

ӘОЖ 612.43

Г.Е. Төлеген*, Г.Т. Сраилова, С.Т. Төлеуханов

Әл-фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

*e-mail: gt-1988@bk.ru

Оптикалық кванттық генератордың қанның биохимиялық көрсеткіштеріне әсерін зерттеу

Фотобиологиялық стимуляцияның алуан түрлі спецификалық әсерлер жаңалығының лазерлік сәуленің организмге тигізетін әсер ету механизмін түсінуге мүмкіндік туғызуына қарамастан, бейімделушілік жауап түзетін биохимиялық механизмнің түзілу процесіне байланысты, лазерлік сәуленің параметрлерін оңтайландыру, организмнің функционалдық жағдайында болатын өзгерістер және т.б. сұрақтар бұрынғысынша жауапсыз қалып отыр. Жұмыс лазерлік сәулелендірудің организмге және қанның биохимиялық көрсеткіштеріне әсерін зерттеуге арналған. Оптикалық кванттық генератордың 1 минут, 3 минут, 5 минут және 10 минут аралығында қанның биохимиялық көрсеткіштеріне әсері зерттелді. Қанға оптикалық кванттық генератормен әсер еткенде жалпы белок және глюкоза мөлшері өзгерді.

Берілген бағыттағы жұмыс лазерлік сәулелендірудің алдағы медицина, биология және ауыл шаруашылығында қолданылуына негізделген актуальды сұрақтарға жауап алуда қосымша үміт тудырады.

Түйін сөздер: төменгі интенсивті лазерлі сәулелендіру, глюкоза, жалпы белок, морфофункционалдық өзгерістер, егеуқұйрықтар.

Г.Е. Толеген, Г.Т. Сраилова, С.Т. Толеуханов

Влияние оптического квантового генератора на биохимические показатели крови

Не смотря на возможность новизны различных специфических действия фотобиологической стимуляции объяснить механизмы действия лазера на организм, вопросы связанные с оптимизацией параметров лазерного облучения, вопросы о функциональном состоянии организма и другие вопросы остаются без ответа. Работа посвящена изучению влияния лазерного облучения на организм и биохимические показатели крови. Изучены влияния оптического квантового генератора на биохимические показатели крови при 1 минутном, 3 минутном, 5 и 10 минутном воздействии. При воздействии на организм оптическим квантовым генератором были выявлены изменения в концентрации глюкозы и общего белка в крови.

Работа в данном направлении может применяться в получении ответов на актуальные вопросы основанные на применение лазеров в медицине, биологии, а так же в сельском хозяйстве.

Ключевые слова: низкоинтенсивное лазерное излучение, глюкоза, общий белок, морфо-функциональные изменения, крысы.

G.E. Tolegen, G.T. Srailova, S.T. Toleukhanov

The influence of optical quantum generator's effect on biochemical parameters of blood

Despite the possibility of different novelty photobiological stimulation of specific action to explain the mechanisms of action of the laser on organism, issues related to the optimization of the parameters of the laser irradiation, the questions about the functional state of the organism and other questions remain unanswered. This paper studies the effect of laser irradiation on the body and biochemical parameters of blood. Studied the influence of the optical maser on biochemical indices of blood at 1 minute, 3 minute, 5 and 10 minute exposure. When exposed to the organism optical quantum generator was found a change in the total concentrations of glucose and protein in blood.

Work in this direction can be used to obtain answers to pressing questions based on the use of lasers in medicine, biology, as well as in agriculture.

Key words: Low power laser energy, glucose, total protein, morpho-functional changes, rat.

Соңғы кездері лазерлік техниканың дамуы когерентті монохроматты электромагниттік сәуленің биологиялық жүйелермен әрекеттесуіне деген қызығушылық туындады. Лазерлік сәуленің салыстырмалы жоғары деңгейдегі когеренттігі мен монохроматтығы энергия туғызудың жоғарғы мәніне жетуді және де ультрафиолетті, көзге көрінетін және инфрақызыл аймақтардағы сәулелену қарқындылығын жеңілдетеді [1,2].

