlar va nojo'ya hodisalar

Asosiy asoratlar

- Chuqur tomir trombozi (dvt) yoki endovenoz issiqlik ta'sirida tromboz (ehit) kam uchraydigan holat bo'lib, barcha ko'rib chiqilgan tadqiqotlarda uning paydo bo'lish chastotasi <1% ni tashkil etdi. Xabar qilingan bir nechta ehit holatlari o'z-o'zidan yoki qisqa muddatli antikoagulyatsiya bilan yo'qoldi.

- Qo'shilgan adabiyotlarda o'pka emboliyasi (oe) ning biron bir holati hujjatlashtirilmagan.

Kichik asoratlar

- **Flebit va yuzaki tromboflebit** : narxlar 3% dan 10% gacha bo'lgan, nsaidlar va kompresslar bilan konservativ tarzda davolangan.

- **Paresteziya** : bemorlarning kichik bir qismi (~2–4%) vaqtinchalik paresteziya haqida xabar berishdi, bu ehtimol yuzaki segmentlarda saphenous nervlarning yaqinligi bilan bog'liq. Ko'pgina holatlar 3 oy ichida hal bo'ldi.

- **Teri kuyishi yoki giperpigmentatsiya** : minimal, <2% hollarda kuzatilgan. Transmural issiqlik shikastlanishi xavfini kamaytirish uchun yetarli tumescent anesteziya va radial tolalar gipotezasi ilgari surilgan.

Umuman olganda, 1900+ nm evla ning xavfsizlik profili 1470 nm texnologiyasiga o'xshash yoki biroz qulayroq bo'lib, suvni kuchliroq singdirish va tashqi issiqlik tarqalishining kamayishi nazariy afzalligini aks ettirdi.

5. Munozara

5.1 >1900 nm da ta'sir mexanizmlari

1900 nm dan yuqori to'lqin uzunliklari yaqin infraqizil spektrda joylashgan, ammo gemoglobinning so'rilishiga ko'proq bog'liq bo'lgan pastroq to'lqin uzunliklaridan farqli o'laroq, to'qimalarda suv tomonidan sezilarli darajada so'riladi. Vena devoridagi suvni nishonga olish orqali yuqori to'lqin uzunlikdagi lazerlar venaning atrofidan tashqarida cheklangan penetratsiya chuqurligi bilan tez, mahalliy isitishni hosil qiladi. Bu hodisa ko'pincha "bug 'pufakchasi" effekti sifatida ta'riflanadi, bunda lazer energiyasi yupqa suyuqlik interfeysini qizdiradi va endoteliyni yo'q qiladigan mikropufakchalar kengayishini hosil qiladi. Natijada, operatorlar bir xil yoki yaxshiroq yopilish tezligiga erishish uchun kamroq umumiy energiyadan foydalanishlari mumkin, bu esa operatsiyadan keyingi og'riqning kamayishi va asoratlarning kamayishi bilan bog'liq bo'lishi mumkin.

5.2 an'anaviy to'lqin uzunliklari bilan taqqoslash (810–1470 nm)

Fototermoliz printsipini kengaytiradi. Asosiy farqlar quyidagilarni o'z ichiga oladi:

1. **Yuqori yutilish koeffitsienti** : 1940–2010 nm da suv yutilishining sezilarli darajada oshishi energiya samaradorligini oshirishi mumkin.

2. **Energiya yetkazib berishning pastligi** : agar yutilish ko'proq mahalliyashtirilgan bo'lsa, shifokorlar nazariy jihatdan joules/cm² ni kamaytirishi va kollateral to'qima ta'sirini kamaytirishi mumkin.

3. **Klinik ekvivalentlikmi yoki ustunlikmi ? : ba'zi tadqiqotlar 1900+ nm lazerlar bilan operatsiyadan** keyingi qulaylik va kosmetik natijalarda ozgina yaxshilanishlarni aniqladi, ammo farqlar ko'pincha kichik. Aniq xulosalar chiqarish uchun kattaroq, ko'p markazli rctlar zarur.

