

LAZERLAR VA ULARDAN TIBBIYOTDA FOYDALANISH

Abdug'opporova Dilnoza Fazliddin qizi

Xursandova Sevinch O'tkir qizi

Abduxakimova Xulkar Ikrom qizi

Samarqand davlat tibbiyot universiteti.

Davolash ishi fakul'teti talabalari.

Ilmiy rahbar: "Informatsion texnologiyalar,

biofizika va tibbiy fizika" kafedrası

assistenti F.N.Temirov

ANNOTATSIYA

Ushbu maqolada lazerlarning fizik asoslari, tasnifi va tibbiyotning turli sohalarida qo'llanilishi ko'rib chiqilgan. Lazer nurlanishining o'ziga xos xususiyatlari — kogerentlik, monohromatiklik va yo'nalganlik — uni tibbiy diagnostika va davolashda noyob vosita sifatida ajratib turadi. Maqolada lazerning jarrohlik, oftalmologiya, dermatologiya, onkologiya, stomatologiya va fizioterapiya sohalaridagi amaliy tatbiqlari tahlil qilingan. Shuningdek, lazer terapiyasining mexanizmlari, biologik to'qimalarga ta'sir etish fizikasi va klinik samaradorligi muhokama qilingan. Zamonaviy tibbiyotda lazer texnologiyalarining istiqbollari baholangan.

Kalit so'zlar: lazer, tibbiy lazer, lazer jarrohlig, PDT (fotodynamik terapiya), LLLT (past intensivlikdagi lazer terapiyasi), lazer diagnostikasi, koagulyatsiya, ablatsiya.

KIRISH

Lazer (inglizcha: LASER — Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation — stimullashtirilgan nurlanish yordamida yorug'likni kuchaytirish) XX asrning eng muhim ixtirolaridan biri bo'lib, 1960-yilda fizik T. Maymon tomonidan birinchi marta yaratilgan. Dastlab nazariy asosi A. Eynshteyn tomonidan 1917-yilda «stimullashtirilgan nurlanish» tushunchasi orqali bashqorilgan edi.

Lazerning tibbiyotda qo'llanilishi 1961-yildan boshlanib, birinchi marta ko'z to'r pardasi kasalliklarini davolashda qo'llanildi. Bugungi kunda lazer texnologiyalari tibbiyotning deyarli barcha sohalarida — jarrohlik, diagnostika, terapiya va rehabilitatsiyada — muhim o'rin tutadi.

Lazer nurlanishining an'anaviy tibbiy usullardan ustunligi quyidagilarda namoyon bo'ladi: yuqori aniqlik, qon yo'qotishning minimalligi, sterillik, to'qimalarga differensial ta'sir etish imkoniyati va qisqa tuzalish davri. Ushbu maqolaning maqsadi

lazerlarning fizik asoslarini tushuntirish, ularning tibbiy turlari va klinik qo'llanilishini tizimli bayon etishdan iborat.

LAZERNING FIZIK ASOSLARI

Lazer nurlanishining asosiy xususiyatlari

Lazer nurlanishi to'rtta asosiy fizik xususiyati bilan xarakterlanadi, bu uni tibbiy maqsadlar uchun noyob asbobga aylantiradi:

1. Monohromatiklik — nurlanish tor spektral diapazonida (bitta to'lqin uzunligida) tarqaladi. Bu xususiyat to'qimalar bilan selektiv ta'sirlashishga imkon beradi.
2. Kogerentlik — barcha fotonlar bir fazada tebranadi (vaqtinchalik va fazoviy kogerentlik). Bu nurning intensivligini keskin oshiradi.
3. Yo'nalganlik (direktiv) — nurlanish deyarli parallel nurl sifatida tarqaladi, bu esa masofadan aniq nuqtaga yo'naltirish imkonini beradi.
4. Yuqori intensivlik — nisbatan kam quvvat bilan juda kichik maydonga katta energiya zichligi (va) ni hosil qilish mumkin.

Lazerning ishlash prinsipi

Lazerning ishlashi uchta asosiy jarayonga asoslanadi: spontan nurlanish (atom o'z-o'zidan yuqori energetik holatdan pastga o'tadi), stimullashtirilgan so'rilish (foton atomi tomonidan yutilishi) va stimullashtirilgan nurlanish (Einstein effekti — tushayotgan foton ta'sirida atom bir xil fazali, energiyali va yo'nalishli yangi foton chiqaradi).