Лазерлік сәуленің биологиялық жүйелерге әсері бірнеше жылдар бойы зерттеліп келеді. Бұл жұмыстарға арналған зерттеулер ең басты негізгі төрт бағытта жүргізілді: біріншіден, лазерлік сәулеленудің әсерінен жүретін биологиялық және физикалық жүйелердегі процестерді анықтау; екіншіден, лазерді биологиялық жүйелерді зерттеу мақсатында қолдану; үшіншіден, лазерлік құрылғыларды диагностикалық және терапевтикалық мақсаттарда қолдану мүмкіншілігін зерттеу; төртіншіден, лазерлік сәуленің қауіптілігін бағалау және де тиісті қорғаныс іс шараларын дайындау.

Қазіргі кезде медико-биологиялық зерттеулерде және клиникалық тәжірибиелерде қолданылатын болашағы бар маңызды сәулелендірудің көзі гелий-неондық лазер болып табылады. Салыстырмалы аз уақыт мерзімінде төменгі интенсивті лазерлік сәулелендіру биологиялық ынталандырудың фотобиологиялық әсеріне негізделген медицинаның аса зор келешегі бар бөлімі болып қалыптасып қалды [3]. Алайда, әлі күнге дейін оптикалық кванттық генератордың биологиялық нысандарға әсер ету механизмінің толықтай айқын табиғаты анықталмаған. Бұл ең алдымен биологиялық ынталандыру әсеріне жетуге бағытталған экспериментальдық және клиникалық зерттеулердің эмпирикалық ерекшелігіне байланысты. Осы саладағы жұмыстардың көптігіне қарамастан, деректерді қарқынды түрде жинақтау кезеңі жалғастырылуда және осы деректердің мәнін түсіну берілген фактіге негізделген материалдар мен фотоэффектті іске асыру жолындағы түсініктердің аздығы арасындағы үйлеспеушілікке байланысты бұл фактіні түсіну оңай емес.

Соңғы кездері жүргізілген тәжірибиелік зерттеулерден алынған мәліметтер бойынша төменгі интенсивті лазерлік сәулелендірудің жергілікті әсер еткеннің өзінде ұлпалар және жалпы организмге тұтастай, әсіресе, тамырішілік жолмен әсер еткен жағдайда биологиялық ынта-

ландырушы әсерін тигізетінін дәлелдейді [4]. Қабыну ауруларын, трофикалық мерез және т.б. айлап жылдап жазылмайтын ауруларды, созылмалы остеомиелит ауруын емдеу кезіндегі көптеген клиникалық және экспериментальдық мәліметтер бар [5,6,7]. Гелий-неондық лазермен жүректің ұстамалы ауруларын, гипертоникалық ауруларды, жүректің ишемиялық ауруларын емдеуде көптеген тәжірибиелер бар [8,9,10]. Зерттеушілер биологиялық ынталандыру әсерін тканьдердің оттекті утилизациялау деңгейінің жоғарылауымен, қышқылдық қалпына келу процесінің үдеуімен, биохимиялық процестердің жылдамдығының жоғарылауымен түсіндіреді [11]. Қант диабетіне және басқа да ауруларға шалдыққан ауру науқастарды емдеуде тамырішілік лазерлік сәулелендіруді қолдану ерекше қызығушылық тудырады. Тамырішілік сәулелендіруді қолдану қанның ұюға қарсы және фибринолитикалық активтілігін жеделдетеді, эндогендік гепарин мөлшерін жоғарылатады, тромбоциттер агрегациясының жылдамдығын төмендетеді [12]. Қанға сәулемен әсер ету каталазаны және басқа да митохондриялық ферменттерді активтейді [13].

Инфрақызыл аймақты спектрдегі төменгі интенсивті лазерлік сәулелендірудің биологиялық жүйелерге әсер ету ерекшелігіне қабілеттілігін соңғы жылдары жүргізілген көптеген зерттеу жұмыстары дәлелдейді [14]. Импульсты жартылай өткізгіш лазерлердің биологиялық түрлерге спецификалық емес және әр түрлі ауруларды емдеудегі тиімділігі анықталған [15]. Оптикалық кванттық генератордың биологиялық жүйелерге әсерінің бейнесі ретінде макро- және микродеңгейдегі өзгерістердің болуы мүмкін: төменгі интенсивті лазерлік сәулелендіру тірі материя ұйымдастығының субклеткалық, клеткалық, тканьдік, мүшелік, жүйелік және ағзалық деңгейде іске асатын биологиялық әсерлерінің байқалуын ынталандырады [16]. Зерттеулерде ТИЛС-тің *in vitro* және *in vivo* сәулелендірген жағдайдағы ферменттік жүйелердің қызметіне, генетикалық ақпараттың жүзеге асу процестеріне және белок синтезіне, клеткалардың бөліну және өсу жылдамдығына әсері анықталған [17,18]. Бұл ретте төменгі интенсивті лазерлік әсерге түрлі жауап реакцияларының тындау деңгейі көбінесе оның параметрлерімен анықталады (сәуленің қуаттылығы, импульсты жіберу жиілігі, т.б.).