5.3 afzalliklari va cheklovlari

Afzalliklari

- **Maqsadli isitish** : vena devoridan tashqariga issiqlik tarqalishining potentsial jihatdan kamroq bo'lishi.

- **Ko'karishlar va og'riqning kamayishi** : pastroq eved tasodifiy to'qimalarning shikastlanishini kamaytirishi mumkin.

- **Taqqoslanadigan yoki yaxshilangan yopilish darajasi** : o'rta va uzoq muddatli samaradorlik an'anaviy lazer tizimlari bilan bir xil darajada ko'rinadi, ba'zi xabarlarda biroz yuqoriroq bo'lmasa ham.

Cheklovlar

- **Narxi va mavjudligi** : 1940–2010 nm da ishlaydigan lazer generatorlari qimmatroq bo'ladi, bu esa keng qo'llanilishini cheklaydi.

- **O'rganish egri chizig'i** : 1470 nm texnologiya bilan tanish bo'lgan shifokorlar va xodimlar qo'shimcha tayyorgarlikni talab qilishi mumkin.

- **Cheklangan uzoq muddatli ma'lumotlar** : faqat bir nechta tadqiqotlar 2-3 yildan ortiq vaqtni qayd etgan, 1470 nm lazerlar esa 5 yillik natijalarga boy.

5.4 xarajatlarni tahlil qilish va amaliy jihatlar

Narx haqida so'z yuritilgan bir nechta tadqiqotlarda, yuqori to'lqinli lazer tizimiga dastlabki investitsiyalar standart 1470 nm birliklarga qaraganda oshib ketdi. Shunga qaramay, agar asoratlarning kamayishi va bemorlarning tezroq tiklanishi umumiy resurslardan foydalanishning kamayishiga olib kelsa (ya'ni, kamroq kuzatuvlar, kamroq og'riq qoldiruvchi vositalardan foydalanish yoki kamroq davolanish), sof xarajatlar qoplanishi mumkin. Xarajatlar samaradorligini aniqlash jarrohlik hajmi, xodimlarni o'qitish va bemorlarning qoniqishini hisobga oladigan ishonchli tahlillarni talab qiladi. Hozirgi vaqtda xarajat samaradorligi bo'yicha ma'lumotlar aniq emas

6. Mavjud dalillarning cheklovlari

Endovenoz lazerlar bo'yicha mavjud adabiyotlar istiqbolli bo'lishiga qaramay, bir qator cheklovlarga duch kelmoqda:

- 1.kichik namunaviy o'lchamlar** : ko'pgina tadqiqotlarda 100 dan kam bemor ishtirok etgan, bu esa noyob asoratlarni yoki samaradorlikdagi kichik farqlarni aniqlash imkoniyatini cheklagan.

- 2.tadqiqot dizaynlaridagi heterojenlik** : rctlar, istiqbolli kuzatuv va retrospektiv tahlillarning aralashmasi to'g'ridan-to'g'ri taqqoslashlar va meta-tahlilni qiyinlashtiradi.

- 3.o'zgaruvchan protokollar** : tumescent anesteziya hajmlari, energiya zichligi va siqish protokollaridagi farqlar chalkashtiruvchi omillarni keltirib chiqaradi.

- 4.ko'r-ko'rona baholashning yo'qligi** : ko'pgina tadqiqotlar operatorlar yoki bemorlarni ishlatilgan to'lqin uzunligiga deyarli ko'r-ko'rona qila olmadi, bu esa potentsial ishlash va aniqlash tarfakashligi uchun joy qoldiradi.

- 5.qisqa kuzatuv** : vena ichiga aralashuvlarda 6-12 oy keng tarqalgan bo'lsa-da, uzoqroq kuzatuv rekanalizatsiya va yopilishning yillar davomida davomiyligini baholash uchun juda muhimdir.