Lazer konstruktiv jihatdan uchta asosiy qismdan iborat: aktiv muhit (nur kuchaytirgich), qo'zg'atish manbasi (nasos) va rezonator (odatda ikki ko'zgu). Aktiv muhitda populyatsiya inversiyasi (yuqori energetik holatda ko'p atomlar) hosil qilinganda, rezonator orqali o'tadigan nurlanish tez kuchayadi va kogerent lazer nuri sifatida chiqadi.

Lazer nurlanishining biologik to'qimalarga ta'siri

Lazer nuri biologik to'qimalar bilan to'rt xil fizik mexanizm orqali o'zaro ta'sir qiladi:

- Fototermik ta'sir: nur energiyasining issiqlikka aylanishi. Asosiy jarrohlik mexanizmi — koagulyatsiya (56–65°C), bug'lanish (100°C), karbonizatsiya (>300°C).
- Fotomexanik ta'sir: qisqa impulsli lazerlarda akustik to'lqinlar va kavitatsiya paydo bo'ladi. Litotripsiada (tosh ezishda) qo'llaniladi.
- Fotokimyoviy ta'sir: nur energiyasi kimyoviy reaksiyalarni faollashtiradi. Fotodynamik terapiyaning asosi.
- Fotobiomodulatsiya: past intensivlikdagi lazer hujayra metabolizmini va regeneratsiyasini rag'batlantiradi (LLLT).

TIBBIYOTDA ISHLATILADIGAN LAZER TURLARI

Tibbiyotda qo'llaniladigan lazerlar aktiv muhit xususiyatlari va to'lqin uzunliklariga ko'ra tasniflanadi. Quyidagi jadvalda asosiy tibbiy lazer turlarining xarakteristikalarini va qo'llanilish sohalari keltirilgan:

1-jadval. Tibbiyotda ishlatiladigan asosiy lazer turlari

Lazer turi	To'lqin uzunligi (nm)	Muhit	Tibbiy qo'llanilishi
He-Ne (Geliy-Neon)	632.8	Gaz	Dermatologiya, fizioterapiya
CO ₂ (Karbonat anhidrid)	10,600	Gaz	Jarrohlik, kesish, koagulyatsiya
Nd:YAG	1064	Qattiq jism	Oftalmologiya, onkologiya
Diod lazeri	800–980	Yarim o'tkazgich	Stomatologiya, kosmetologiya
Eksimerli lazer	193–308	Gaz (ArF, KrF)	Refraktiv ko'z jarrohligi (LASIK)
Yashil lazer (KTP)	532	Qattiq jism	Urolog., dermatologiya
Er:YAG	2940	Qattiq jism	Tish jarrohligi, teri yuzasi

CO₂ lazeri asosan yumshoq to'qimalarni kesish va bug'latishda qo'llaniladi, chunki 10 600 nm to'lqin uzunligi suvda juda kuchli so'riladi va har qanday to'qimada yuzaki ablatsiya ta'minlanadi. Nd:YAG lazeri esa to'qimaga chuqurroq kirib borishi bilan koagulyatsiya uchun qulay.

LAZERLARNING TIBBIYOTDAGI ASOSIY QO'LLANILISH SOHALARI

Lazer Jarrohlik

Lazer jarrohlik an'anaviy skalpelga nisbatan bir qator afzalliklarga ega: operatsiya jarayonida qon tomirlari koagulyatsiyalanadi va qon yo'qotish minimallasadi; bakteriostatik ta'sir tufayli infeksiya xavfi kamayadi; atrof to'qimalarga mexanik ta'sir bo'lmaydi; jarroh kichik va nozik anatomik tuzilmalarni aniq kesishi mumkin.

CO₂ lazeri ENT (quloq-burun-tomoq), ginekologiya va plastik jarrohlilikda keng qo'llaniladi. Nd:YAG va KTP lazerlari esa ichki a'zolar (qorin bo'shlig'i, siydik yo'llari) ni endoskopik davolashda ishlatiladi.

Oftalmologiya

Lazerning ko'z tibbiyotida qo'llanilishi 1961-yildan boshlanib, bugun keng tarqalgan:

- LASIK (Laser-Assisted In Situ Keratomileusis): eksimerli lazer (193 nm) yordamida ko'z qarichasi shaklini o'zgartirib, miopiya, giperopiya va astigmatizmni tuzatish. Dunyoda eng ko'p bajariladigan lazer operatsiyasi.
- Retinal fotokoagulyatsiya: Nd:YAG yoki argon lazeri bilan diabetik retinopatiya, to'r parda yirtilishini davolash.
- Yashilmoq (glaukoma) davolash: trabekuloplastika orqali ko'z ichki bosimini pasaytirish.
- Katarakta jarrohligi: femtosekund lazer yordamida kapsulorheksis va linza parchalash.