Фотобиологиялық стимуляцияның алуан түрлі спецификалық әсерлер жаңалығының лазерлік сәуленің организмге тигізетін әсер ету механизмін түсінуге мүмкіндік туғызуына қарамастан, бейімделушілік жауап түзетін биохимиялық механизмнің түзілу процесіне байланысты, лазерлік сәуленің параметрлерін оңтайландыру, организмнің функционалдық жағдайында болатын өзгерістер және т.б. сұрақтар бұрынғысынша жауапсыз қалып отыр. ТИЛС-тің әр түрлі деңгейдегі биологиялық құрылымдарға әсер ету заңдылықтарын анықтау бұл факторлардың биологиялық әсерін анықтауда кешенді зерттеулер жүргізуді қажет етеді [19]. Алдағы өткен зерттеулерде оптикалық кванттық генератордың организмге әсер ету проблемаларының аспектілеріне модельді объектілерді қолдана отырып алынған экспериментальдық материалдарды жинақтау және анализ жасау арқылы жетуге болатындығы көрсетілген. Берілген бағыттағы жұмыс лазерлік сәулелендірудің алдағы медицинада және биология қолданылуына негізделген актуальды сұрақтарға жауап алуда қосымша үміт тудырады.

Зерзаттары және әдістері

Жұмыстың мақсаты оптикалық кванттық генератордың әр түрлі режимде әсер ету барысында биохимиялық көрсеткіштерді – қан құрамындағы жалпы белок және глюкозаның мөлшерін зерттеу.

Тәжірибе салмағы 150-200 гр 25 ұрғашы ақ егеуқұйрықтарда жүргізілді. Жануарлар виварлық жағдайда ұсталды. Тәжірибеде жануарлар 5 топқа бөлінді (әр топта 5 егеуқұйрық) :

1–бақылау тобы, 2–топтағы егеуқұйрықтарға лазермен 1 минут бойы әсер етілді, 3 – топтағы

егеуқұйрықтарға 3 минут және 4 – топтағы жануарларға 5 минут уақыт мөлшерінде, ал 5 – топтағы егеуқұйрықтарға 10 минут бойы толқын ұзындығы 0,63 мкм, лазерлік сәулелендіру қуаты 5 мВт ЛГ-75 гелий–неондық лазерімен әсер етілді. Егеуқұйрықтарға лазермен тікелей 5 күн аралығында әсер етілді. Егеуқұйрықтардан қан алу оларға лазермен соңғы рет әсер еткеннен кейін 30 минут өткен соң жүргізілді.

Анықталған көрсеткіштер: қан құрамындағы глюкоза және жалпы белок мөлшері. Зерттелген көрсеткіштер BioChem SA (АҚШ) жартылай автоматты биохимиялық анализаторында анықталды. Зерттеу барысында мәліметтерге математикалық талдау жасау Microsoft Excel бағдарламасын қолдану арқылы статистикалық өндеуден өткізілді.

Нәтижелер және оларды талдау

Жүргізілген зерттеу жұмыстарының барысында келесі нәтижелер алынды: қан сарысуындағы глюкоза концентрациясының төмендеуі байқалды. Бақылау тобында қан құрамындағы глюкоза $6,48 \pm 0,25$ ммоль/л болса, 1 минут уақыт аралығында әсер еткен кезде аса өзгеріс байқалған жоқ – $6,33 \pm 0,19$ ммоль/л, 3 минут бойы әсер еткен кезде $5,43 \pm 1,15$ ммоль/л және 5 минут аралығында әсер еткенде глюкоза мөлшері $5,87 \pm 0,12$ ммоль/л тең болса, ал 10 минут уақыт бойы әсер еткен жағдайда глюкоза мөлшері $4,60 \pm 0,17$ ммоль/л дейін түсіп кетті (1 кесте).