Ushbu cheklovlarni hisobga olgan holda, klinisyenlar 1900+ nm lazerlar bo'yicha ma'lumotlarni ehtiyotkorlik bilan talqin qilishlari kerak. Dastlabki topilmalar dalda beruvchi bo'lsa-da, kengroq tadqiqotlar, ayniqsa uzoqroq kuzatuvga ega keng ko'lamli rctlar, yuqori to'lqin uzunlikdagi lazerlarning o'rnatilgan 1470 nm texnologiyasiga nisbatan sezilarli afzalliklarga ega ekanligini tasdiqlaydi.

7. Kelajakdagi yo'nalishlar va tadqiqotdagi kamchiliklar

Kundalik klinik amaliyotda yuqori to'lqinli endovenoz lazerlarning rolini aniqlash uchun tadqiqotlarni davom ettirish juda muhimdir . Bir nechta sohalar qo'shimcha tadqiqotlarni talab qiladi:

- 1.yuzma-yuz rctlar** : kelajakda standartlashtirilgan protokollar bo'yicha 1900+ nm lazerlarni to'g'ridan-to'g'ri 1470 nm yoki boshqa belgilangan to'lqin uzunliklari bilan taqqoslaydigan randomizatsiyalangan sinovlar zarur.

2.uzoq muddatli samaradorlik : 3-5 yildan ortiq kuzatuv bilan istiqbolli ma'lumotlar takrorlanish darajasini aniqlaydi va tomirlarning yopilishining mustahkamligini tasdiqlaydi.

3.xarajatlar samaradorligi : yuqori to'lqin uzunligidagi tizimlarga kapital qo'yilmalar ijobiy daromad keltiradimi yoki yo'qligini (asoratlarning kamayishi, bemorlarning qoniqishi yoki samaradorlikning oshishi orqali) aniqlash uchun iqtisodiy tahlillar zarur.

4.qurilmaga xos tadqiqotlar : tola dizaynidagi o'zgarishlar (masalan, bitta halqali radial, ikki halqali radial, lola uchi) klinik natijalarga va asoratlarning darajasiga ta'sir qilishi mumkin. Bir xil to'lqin uzunligidagi tola turlari o'rtasida to'g'ridan-to'g'ri taqqoslashlar kamligicha qolmoqda.

5.biofizik modellashtirish : yuqori to'lqin uzunliklarida termal profillarni o'rganadigan batafsil hisoblash modellari energiya sozlamalarini optimallashtirishi va yangi qabul qiluvchilar uchun o'rganish egri chizig'ini minimallashtirishi mumkin.

Texnologiya rivojlanib borishi bilan, undan ham yuqori to'lqin uzunliklari yoki yangi tola geometriyalari paydo bo'lishi mumkin, bu esa endovenoz terapiya chegaralarini kengaytiradi. Ushbu ishlanmalarni ishonchli dalillar bilan integratsiyalash davolash algoritmlarini takomillashtirishga va bemorlarning natijalarini yaxshilashga yordam beradi.

8. Xulosa

Endovenoz lazer ablyatsiyasi minimal invaziv varikoz tomirlarini davolashda istiqbolli evolyutsiyani ifodalaydi. Klinik tadqiqotlar, soni cheklangan bo'lsa-da, yuqori texnik muvaffaqiyat darajasi, bardoshli yopilish va 1470 nm kabi mavjud o'rta diapazonli to'lqin uzunliklariga o'xshash yoki biroz yaxshiroq xavfsizlik profilini ko'rsatadi. Suvni kuchliroq singdirish, mahalliy issiqlik cho'kishi va pastroq energiya talablarining nazariy afzalliklari ba'zi bemorlarda operatsiyadan keyingi og'riq va ko'karishlarni kamaytirishi mumkin bo'lgan natijalarga olib keladi.

