

İNFRAQIRMIZI LAZER ŞÜALARININ BİOLOJİ OBYEKTlərƏ TERAPEVTİK TƏSİR MEXANİZMİ



Rəhim Rəhimov,

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin

Elektronika və avtomatika kafedrasının dosenti

e-mail: rehim_muallim@mail.ru

<https://doi.org/10.30546/2706-7858.2025.2.061>

UOT: 615.84

Xülasə. Kvant generatorunun müxtəlif istiqamətlərdə istifadəsi ilə əlaqədar olaraq bir çox alimlər və əsasən də tibbdə həkimlər lazer şüalarını, eləcə də onun insan orqanizminə təsirini öyrənməyə qərar vermişlər. Çoxsaylı tədqiqatlar əsasında məlum oldu ki, lazer şüalanması bəzi xüsusiyyətlərə malikdir. Lazer şüalanması bir-birinə paralel istiqamətdə yayılan elektromaqnit dalğalarıdır. Buna görə lazer şüası kəskin istiqamətə, çox kiçik səpilmə bucağına, həmçinin şüalanmaya məruz qalan səthdə artan təsir intensivliyinə malikdir. Fotofiziki reaksiya nəticəsində toxumalar qızır və istilik şüalanması olmadan toxumalarda yayılır. Fotokimyəvi reaksiya isə maddələrin atomlarında müxtəlif orbitlərdə elektronların yerdəyişməsi ilə bağlı olur. Məlum olduğu kimi, insan orqanizmində həmişə elektrolitik dissosiasiya prosesi baş verir və bununla paralel olaraq onların rekombinasiyası prosesi yaranır. Dissosiasiya zamanı ayrılan enerji tam sürətdə molekulların bərpasına xidmət edir. Bu halda bütün sistemlər istilik müvazinətinə can atır. Fotoelektrik effekti nəticəsində yaranan elektrik hərəkət qüvvəsi (e.h.q.) dissosiasiyaya səbəb olur, maqnit sahəsi hesabına müəyyən vaxt ərzində molekullar dissosiasiya vəziyyətində saxlanılır.

Açar sözlər: lazer şüalanması, infraqırmızı şüalar, spektral diapazon, dalğa uzunluğu, fotoelektrik effekti, fotofiziki reaksiya, kvant terapiyası.

Key words: laser radiation, infrared rays, spectral range, wavelength, photoelectric effect, photophysical reaction, quantum therapy.

Ключевые слова: лазерное излучение, инфракрасные лучи, спектральный диапазон, длина волны, фотоэлектрический эффект, фотофизическая реакция, квантовая терапия.

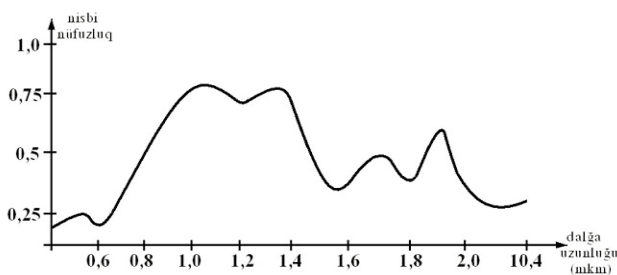
Lazer şüalanması, əsasən sadə işıq hissəcikləri kimi atomların daxilində yaranır. Bununla belə bu proses üçün xüsusi fiziki proseslər tələb olunur ki, bunun sayəsində xarici bir sahənin, yəni elektromaqnit sahəsinin zəruri təsiri baş verir. İnfraqırmızı şüalanma effekti zəif istilik təsiri yaradır və bioloji toxumaların dərinliyinə nüfuz edir. Bu proseslərin terapevtik effekti

bioloji toxumalarda mikrosirkulyasiya prosesinin aktivləşməsi ilə bağlıdır ki, bu zaman molekullar aktivləşir və fiziki bioloji potensial artmış olur. Sadə sözlə desək, lazer şüalanması bir-birinə paralel istiqamətdə yayılan elektromaqnit dalğalarıdır.

Gözlə görünən genişzolaqlı döyünən qırmızı lazer şüalanması infraqırmızı şüalara nisbətən azacıq da olsa kvant enerjisi ilə fərqlənir (2 eV –

tərtibindən çox olur). Lakin o, toxumalarda olan destruktiv proseslərin baş verməsi üçün kifayət etmir. Qırmızı şüalar böyük əzələ zonalarında paravertebral Zaxarin-Hed zonasında tətbiq edilir. Bundan başqa, dəri və limfatik şəbəkələrdə, immunkompetent strukturlarda qırmızı şüaların tətbiqi məqsədəuyğun sayılır.