Әдеби мәліметтерде лазермен әсер етудің алғашқы 4-5 күндері глюкоза мөлшерінің жоғарылауы, 5-күннен бастап бақылау тобының деңгейіне дейін төмендеуі көрсетілген. 1, 3, 5, минуттық әсер етуден кейінгі глюкоза мөлшерінің төмендеуі беталысы байқалады. Ал

1-кесте – Қанның биохимиялық көрсеткіштеріне оптикалық кванттық генератордың әсері

Көрсеткіш	Глюкоза , ммоль/л	Жалпы белок, г/л
бақылау	$6,48 \pm 0,25$	$7,345 \pm 0,366$
1 мин	$6,33 \pm 0,19$	$2,662 \pm 0,255$
3 мин	$5,43 \pm 1,15$	$47,6 \pm 1,51$
5 мин	$5,87 \pm 0,12$	$2,005 \pm 0,121$
10 мин	$4,60 \pm 0,17$	$3,842 \pm 0,149$

біздің зерттеу жұмыстарымыздың нәтижесінде глюкоза мөлшері оптикалық кванттық генератормен 5 күндік әсер етуден кейін төмендеуі байқалады. Сонымен қатар, лазермен әсер ету уақыты неғұрлым ұзақ болған сайын глюкоза концентрациясы соғұрлым төмендеген. Қан құрамындағы глюкоза концентрациясының қалыпты мөлшерден төмендеуі оның тканьдердегі қарқынды тотығуымен байланысты (гликолиз), сонымен қатар бауырдағы және бұлшықеттердегі гликоген алмасуының бұзылуымен, глюкозаның майлармен белокқа айналуының жоғарылауымен және т.б. түсіндіріледі.

Қандағы глюкоза концентрациясы орталық жүйке және эндокринді жүйелермен басқарылады. Қандағы глюкоза мөлшерін реттеуде инсулин гормондары (глюкоза концентрациясын оның жоғарылауы кезінде тұрақтандырады) және оның антагонисті-глюкагон (қандағы глюкоза концентрациясын оның төмендеуі кезінде бірыңғайландырады), сонымен қатар адреналин, глюкокортикоидтар.

Ал жалпы белок мөлшеріне келетін болсақ, бақылау тобында оның көрсеткіші $7,345 \pm 0,366$ г/л тең болса, оптикалық кванттық генератормен 1 минут уақыт аралығында әсер еткен жағдайда $2,662 \pm 0,255$ г/л, 3 минут бойы әсер еткенде $47,6 \pm 1,51$ г/л, 5 минутта $2,005 \pm 0,121$ г/л, ал 10 минут аралығында әсер ету барысында $3,842 \pm 0,149$ г/л мөлшерге дейін төмендеп кетті. Гипопротеинемия бауыр аурулары, сәулелік терапия және т.б. кезінде дамуы мүмкін.

Егеуқұйрықтарға оптикалық кванттық генератормен жергілікті әсер еткенде жалпы белок саны бақылау тобымен салыстырғанда күрт төмендеді. Әсіресе жалпы белок мөлшерінің төмендеуі 5 минут уақыт бойы әсер еткенде байқалды. Бұл құбылыс зерттеу жұмыстарын жүргізу кезінде оптикалық кванттық генератордың қолайсыз фактор ретінде реакция тудыруына байланысты болуы мүмкін. Организмге қолайсыз факторлардың әсер етуінің алғашқы фазасында организмде түрлі өзгерістер, соның ішінде қандағы кортикостероидтар деңгейінің көтерілуі байқалады. Қандағы белок мөлшерін реттеуге бүйрек үсті безі қатысатындықтан, жалпы белок санының төмендеуін жағымсыз фактормен түсіндіруге болады.