Biroq, mavjud dalillar nisbatan kichik kohortalar va qisqa kuzatuv oraliqlari bilan tavsiflanadi. 1900 nm dan ortiq lazerlar ularning yuqori xarajatlaridan ustun bo'lgan mazmunli foyda keltiradimi yoki yo'qligini aniq aniqlash uchun kattaroq randomizatsiyalangan sinovlar va uzoq muddatli tadqiqotlar zarur. Shu bilan birga, ushbu texnologiyalarni qo'llashni ko'rib chiqayotgan klinitsyenlar potentsial afzalliklarni - masalan, bemorlarning qulayligini oshirishni - mavjudligi, o'qitish va dastlabki investitsiyalar kabi amaliy omillar bilan solishtirishlari kerak. Oxir-oqibat, to'lqin uzunligini tanlash individual bemor omillari, operator tajribasi va lazer-to'qima o'zaro ta'siri spektr bo'ylab qanday farq qilishini to'liq tushunishga asoslanishi kerak.

Adabiyotlar:

1. Proebstle TM, Moehler T, Gül D, Herdemann S. Noto'g'ri katta saphenous venalari uchun 1940 nm diodli lazer yordamida endovenoz lazer ablyatsiyasi: istiqbolli kuzatuv tadqiqotining dastlabki natijalari. *Flebologiya*. 2019;34(10):631-639.
2. Wittens C, Davies AH, Bækgaard N va boshqalar. Muharrir tanlovi — Surunkali venoz kasallikni davolash: Yevropa qon tomir jarrohligi jamiyatining (ESVS) klinik amaliyot bo'yicha ko'rsatmalari. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2015;49(6):678-737.
3. Proebstle TM, Alm J, Gül D va boshqalar. 1940 nm da katta saphen venaning siyanoakrilat yopilishi va endovenoz lazer ablatsiyasini taqqoslaydigan randomizatsiyalangan sinov. *J Vasc Surg Venous Lymphat Disord*. 2021;9(2):304-312.

4. Gloviczki P, Comerota AJ, Dalsing MC va boshqalar. Varikoz tomirlari va unga bog'liq surunkali venoz kasalliklarga chalingan bemorlarni parvarish qilish: Qon tomir jarrohligi jamiyati va Amerika venoz forumining klinik amaliyot bo'yicha ko'rsatmalari. J Vasc Surg. 2011;53(5 Qo'shimcha):2S-48S.
5. van den Bos R, Arends L, Kockaert M, Neumann M, Nijsten T. Pastki ekstremitalarning varikoz tomirlarini endovenoz davolash: meta-tahlil. J Vasc Surg. 2009;49(1):230-239.
6. Yetarli bo'lmagan katta saphenous venalarda 1440 nm va 1470 nm radial tolali endovenoz lazer ablasiyasi yordamida operatsiyadan keyingi erta natijalarni taqqoslash. Int Angiol. 2022;41(5):463-470.
7. Park I, Seo TS, Shin J va boshqalar. 1440 nm da endovenoz lazer ablyatsiyasinun xavfsizligi va samaradorligi: 90 bemorning retrospektiv holatlar seriyasi. Ann Surg Treat Res. 2021;101(3):132-138.
8. Yamamoto T, Nakaoka Y, Onoda S va boshqalar. Yuzaki venoz reflyuks uchun 1440 nm diodli lazer tizimidan foydalangan holda davolash natijalari: istiqbolli kuzatuv tadqiqoti. Vasc Endovascular Surg. 2023;57(2):102-110.
9. Kulkarni SR, Slim FJ va boshqalar. Varikoz tomirlari uchun endovenoz lazer ablyatsiyasinun jarrohlik amaliyotiga nisbatan iqtisodiy samaradorligi. Br J Surg. 2020;107(5):538-544.
10. Fan CM, Rox -Anderson R. Endovenoz lazer ablyatsiyasinun ta'sir mexanizmi: bug 'pufakchasi hodisasi ishtirok etadimi? Lasers Surg Med. 2008;40(1):13-18.
11. Vuylsteke M, Mese B, Pannier F va boshqalar. Yangi endovenoz lazer ablasyon texnologiyalarining samaradorligi va xavfsizligi: tizimli tahlil va meta-tahlil. Flebologiya. 2024;39(1):45-59

INNOVATIVE
ACADEMY