Sabit maqnit sahəsi bütün polifaktor kvant terapiyasında nəzərəcarpacaq dərəcədə potensial təsir göstərir. Məlum olduğu kimi, insan orqanizmində həmişə elektrolitik dissosiasiya prosesi baş verir və bununla paralel olaraq onların rekombinasiyası prosesi yaranır. Dissosiasiya zamanı ayrılan enerji tam sürətdə molekulların bərpasına xidmət edir. Bu halda bütün sistemlər istilik müvazinətinə can atır. Fotoelektrik effekti nəticəsində yaranan (e.h.q.) dissosiasiyaya səbəb olur, maqnit sahəsi hesabına müəyyən vaxt ərzində molekullar dissosiasiya vəziyyətində saxlanılır. Bu zaman toxumalararası sahədə işıqlandırılmayan keçiddə enerji generasiyası baş verir, digər tərəfdən isə bioobyektin strukturunda temperatur qradienti yaranır. Bundan əlavə, maqnit sahəsinin təsirindən biopolimerlərin dielektrik nüfuzluğu artır ki, bu da infraqırmızı şüaların toxumalarının dərin qatlarına nüfuz etməsinə zəmin yaradır, eləcə də dövr edən maddədə turbulent proseslərin gedişi güclənir. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, yığılma dərəcəsi lazerdən fərqli olaraq elektromaqnit dalğaları süni işıqlandırma mənbəyi hesab olunur. Spektral diapazonda yayılma bucağı üç yüz altmış dərəcədir. Elektromaqnit lazerli aparatların şüalandırdığı enerji nəticəsində yaranan temperatur qradienti olduqca az olur (10°C -dən az) və toxumaların qəfəs strukturunun dəyişməsi üçün bu qiymət kifayət deyildir. Bioloji reaksiyanın istilik həddinin təqribi qiyməti aşağıdakı şəkildə əks olunmuşdur (şəkil 1).

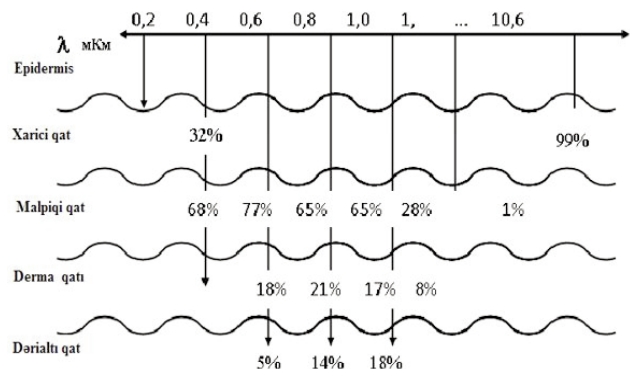


Şəkil 1. Biotoxumalarda işığın nisbi nüfuzluğunun dalğa uzunluğundan asılılığı

Şəkildə göstərilən halda kvantların enerjisi infraqırmızı şüalanmaya nisbətən çox olur və 1,6 eV təşkil edir. Bu şüalanmanın qeyri-koherent polyarizə olunmamış genişzolaqlı xarakteri biotoxumalara zərərsiz təsir göstərir. Genişzolaqlı döyünən qırmızı şüalanmada (640-740 nm dalğa uzunluğuna malik) fotonların maksimal enerjisi 2 eV-a yaxın olur. Bu enerji karbon və azotun əlaqə enerjisinə yaxındır ($\text{C}=\text{N}$). Işıq bu diapazonunda udulması toxumaların səthində ayrı-ayrı molekulların dissosiasiyasını yaradır, lakin bu zaman destruktiv hadisə baş vermir. Bundan başqa, döyünən qırmızı işıq terminalın işini vizual edir ki, bu da xəstələr üçün psixoterapevtik faktor sayılır [1; 2].

Kvant terapiyasında bioloji toxumalarla şüalanmanın qarşılıqlı təsirinin 5 növü vardır: əksolma; sınma; birbaşa keçmə; udulma və yayılma.

İnsan orqanizminin toxumalarında fotobioloji proseslərin əsasını fotofiziki və fotokimyəvi reaksiyalar təşkil edir. Fotofiziki reaksiya nəticəsində toxumalar qızır və istilik şüalanması olmadan toxumalarda yayılır. Fotokimyəvi reaksiya isə maddələrin atomlarında müxtəlif orbitlərdə elektronların yerdəyişməsi ilə bağlı olur. Lazer şüalarının insan orqanizminin bioloji toxumalarının dərinliyinə nüfuz etməsi dalğa uzunluğundan asılıdır. Infraqırmızı şüalanma diapazonuna yaxın diapazonda, yəni dalğa uzunluğunda bioloji toxuma optik şəffaf sayılır. Maksimal şəffaflıq intervalda qeyd edilmişdir. Infraqırmızı diapazonda biotoxumaların şəffaflığı və lazer şüasının insan dərisindən keçərək toxumaların dərininə nüfuz etməsi şəkil 2-də göstərilmişdir.