Әрине лазермен әсер ету нақты стресс факторын тудырады деп айта алмаймыз, алайда

сыртқы фактордың организмге әсері кезінде симпато-адреналдық жүйе активтеле бастайды. Лазерлік сәуленің мүшелермен және тканьдермен жалпы әрекеттесуі бейімделу реакциясының бастапқы түйіні ретінде симпато – адреналдық жүйенің қатысуымен жүреді. Сонымен бірге жалпы белок мөлшерінің қалыпты шамадан ауытқуы түрлі себептерге байланысты болуы мүмкін: су-тұз алмасуының бұзылуы, сарысу белоктарының ыдырауы мен синтезіндегі өзгерістер, организмнің кейбір функцияларының бұзылысы кезінде. Сонымен қатар қандағы жалпы белок мөлшерін бауырдағы белок синтезінің бұзылуына байланысты бауыр қызметінің бұзылуымен және белок алмасуының гормональдық реттелуі мен белок ыдырауының жоғарылауымен байланыстыруға болады.

Қазіргі кезге дейін ТИЛС-дің организмге әсер ету механизмі, оның бөлек жүйелері және патологиялық ошағы жайлы мәліметтер өте аз. Қанның лазерлік сәулеленуінің екіншілік биохимиялық және физиологиялық әсерлерінің көп түрлілігі мен жүйелік ерекшелігі фотоакцепторлардың алуантүрлілігі мен қосылатын молекулярлық, субклеткалық және клеткалық деңгейдегі біріншілік фотобиологиялық реакциялармен түсіндірілетіні көрсетілген. Лазерлік сәулелену мен биологиялық субстраттың әрекеттесу процесінде сатылы өтетін фотобиологиялық реакциялар туындайды: жарық квантының жұтылуы және энергияның молекулаішілік қайта бөлінуі (фотофизикалық процестер), энергияның молекулааралық тасымалдануы және біріншілік фотохимиялық процестер, фотоөнімдер қатысуымен бірге биохимиялық процестер, екіншілік фотобиологиялық реакциялар және жарық әсеріне организмнің жалпы-физиологиялық жауабы.

Көптеген экспериментальдық зерттеулерде қанды тамырішілік сәулелендіру кезінде гелий-неондық лазер сәулесі 632,8 нм толқын ұзындығындағы лазерлік сәуленің біріншілік фотоакцепторы болып келетін қан құрамындағы гемоглобинмен жұтылады. Қанды тамырішілік сәулелендіру кезінде қанда байқалатын бүкіл өзгерістер жиынтығын жеке органдар мен тканьдердегі патологиялық процестер дамуына гомеостазды реттеуші жүйенің жауабы ретінде қарастырады.

Сонымен, кванттық сәуле симпатико-адреналдық жүйеге тұрақтандырушы әсер етеді. Осы-

ған дейін жүргізілген эксперименттерде егеуқұйрықтарды бірнеше рет сәулелендіру бүйрек үсті бездерінің массасының төмендеуіне, олардағы аскорбин қышқылы құрамының жоғарылауына және гипофизде АКТГ көлемінің төмендеуі мен медиальды гипоталамустың тежелуіне әкеп соға-

тыны көрсетілген. Бұл гипофизадrenalды жүйенің функционалдыкүйінауырлатады. Кванттық терапия кезіндегі перифериялық қан құрамындағы глюкоза деңгейінің төмендеуі мен ацетилхолиннің дами түсуі симпатико-адреналдық жүйе тонусының төмендеуін дәлелдейді.