Dermatologiya va Kosmetologiya

Lazer dermatologiyada to'qimalarni selektiv fototermoliz prinsipi asosida davolaydi: aniq to'lqin uzunligi muayyan xromofora (melanin, gemoglobin, suv) selektiv ta'sir etadi:

Tomirlarga oid kasalliklar: gemangiomalar, qizil dog'lar (port-wine stain) — Pulsed Dye Laser (PDL, 585/595 nm) yordamida.

- Pigmentatsiya muammolari: melanin xromofori orqali jigarrang dog'lar, tattularni olib tashlash — Q-switched Nd:YAG.
- Akolojik tuzatish: CO₂ va Er:YAG lazerlari yordamida teri yuzasini qayta tiklash (resurfacing), ajin va chandiqlarni davolash.
- Tuk olib tashlash (epilatsiya): melaninga selektiv ta'sir orqali tuk follikullarini yo'q qilish — diod va Nd:YAG lazeri.

Onkologiya — Fotodynamik Terapiya (PDT)

PDT — lazerning onkologiyadagi noyob qo'llanilishi bo'lib, uch komponentga asoslanadi: fotosensibilizator (dori), kislorod va lazer nuri. Bemor tanasiga kiritilgan fotosensibilizator o'smalar to'qimasida to'planadi. Lazer nuri (odatda 630–700 nm) ta'sirida u faollashib, singlet kislorod (¹O₂) hosil qiladi — bu reaktiv molekula o'sma hujayralarini selektiv yo'q qiladi.

PDT teri, o'pka, qizilo'ngach, qovuq va boshiq kanallar saratoni uchun FDA tomonidan ma'qullangan. Asosiy afzalligi — atrof sog'lom to'qimalarga minimal zarar yetkazish va qayta qo'llash imkoniyati.

Stomatologiya

Stomatologiyada lazer 1990-yillardan keng qo'llanila boshladi. Er:YAG va Er,Cr:YSGG lazerlari yumshoq va qattiq to'qimalarga (tish emali, dentin) muvaffaqiyatli ta'sir etadi:

- Karies davolash — drillsiz, og'riqsiz kavite tayyorlash.
- Milklar jarrohligi (gingivektomiya, frenulotomiya) — qonsiz va chandiqsiz.
- Tish oqartirish — maxsus jel bilan birga 940 nm diod lazeri yordamida.
- Endodontiya — ildiz kanallarini dezinfeksiya qilish.

Past Intensivlikdagi Lazer Terapiyasi (LLLT / Fotobiomodulatsiya)

LLLT — to'qimalarda issiqlik hosil qilmaydigan, lekin hujayra metabolizmini rag'batlantiradigan past quvvatli lazer (1–500 mW) terapiyasidir. Asosiy mexanizm: mitoxondriyal sitoxrom c oksidaza fermentiga lazer fotoni ta'sir etib, ATP sintezi va hujayra proliferatsiyasini kuchaytiradi.

Klinik qo'llanilishi: mushak-skelet og'riqlari (boylamlar, tendinit), jarohat tuzalishini tezlashtirish, nevrалgiya va artikulyar sindromlar davolash. Ko'plab klinik tadqiqotlar LLLT ning samaradorligini tasdiqlagan (Chow va boshqalar, 2009; Bjordal va boshqalar, 2011).

4.7. Lazer Diagnostikasi

Lazer diagnostik tibbiyotda ham muhim o'rin egallaydi:

- Lazer dopplerografiya: qon oqimini real vaqtda o'lchash. Mikrosirkulatsiya diagnostikasida qo'llaniladi.
- Optik kogerentli tomografiya (OCT): ko'z, yurak qon tomir va teri to'qimalarini mikron darajasida tasvirlash.
- Konfokalli lazer mikroskopiya: hujayra darajasida to'qimalarni biopsiyasiz in vivo o'rganish.
- Lazer fluoressensiya: to'qimalardagi biologik markerlarni selektiv aniqlash, erta o'sma diagnostikasi.