Şəkil 2. İnsan dərisindən lazer şüalarının keçməsi ilə dərinliyə nüfuz etmə diaqramı

Şüaların dərinə nüfuz etməsi, eləcə də onun müxtəlif toxumalarda udulmasından asılıdır: də-

ri, dərialtı toxuma qəfəsləri və əzələlər şüanı udur, sümük 50%-ə qədər, parenximatoz orqanlar isə 100% enerjini udur.

İnsan orqanizmində iki kateqoriya fotoasılı struktur mövcuddur: Birinci struktur fotoreseptorlardır. Bu göz torunu təmsil edən spesifik işığa həssas biotoxumadır. İkinci struktur çoxlu fotoakseptorlar qrupudur. Fotoakseptorlar öz xüsusiyyətlərinə görə bu və digər dərəcədə müəyyən dalğa uzunluğunda kvantları udmaq qabiliyyətinə malikdirlər. Bunlara nümunə olaraq hemoqlobin, tsiklik nukleotidləri, dəmir və misi, Krebs tsiklinin bütün fermentlərini, bir neçə pigment və digər strukturları göstərmək olar. Dalğa uzunluğu olan aparat üçün əsas uducu komponent orqanizmdə qan sayılır. Qan tərəfindən udulan enerjinin konsentrasiyası bütün digər orqanlarda udulan enerjiden bir neçə dəfə çox olur. İnfraqırmızı lazer şüalarının digər fotoakseptoru su sayılır. Su orqanizmdə fasiləsiz mikrofaz keçidi vəziyyətində olur. Zülal molekulunda olan əlaqələndirici su cəmi 5% təşkil edir, bu zaman hər bir amin qrupu 2,6 su molekulunu əlaqələndirir. Lazer şüasının təsiri ilə suyun pH elektrik keçiriciliyi dəyişir və onda oksigenin həllolma dərəcəsi də dəyişmiş olur [2]. İnfraqırmızı lazerlərin digər bir bioeffektiv aspekti onun oksigenə təsiridir. Fotonların udulması ilə molekulyar oksigen az yaşaya bilən sinqlet oksigenə keçir. Onun az yaşama qabiliyyəti olmağına baxmayaraq, biokimyəvi aktivliyi yüksəkdir, xüsusilə də membran plazmatik kompleksinə nisbətə bu, özünü daha qabarıq göstərir.

Lazer şüalarının insan orqanizminə təsiri

Kvant generatorunun müxtəlif istiqamətlərdə istifadəsi ilə əlaqədar olaraq bir çox alim və əsasən də tibbdə həkimlər lazer şüalarını, eləcə də onun insan orqanizminə təsirini öyrənməyə qərar verdilər. Çoxsaylı tədqiqatlar əsasında məlum oldu ki, lazer şüalanması bəzi xüsusiyyətlərə malikdir: belə bir şüalanma mənbəyi ilə qarşılıqlı əlaqə prosesində yönləndirilən və əks olunan şüalar zərərverici amil kimi çıxış edə bilər; lezyonun şiddəti radiasiyanın, elektromaqnit dalğalarının lokalizasiyasının parametrləri ilə birbaşa əlaqəlidir; belə toxumalar tərəfindən udulmuş enerji (şüalar) mənfi, zərərli təsirlərə, yəni işıq, istilik və s. səbəb ola bilər. Belə radiasiyaya malik şüalar bioloji orqanizmə zərərverici təsiri anında müəyyən bir ardıcılıqla baş verir. Bədən istiliyi

kəskin şəkildə yüksəlir, bu da müəyyən dərəcəli yanıqlarla müşahidə olunur. Belə bir proses nəticəsində yaranan buxar inanılmaz təzyiq göstərə bilər. Buna görə də hər şey bir partlayışla, toxumaları məhv edən bir növ şok dalğası ilə başa çatır [3].

Aşağı tezlikli intensiv radiasiya şüalarının bioloji orqanizmə təsiri

Aşağı intensivlikli lazer şüalanması müasir tibbdə, əsasən də dermatologiyada geniş istifadə olunur. İnsan bədənində bu cür radiasiyaya məruzqalma prosesində müsbət dəyişikliklər – bədənəki bütün iltihablı proseslər aradan qaldırılır, hüceyrələrin və toxumaların qocalması yavaşlayır, ümumi, yerli toxunulmazlıq gücləndirilir, antibakterial təsir meydana gəlir, dərinin elastikliyi artır, epidermal təbəqə qalınlaşır, dermis yenidən qurulur, yağ və tərlərinin sayı onların tam fəaliyyətinin normallaşması səbəbindən artır, yağ yığılması sabitləşir, təkmilləşdirilmiş metabolik proseslər sayəsində əzələ kütləsi artır, toxumaların və hüceyrələrin yaxşı qidalanması, qan dövranının artması, aktiv saç böyüməsi və s. müşahidə olunur.