Әдебиеттер

- 1 Фаин С., Клейн Э. Биологическое действие излучения лазера / Пер.с англ. -М.: Атомиздат, 1978. 104 с
- 2 Кару Т.И., Календо Т.С., Лобко В.В. Зависимость биологического действия низкоинтенсивного лазерного излучения на клетки от параметров излучения, когерентности, дозы и длины волны // Известия АН СССР. Сер. физич. 1983. – Т. 47. -N 10. – С. 17.
- 3 Богуш Н.А., Мостовников В. А., Мохорева С. И. и др. О механизме общестимулирующего действия лазерного излучения // Докл. АН БССР. 1977. Т.21, вып 87 С.759-762.
- 4 Захарова Е.И., Бриль Г.Е. Влияние низкоинтенсивного лазерного излучения на лимфатические микрососуды / Применение низкоинтенсивных лазеров и излучения миллиметрового диапазона в эксперименте и клинике. Под ред. Г.Е.Бриля. Саратов, 1994. – С. 55-58.
- 5 Девятков Н. Д., Голант М. Б., Бецкий О.В. Миллиметровые волны и их роль в процессах жизнедеятельности. — М.: Радио и связь. 1991. — 168с.
- 6 Полушина Н.Д., Гринзайд Е.А., Шляпок Е.А., и др. Клинико-экспериментальный-анализ эффектов лазеротерапии. // Вопр. курорт-1997-№4, с 14-16.
- 7 Lundeberg T, Malen M. Low power He-Ne laser treatment of venous leg ulcers. Ann Past Surg 1991; 27: 535-537
- 8 Миненков А.А. Низкоэнергетическое лазерное излучение красного инфракрасного диапазонов и его использование в сочетанных методах физиотерапии. // Автореферат дисс. докт. мед. наук.-М., 1989-с 44.
- 9 Богомоллова Н.В, БугаеваИ.О. Биологические эффекты низкоинтенсивного лазерного излучения. //Морфологические ведомости. Тез. V Общероссийского съезда анатомов, гистологов и эмбриологов. 2004.- №1-2.-С.13.
- 10 Девятков Н.Д., Зубкова С.М., Лапун И. Б. и др. Физико-химические механизмы биологического действия лазерного излучения // Успехи соврем. Биологии 1987 Т. 103, №1Г С. 31-43.
- 11 Бриль Г.Е., Бриль А.Г., Шенкман Б.З., Киричук В.Ф. Обеспечение ингибиторного эффекта He-Ne лазерного излучения на функцию тромбоцитов системой гуанилатциклаза-цГМФ / Новые технологии в медицине. Саратов, 1999. – С. 24-27.
- 12 Тучин В. В. Основы взаимодействия низкоинтенсивного лазерного излучения с биотканями: дозиметрический и диагностический аспекты // ИзвестияРАН. Сер. физическая. 1995. – Т.59, вып.6. – С. 120-143.
- 13 Бугаева И.О., Бриль Г.Е., Богомоллова Н.В Влияние инфракрасного лазерного излучения на кислотно резистентность эритроцитов / Применение лазеров в медицине и биологии. Одесса, 2004. – С.74-75.
- 14 Кончугова Т.В., Комарова Н.И., Шарова Н.Н. и др. Экспериментальное исследование влияния инфракрасного низкоэнергетического лазерного излучения на выработку тимических гормонов // Иммунология. 1995 №3. – С.34-36.
- 15 Каплан М.А. Физико-химические основы действия лазерного излучения в ближней инфракрасной области на ткани / Лазеры в медицине. М., 1989.~ Ч.1Г С.88-92
- 16 Каплан М.А. Физико-химические основы действия лазерного излучения в ближней инфракрасной области на ткани / Лазеры в медицине. М., 1989.~ Ч.1Г С.88-92.
- 17 Halevy S, Lubart R6 Reuveni H6 Grossman N. 780 nm low power laser therapy for wound healing in vivo and in vitro studies. LaserTherapy 1997; 9: 159-164
- 18 Бриль Г.Е. Молекулярно-клеточные аспекты терапевтического действия низкоинтенсивного лазерного излучения. Саратов, 2000
- 19 Богомоллова Н.В, БугаеваИ.О. Биологические эффекты низкоинтенсивного лазерного излучения. //Морфологические ведомости. Тез. V Общероссийского съезда анатомов, гистологов и эмбриологов. 2004.- №1-2.-С.13.

Reference

- 1) Fain S., Kleyn E. Biologicheskoe deystvie izlucheniya lazera / Per.s angl. -М.: Atomizdat, 1978. 104 s
- 2) Karu T.I., Kalendo T.S., Lobko V.V. Zavisimost biologicheskogo deystviya nizkointensivnogo lazernogo izlucheniya na kletki ot parametrov izlucheniya, kogerentnosti, dozyi i dlinyi volnyi // Izvestiya AN SSSR. Ser. fizich. 1983. – Т. 47. -N 10. – С. 17.
- 3) Bogush N.A., Mostovnikov V. A., Mohoreva S. I. i dr. O mehanizme obschestimiliruyushego deystviya lazernogo izlucheniya // Dokl. AN BSSR. 1977. Т.21, vyip 87 S.759-762.
- 4) Zaharova E.I., Brill G.E. Vliyanie nizkointensivnogo lazernogo izlucheniya na limfaticheskie mikrososudy / Primenenie nizkointensivnyih lazerov i izlucheniya millimetrovogo diapazona v eksperimente i klinike. Pod red. G.E.Brillya. Saratov, 1994. – С. 55-58.