LAZER XAVFSIZLIGI VA MUHOFAZA CHORALARI

Tibbiy lazerlari bilan ishlashda maxsus xavfsizlik qoidalariga rioya qilish majburiydir. Lazerlar xavflilik darajasiga ko'ra 4 ta sinfga bo'linadi (ISO 11553, IEC 60825):

5. I sinf: xavfsiz, ko'z himoyasi shart emas (CD-pleyerlar).
6. II sinf: 1 mW gacha ko'rinadigan lazer, ko'z ximoyasi tavsiyanomali.
7. III sinf: o'rtacha xavfli; maxsus ko'zoynak va yopiq xona zarur.
8. IV sinf (tibbiy jarrohlik lazerlari): yuqori xavfli; to'liq himoya kostyumi, maxsus shisha, bloklovchi eshik va maxsus xona talab etiladi.

Tibbiy muassasalarda lazer xonalari maxsus belgilar bilan jihozlanishi, xodimlar sertifikatidan o'tishi va protokollarga rioya qilishi shart.

ZAMONAVIY TIBBIYOTDA LAZERLARNING ISTIQBOLLARI

Lazer texnologiyalari jadal rivojlanmoqda. Bir necha muhim yo'nalish ko'zga tashlanadi:

- Femtosekund lazerlari: nanochirurgiya, DNK-darajasida ta'sir, katarakt jarrohligi va neyrochirurgiyada. Impuls davomiyligi 10^{-15} s bo'lib, issiqlik tarqalmaydi.
- Robot-assistli lazer jarrohlik: Da Vinci roboti bilan birgalikda lazer qo'llash — aniqlik va minimal invazivlik.
- Nanofotonika: oltin nanopartikulalar (gold nanorods) bilan birgalikda ishlatiladigan lazerlar — o'smalarni maqsadli yo'q qilish.

- Sun'iy intellekt bilan integratsiya: AI asosida lazer parametrlarini real vaqtda moslashtirib, to'qima identifikatsiyasi va xavfsiz ablatsiya.
- Kiyiladigan lazer qurilmalar: LLLT asosidagi uy terapiyasi uchun compact lazer qurilmalari.

XULOSA

Lazerlar zamonaviy tibbiyotning ajralmas qismiga aylangan. Ularning fizik xususiyatlari — kogerentlik, monohromatiklik va yo'nalganlik — tibbiy diagnostika va davolashda noyob imkoniyatlar yaratadi. Lazer jarrohlik qon yo'qotishni kamaytiradi; oftalmologiyada LASIK texnologiyasi millionlab kishilar ko'rish qobiliyatini tikladi; dermatologiyada selektiv fototermoliz tamoyili asosida turli teri kasalliklarini samarali davolash mumkin; PDT orqali o'smalar selektiv yo'q qilinadi; LLLT esa invaziv bo'lmagan, xavfsiz regenerativ terapiyani ta'minlaydi.

O'zbekistonda ham tibbiy lazer texnologiyalari rivojlanmoqda: respublika tibbiyot markazlari va universitetlarida zamonaviy lazer qurilmalari joriy etilmoqda. Tibbiy biologik fizika sohasidagi mutaxassislar ushbu texnologiyalarni chuqur o'rganishlari va klinik amaliyotga tatbiq etishlari zamonaviy sog'liqni saqlashning talabi hisoblanadi.

Kelajakda femtosekund lazerlari, nanofotonika va AI integratsiyasi tibbiy lazer texnologiyalarini yanada takomillashtiradi va ilgari davolab bo'lmaydigan kasalliklarni tuzatish imkonini beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Remizov A.N. Tibbiy va biologik fizika. Darslik. – Toshkent. O'zbekiston milliy ensiklopediyasi. 2005 y.
2. Burhonov B.N., Xamroyev J.X., Axrorov M.N., Temirov F.N., Raximov T.Z., Tibbiy biofizika : darslik / – Samarqand : Fan ziyosi, 2025. – 208 bet
3. Qodirov S., “Tibbiy fizika”, Toshkent, 2022.
4. F.N. Temirov, J.Kh.Khamroyev, N.I.Fayzullayev, G.Sh.Haydarov and M.Kh.Jalilov. Hydrothermal synthesis of zeolite HSZ-30 based on kaolin. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 839 (2021) 042099. 1-13 pages.
4. Temirov, F.N., Nadirbekov, M.S., Kudiratov, S.N. $\Delta I = 1$ Staggering Effect in the Energy Spectrum of the γ Band of Heavy Even–Even Nuclei. Physics of Atomic Nuclei 83(6), pp. 841-848
5. Sattarov B., “Biofizika asoslari”, Toshkent tibbiyot akademiyasi nashriyoti, 2021
6. M.I. Bazarbayev. Biofizika : darslik /– Toshkent: IJOD-PRINT, 2023..