Radiasiyanın enerji və gücünə gəldikdə onlar tamamilə fərqlidir, lakin kəmiyyətlər bir-biri ilə bağlıdır, onlara enerji parametrləri deyilir. Enerjinin, gücün ölçülməsi müxtəlif yollarla, eləcə də mikrodalğalı diapazonda istifadə olunanlarla aparılır.

Lazer şüalanması üçün fotoelektrik gücölçən hadisə axınına mütənasib çıxış signalına malik olan, demək olar ki, hər bir fotodetektor davamlı emissiyalardan gücü ölçməyə imkan verir. Bunun üçün yarımkeçirici fotodetektor lazımdır.

Radiasiyalı lazer şüasının gücünün ölçülməsi



Şəkil 3. Radiasiyanın gücünün ölçülməsi üçün güc sayğacı

Yüksək gücölçən üçün kristal effektlər tələb olunur. Məsələn, ferroelektrik güc sayğacı. Fer-

roelektrik barium və ya qurğuşun titanat ola bilər. Belə bir sayğac çox səmərəlidir.

Lazer şüalanması tibbdə tətbiq edildikdə tədqiqat sahəsinə uyğun olaraq lazerin müxtəlif dərəcələri seçilir. Bura lazerin intensivliyi, tezliyi, təsir etdiyi bioloji obyektə görə dərəcəsinin seçilməsi və s. aiddir. Çox zaman səhv istifadə olunan lazer emitter, ilk növbədə, dəri üçün təhlükə yaradır. Təsiri xüsusilə güclü olduqda, dəri çoxlu qanaxma izləri ilə ödəmli görünəcəkdir. Həmçinin bədəndə ölü hüceyrələrin böyük sahələri yarana bilər. Belə şüalanma daxili toxumalara da təsir edir. Lakin genişmiqyaslı daxili lezyonlar ilə şüaların səpələnmiş təsiri birbaşa və ya əks olunan güzgü kimi güclü deyil. Bu cür ziyan müxtəlif bədən sistemlərinin işində patoloji dəyişikliklərə zəmanət verəcəkdir. Ən çox təsirə məruz qalan dəri qoruyucudur. Ona görə də mənfi təsirlərin çoxunu özünə götürür. Zərərlərin müxtəlif dərəcələrindən asılı olaraq dəridə qızartı və ya nekroz görünə bilər. Tədqiqatçılar belə nəticəyə gəlirlər ki, tünd dəriyə insanlar lazərə məruz qaldıqları üçün dərin yerləşmiş lezyonlara daha az həssas olurlar. Sxematik olaraq bütün yanıqlar pigmentasiyadan asılı olmayaraq dörd dərəcəyə bölünə bilər:

I dərəcə. *Bura standart epidermal yanıqlar daxildir.*

II dərəcə *dərinin səth qatının xarakterik blisterlərinin formalaşmasında ifadə olunan dermisin yanıqlarını ehtiva edir.*

III dərəcə. *Dermisin dərin yanıqlarına əsaslanır.*

IV dərəcə. *Dərinin bütün qalınlığının məhv edilməsi ilə xarakterizə olunan ən təhlükəli dərəcədir.*

Lazer terapiyasının biomexanizmi çox mürəkkəb olduğu üçün tam başa düşülməmişdir. Canlı orqanizmin terapevtik məqsədlər üçün aşağıenerjili lazer şüalanmasına məruz qalması fiziki müalicə üsullarına aiddir. Bununla belə fizioterapiyanın ümumi nəzəriyyəsi hələ hazırlanmamışdır. Klinisistlərin terapevtik təsir mexanizminin işçi sxemlərini yaratmaq cəhdləri aşağıenerjili lazer şüalanması, əsasən dəyişikliklərin sistemləşdirilməsinə qədər azaldılır. Homeostaz parametrləri, əsasən bu təsirin qeyri-spesifik nəticəsidir. Artıq qeyd edildiyi kimi, lazer terapiyasının yeni üsullarının inkişafına empirik yanaşma hazırda üstünlük təşkil edir. Yalnız

fiziki-kimyəvi hadisələrə və onlara uyğun qanun və anlayışlara əsaslanır. Müəyyən dərəcədə əminliklə bu mexanizmin nəzəri modelini qurmaq və onun eksperimental təsdiqinin əsas istiqamətlərini müəyyən etmək mümkündür ki, bu da lazer terapiyasının patogen yönümünü daha dolğun əsaslandırılacağından ibarətdir. Müəyyən bir patoloji hadisələrə məruzqalma dozaları mövcuddur.