- 5) Devyatkov N. D, Golant M. B., Betskiy O.V. Millimetrovyye volny i ih rol v protsessah zhiznedeyatelnosti. — M.: Radio i svyaz. 1991. — 168s.
- 6) Polushina N.D., Grinzayd E.A., Shlyapok E.A., i dr. Kliniko-eksperimentalnyiy-analiz effektivov lazeroterapii. // Vopr. kurort-1997-#4, s 14-16.
- 7) Lundeberg T, Malen M. Low power He-Ne laser treatment of venous leg ulcers. *Ann Past Surg* 1991; 27: 535-537
- 8) Minenkov A.A. Nizkoenergeticheskoe lazernoe izluchenie krasnogo infrakrasnogo diapazonov i ego ispolzovanie v sochetannyih metodah fizioterapii. // Avtoreferat diss. dokt. med. nauk.-M., 1989-s 44.
- 9) Bogomolova N.V, Bugaeva I.O. Biologicheskie efektyi nizkointensivnogo lazernogo izlucheniya. //Morfologicheskie vedomosti. Tez. V Obscherossiyskogo s'ezda anatomov, gistologov i embriologov. 2004.- #1-2.-S.13.
- 10) Devyatkov N.D., Zubkova S.M., Laprun I. B. i dr. Fiziko-himicheskie mehanizmyi biologicheskogo deystviya lazernogo izlucheniya // *Uspehi sovrem. Biologii* 1987 T. 103, #1G S. 31-43.
- 11) Brill G.E., Brill A.G., Shenkman B.Z., Kirichuk V.F. Obespechenie ingibitornogo effekta Ne-Ne lazernogo izlucheniya na funktsiyu trombotsitov sistemoy guanilatsiklaza-tsGMF / *Novyye tehnologii v meditsine. Saratov, 1999.* – S. 24-27.
- 12) Tuchin B. B. Osnovyi vzaimodeystviya nizkointensivnogo lazernogo izlucheniya s biotkanyami: dozimetricheskii i diagnosticheskii aspekty // *Izvestiya RAN. Ser. fizicheskaya.* 1995. – T.59, vyip.6. – S. 120-143.
- 13) Bugaeva I.O., Brill G.E., Bogomolova N.V Vliyanie infrakrasnogo lazernogo izlucheniya na kislotnuyu rezistentnost eritrotsitov / *Primenenie lazerov v meditsine i biologii. Odessa, 2004.* – S.74-75.
- 14) Konchugova T.V., Komarova N.I., Sharova H.H. i dr. Eksperimentalnoe issledovanie vliyaniya infrakrasnogo nizkoenergeticheskogo lazernogo izlucheniya na vyirabotku timicheskikh gormonov // *Immunologiya.* 1995 #3. – S.34-36.
- 15) Kaplan M.A. Fiziko-himicheskie osnovyi deystviya lazernogo izlucheniya v blizhney infrakrasnoy oblasti na tkani / *Lazeryi v meditsine. M., 1989.*~ Ch.1G S.88-92
- 16) Kaplan M.A. Fiziko-himicheskie osnovyi deystviya lazernogo izlucheniya v blizhney infrakrasnoy oblasti na tkani / *Lazeryi v meditsine. M., 1989.*~ Ch.1G S.88-92.
- 17) Halevy S, Lubart R6 Reuveni H6 Grossman N. 780 nm low power laser therapy for wound healing in vivo and in vitro studies. *Laser Therapy* 1997; 9: 159-164
- 18) Brill G.E. Molekulyarno-kletochnyye aspektyi terapevticheskogo deystviya nizkointensivnogo lazernogo izlucheniya. Saratov, 2000
- 19) Bogomolova N.V, Bugaeva I.O. Biologicheskie efektyi nizkointensivnogo lazernogo izlucheniya. //Morfologicheskie vedomosti. Tez. V Obscherossiyskogo s'ezda anatomov, gistologov i embriologov. 2004.- #1-2.-S.13.