Lazer şüası bioloji obyektə təsir etdikdə radiasiyanın bir hissəsi şüalanmış səthin xüsusiyyətlərinə uyğun olaraq əks olunur, digər hissəsi isə udulur. Dəri örtükləri lazer radiasiyasının bioloji obyektə nüfuz etmə yolunda ilkdir. Optik diapazonun elektromaqnit dalğalarının dəri tərəfindən əks etdirilməsi əmsalı 43-55%-ə çatır və ondan asılıdır [4].

Şüanın düşmə bucağının artması onun əks olunma dərəcəsinin artmasına səbəb olur. Belə ki, dərinin rəngi əks əmsalına əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir, daha qaranlıq, parametrlər daha aşağıdır, pigmentli ərazilərdə 6-8% təşkil edir. Az enerjili lazer şüalarının bioloji obyektə nüfuz etmə dərinliyi, ilk növbədə, elektromaqnit dalğasının uzunluğundan asılıdır. Eksperimental tədqiqatlar aşkar etmişdir ki, ultrabənövşəyidən narıncıya radiasiyanın nüfuz etmə gücü tədricən 1-20 mikrondan 2,5 mm-dək artır, nüfuz dərinliyinin kəskin artması ilə qırmızı diapazonda (20-30 mm-dək), pik penetrasiya ilə yaxın infraqırmızıda (dalğa uzunluğunda 950 nm-70 mm-dək) və sonrakı infraqırmızı diapazonda millimetr fraksiyalarına qədər kəskin azalma baş verir.

Dəri tərəfindən elektromaqnit radiasiyanın maksimal ötürülməsi 800-dən 1200 nm-dək olan uzun dalğalar diapazonundadır. Aşağıenerjili lazer şüalarının udulması bioloji toxumaların xüsusiyyətlərindən asılıdır. Beləliklə, 600-dən 1400 nm-dək uzunluqda dəri radiasiyanın 25-40%-ni əzələlər və sümüklər, 30-80% parenximal orqanlar (qaraciyər, böyrəklər, mədəaltı vəzi, dalaq, ürək) 100%-dək enerji udur. Fiziki amillərin terapevtik təsir mexanizmində bir neçə ardıcıl mərhələlər vardır ki, bunlardan birincisi, fiziki cisim kimi fəaliyyət göstərən amilin enerjisinin orqanizm tərəfindən mənimsənilməsidir. Bu mərhələdə bütün proseslər fiziki qanunlara tabe olur. Işıq enerjisinin udulması zamanı müxtəlif fiziki proseslər baş verir ki, bunlardan başlıcası xarici və daxili fotoelektrik effektlər, molekulların elektrolitik dissosiasiyası və müxtəlif

komplekslərdir. Bir çox fotokimyəvi proseslərdə üçlük halının yüksək reaktivliyi həyata keçirilir ki, bu da onun nisbətən uzun ömür sürməsi ilə əlaqədardır, eləcə də biradikal xassələr mövcuddur [5].

Fotobiologiyanın əsas qanunu deyir ki, bioloji təsir yalnız molekullar və ya hüceyrələrin müəyyən struktur komponentlərinin fotoreseptorları tərəfindən udulmuş belə dalğa uzunluğunun şüalanması ilə yaranır. Bununla belə, müxtəlif makromolekulların udma spektrləri kifayət qədər səpələnmişdir. Beləliklə, peptid qrupları dalğa uzunluğu 190 nm, karbonil qrupları 225 nm, triptofan 220 və 280 nm olan elektromaqnit dalğalarının şüalanmasını udur, tirozin 275 və 222 nm, fenilalanil 258 nm, katalaza 628 nm, DNT molekullarının maksimum spektral həssaslığı 620 nm və 820 nm dalğa uzunluqlarına uyğundur və s. Eyni zamanda müxtəlif dalğa uzunluqlarına məruz qalmanın bioloji təsirləri aşağıenerjili lazer şüalanmasına çox oxşardır və bir qayda olaraq, “biostimulyasiya” termini altında birləşir. Axtarış fotoreseptorlar və fotoqəbuledicilər üçün uzun müddət davam edir. Müasir fiziologiyanın məlumatları insan və heyvanların dərisində xüsusi fotoreseptorların mövcudluğunu inkar edir.

Optik diapazonda elektromaqnit şüalanmasının qəbulediciləri ilə bağlı alimlərin fikirləri bölünür: bəziləri işıq şüalarının dalğa uzunluqlarının ciddi şəkildə müəyyən edilmiş xüsusi qəbuledicilərinin mövcudluğunu sübut edir, digərləri isə buna meyillidirlər. Ümumiləşdirilmiş və iki belə böyük fotoqəbuledici qeyri-spesifik qrup hesab edilir, biopolimerlər (zülallar, fermentlər, bioloji membranlar, fosfolipidlər, pigmentlər və s.) və bioloji mayelər (limfa, qan, plazma, hüceyrədaxili su) kimi spesifikləri müəyyən etmək üçün eksperimental və klinik tədqiqatlar nəzərdə tutulmalıdır. Fotoqəbuledicilər katalaza, superoksid dismutaza, sitoxrom oksid kompleksi, molekulyar oksigeni tək oksigen əmələ gətirən spektrin qırmızı bölgəsində belə hesab etməyə əsas verir. Spektrin qırmızı (633 nm), yaşıl (500 nm) və bənövşəyi (415 nm) bölgələrində elektromaqnit dalğaları ilə fotoinduksiya edilmiş biostimulyasiyanın maksimum dərəcəsi ilkin porfirin təbiəti haqqında düşünməyə əsas verir. Hüceyrələrdə fotoqəbuledici bu kimi informasiyaların əldə edilməsində böyük əhəmiyyət daşıyır.

Müasir tibbdə inkişaf etmiş aşağı tezlikli lazer şüalarından əsasən iltihab əleyhinə təsir, iltihablı reaksiyalara nəzarət edən hormonal sistemin aktivləşdirilməsi, həmçinin yerli qan dövranının yaxşılaşdırılması, fibrinolizin artması, mikrosirkulyasiya və toxumalardan qan tədarüku ilə əlaqədar geniş istifadə olunur. Fəaliyyət endorfinlərin və enkefalin-morfin endogen vasitəçilərinin sintezinin artması, həmçinin toxuma ödəminin aradan qaldırılması nəticəsində ağrının azaldılması ilə əlaləndirilir. Xarici təsirin fəaliyyəti ilə yoluxmuş yaraların mikrob çirklənməsinin azalması patoloji fokus bölgəsində qan axını, iltihab bölgəsində leykosit kemotaksisinin artması və zərərli təsir göstərən proteolitik fermentlərin hərəkəti ilə izah olunur.

Hazırda bütün lazer avadanlıqlarını təyinatına görə üç qrupa bölmək olar: diaqnostika, terapeutik müalicə və cərrahi müalicə. Cərrahiyyədə toxumalarda geri dönməz dəyişikliklərə səbəb olan yüksəkintensivlikli qaynaq, buxarlanma, ablasyon (çıxarma və kəsmə) lazerlərdən istifadə olunur: Rusiyada ən çox yayılan başqa bir istiqamət lazer terapiyasıdır. Radiasiya qanın aşağıenerjili lazerləri və zəif sağalan yaralarla, xaricə tətbiq edildikdə lazer müalicəsi bədənin müəyyən zonalarına və nöqtələrinə məruz qalması ilə baş verir. Işıq toxumalara, böyük dərinliyə nüfuz edir və təsirlənmiş toxumalarda maddələr mübadiləsini stimullaşdırır, yaraların sağalmasını və bərpaasını aktivləşdirir və bütövlükdə orqanizmi stimullaşdırır. İntravenöz lazer terapiyasında damara daxil edilən nazik işıq bələdcisi vasitəsilə lazer şüası qan üzərində hərəkət edir [7; 8].

Aşağı, orta intensivlikli radiasiya dəriyə zərərli təsir göstərir. Daha ciddi radiasiya baş verərsə, zədələnmə dəridə ödəm, bədənin hissələrinin nekrozu və qanaxma ilə özünü göstərir. Daxili toxumalara gəldikdə, onlar yüksək dərəcədə transformasiya olunurlar. Əsas təhlükə spekulyar şəkildə əks olunan birbaşa radiasiyadan qaynaqlanır. Bu proses bütün daxili sistemlərin və orqanların işində ciddi dəyişikliklərə səbəb olur.

Aşağı intensivlikli radiasiya ilə damardaxili fəaliyyət bütün qanın kütləsinə təsir etməyə imkan verir. Bu, hematopoezin stimullaşdırılmasına, toxunulmazlığın güclənməsinə, qanın daşıma funksiyasının artmasına gətirib çıxarır, həmçinin maddələr mübadiləsinin güclənməsinə kömək edir. RT stenokardiya, miokard infarktı və digər

patologiyalarda əhəmiyyətli dərəcədə müsbət təsirlər lazer şüasının xəstənin kubital venasına çatdırıldığı işıq bələdçisinin tətbiqi ilə əldə edilmişdir. Lazer şüalanması adi şüalanmadan fərqlənir, hətta monoxromatik işıq, koherens və qütbləşmə yaradır. Bu xüsusi xassələrin müşahidə olunanlara cavabdeh olduğuna dair yanlış fikir vardır. Bioloji toxumaya (dəri, orqan, qan) nüfuz etdikcə, sadəcə 200-300 mkm dərinliyə qədər ahəngdarlıq və qütbləşmə qalır, sonra isə bu xüsusiyyətlər yox olur, qeyri-koherent və qütbləşməmiş, monoxromatik şüalanma yayılır. Ona görə də, müxtəlif xəstəliklərin lazer terapiyası zamanı müşahidə olunan faydalı təsirlər lazərə məruzqalmanın hər hansı xüsusi xassəsi ilə bağlı deyil, bu, müvafiq dalğa uzunluğuna malik adi polyarizasiya olunmamış və qeyri-koherent işığın təsirinə bənzəyir.

Həyəcanlanmış biomolekulların elektronları tərəfindən buraxılan fotonlar ikinci dərəcəli şüalanma axını əmələ gətirir, bütün istiqamətlərdə yayılaraq (səpələnir) və bioloji toxumanın digər molekullarını həyəcanlandırır. Bədəndəki biomolekulların müxtəlifliyinə görə ikinci şüalanma geniş-zolaqlı, qeyri-koherent və qütbləşməlidir.

Alınan nəticələrin tətbiqi

Lazer terapiyasında qırmızı işığın ümumi tonik təsiri çoxdan elmi bir həqiqətə çevrilmişdir. Mavi işığın insan orqanizmində baş verən proseslərə təsiri sahəsində tədqiqatlar XIX əsrin sonlarında başlamışdır. Antimikrobal təsiri, ürəyin və immunitet sisteminin işinə faydalı təsiri ilə qeyd edilmişdir. XX əsrin əvvəllərindən isə mavi işıq lampaları diş ətinin iltihabını müalicə etmək, ağrıları azaltmaq üçün stomatologiyada geniş istifadə edilmişdir. Mavi işıq qanın biokimyəvi tərkibini dəyişir, ürəyin və əzələlərin fəaliyyətini yaxşılaşdırır, immunitet sistemini stimullaşdırır. Hazırda "mavi ləkə"nin aşağıdakı müalicəvi təsirləri məlumdur:

– *hüceyrə səviyyəsində enerji sintezinin stimullaşdırılması;*

– *qanın özlüyünün azalması;*

– *hemostaz sisteminin tənzimlənməsi;*

– *damarlarda qan axınının sürətinin artması;*

– *mikrosirkulyasiyanın yaxşılaşdırılması;*

– *damar divarlarının möhkəmləndirilməsi;*

– *maddələr mübadiləsinin tənzimlənməsi;*

– *müxtəlif əsas zədələnmələrdə regenerasiyanın aşkar təsiri;*

– *tərkibində bioprosesləri tənzimləyən çoxsaylı fermentləri olan bioloji toxuma membranların şüa təsiri və s.*

Fiziki-bioloji olaraq bioloji toxumalar və aşağı intensivlikli kvant şüalanması arasında qarşılıqlı təsir mexanizmləri çoxsaylı tədqiqatlara baxmayaraq, kifayət qədər öyrənilmiş hesab edilə bilər. Terapevtik təsir bioloji toxumada mikrosirkulyasiya prosesinin molekulların aktivləşdirilməsi, fiziki və biokimyəvi proseslərin gücləndirilməsi ilə əlaqələndirilir. Toxumaya nüfuz edən infraqırmızı lazer şüası çoxlu səpilmələrə, müxtəlif bioloji strukturlar tərəfindən udulmağa və ikincili şüalanmaya qismən çevrilməyə məruz qalır. Yalnız udulmuş şüa müalicəvi təsir göstərir [2; 8]. Udulmuş işıq enerjisinin bir hissəsi bioloji maddənin molekullarında işə salınan proseslərin enerjisinə, elektron həyəcanlanma və ya molekulların dissosiasiyasına çevrilə bilər. Nəticədə müəyyən bioloji birləşmələr aktiv vəziyyətə gəlir və ya təsirsiz hala düşür. Udulmuş enerjinin başqa bir hissəsi toxumalarda flüoresans və fosforu həyəcanlandırmaq üçün istifadə olunur. Şüanın bioloji toxumalar tərəfindən ötürülməsi hüceyrələrin müxtəlif sıxlıqlarına və şüanın toxumalarda çoxsaylı əks olunmasına görə qeyri-xətti xarakter daşıyır. Şüalanmanın nüfuz etmə dərinliyi, həm də onun müxtəlif toxumalar tərəfindən udulmasından asılıdır. Dəri, dərialtı toxuma, əzələlər 20-30%, sümüklər təxminən 50%, parenximal orqanlar (qaraciyər, dalaq) 100%-ə qədər enerji udur.

Nəticə. Müasir tibbdə lazer şüalarının müxtəlif xəstəliklərin terapiyasında tətbiqi intensiv olaraq aparılır. Bu da xəstədə ağrının azaldılması, yoluxmuş yaralarda mikrobun, iltihab bölgəsində zərərli fermentlərin aradan qaldırılmasını təmin edir. Trofik stimullaşdırıcı təsir hüceyrədə oksigen mübadiləsinin sintezinin, həmçinin bu təsirin altında protein sintezinin artması ilə əlaqədardır. Bu qeyd edilənlər yüksək dərəcəli radiasiya ilə toxuma zədələnməsində, degenerativ-distrofik proseslərdə, toxumaların vaxtından əvvəl və yaşla bağlı qocalmasında trofik prosesləri stimullaşdırır. Yuxarıda göstərilən lazerlərin, nəzəri məlumatların və onların tətbiqi haqqında onu qeyd edim ki, ixtira etdiyim aşağı tezlikli infraqırmızı lazerli maqnitoterapiya aparatı Akademik M. Topçubaşov adına Respublika Cərrahiyyə Mərkəzində tətbiq edilmiş və pasiyentlər üzərində müalicə aparılaraq bu işlərə görə 9 patent alınmışdır.

İstifadə edilmiş ədəbiyyat

1. Олейник В.П. Основы взаимодействия физических полей с биологическими объектами. (учеб. пособ). Харьков, 2006, 62 с.
2. Rəhimov R.M., Əliyev T.Ə. Biofizika və fiziki sahələrlə bioobyektlərin qarşılıqlı təsiri (dərs vəsaiti). Bakı, "Təhsil" nəşriyyatı, 2019, 223 s.
3. Вихров С.П., Холомина Т.А. Взаимодействие естественных и искусственных полей и излучений с биологическими объектами. (учебное пособие). Вузовское образование, 2009.
4. Черныш А.М., Артюхов В.Г. и др. Биофизика (учебник для вузов). Москва, Екатеринбург, 2015, 472 с.
5. Опаева В.Г., Копаев С.Ю., Алборова В.У. Использование лазерной энергии в хирургии катаракты. Вестник РАЕН, 2012, №1, Том 12, с.77-80.
6. Коровин А.Е. Низкоинтенсивное лазерное излучение в комплексном лечении больных с механической травмой. Современные возможности лазерной терапии (материалы науч. практич. конф). Великий Новгород, Калуга, 2004, с.101-105.
7. Малиновский Е.Л., Картелишев А.В. Пути оптимизации режимов низкоинтенсивной лазерной терапии в педиатрической практике. Российский вестник фотобиологии и фотомедицины, 2010, №1, с.41-55.
8. Чернеховская Н.Е., Шишло В.К., Чомаева А.А. Экспериментальное обоснование применения низкоинтенсивной лазеротерапии в лечении гнойных ран. Лазерная медицина, 2011, Том 15, Выпуск 2, с.113.

R.Rahimov**Mechanism of therapeutic effect of infrared laser beams on biological objects****Abstract**

In connection with the use of the quantum generator in various directions, many scientists, and mainly doctors in medicine, decided to study laser beams, as well as their effect on the human body. Based on numerous studies, it turned out that laser radiation has some properties. Laser radiation is electromagnetic waves that propagate in parallel directions. Therefore, the laser beam has a sharp direction, a very small scattering angle, as well as an increased intensity of action on the surface exposed to radiation. As a result of the photo-physical reaction, tissues heat up and spread in the

tissues without thermal radiation. The photochemical reaction is associated with the displacement of electrons in different orbits in the atoms of substances. As is known, the process of electrolytic dissociation always occurs in the human body, and in parallel with this, the process of their recombination occurs. The energy released during dissociation serves to restore molecules at full speed. In this case, all systems strive for thermal equilibrium. The electromotive force (e.m.f.) arising as a result of the photoelectric effect causes dissociation, and the molecules are kept in a dissociation state for a certain time due to the magnetic field.

R.Rahimov**Механизм терапевтического воздействия инфракрасных лазерных лучей на биологические объекты****Аннотация**

В связи с использованием квантового генератора в различных направлениях многие ученые, и в основном врачи в области медицины, решили заняться изучением лазерных лучей, а также их воздействия на организм человека. На основании многочисленных исследований стало ясно, что лазерное излучение обладает определенными свойствами. Лазерное излучение – это электромагнитные волны, распространяющиеся в параллельных направлениях. Поэтому лазерный луч имеет острую направленность, очень малый угол рассеяния, а также повышенную интенсивность воздействия на поверхность, подвергающуюся облучению. В результате фотофизической реакции ткани нагреваются, и тепло распространяется по тканям без излучения. Фотохимическая реакция связана с перемещением электронов по разным орбиталям в атомах веществ. Как известно, в организме человека всегда происходит процесс электролитической диссоциации, а параллельно с этим происходит процесс их рекомбинации. Энергия, выделяющаяся при диссоциации, идет на восстановление молекул на полной скорости. В этом случае все системы стремятся к тепловому равновесию. Электрическое поле (ЭДС.), создаваемое фотоэффектом, вызывает диссоциацию, и молекулы удерживаются в диссоциированном состоянии в течение определенного времени благодаря магнитному полю.