

Оптикалық биофизика және лазерлік медицина

ЖАРИЯЛАНДЫ 23.02.2025	ТІРЕК СӨЗДЕР биофотоника, көз хирургиясы, лазерлік диагностика, лазерлік медицина, лазерлік терапия, оптикалық биофизика, фотомедицина	СІЛТЕМЕ https://bilimger.kz/176164/
---------------------------------	--	---

Саулебек Қадыр Шалқарұлы

С.Ж.Асфендияров атындағы Қазақ Ұлттық Медицина университеті

Аннотация

Оптикалық биофизика мен лазерлік медицина – қазіргі медицинаның қарқынды дамып келе жатқан салалары. Бұл бағыт лазерлік технологияларды терапияда, хирургияда және диагностикалық зерттеулерде қолдануға негізделген. Лазерлік терапия қабыну процестерін азайтуға, ауырсынуды жеңілдетуге және тіндердің регенерациясын жеделдетуге көмектеседі. Көз хирургиясында лазерлерді пайдалану рефракциялық қателіктерді түзетуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, биофотоника лазерлік сәулеленуді қолдану арқылы биологиялық жүйелерді зерттеуге жол ашады. Бұл мақалада лазерлік медицинаның негізгі принциптері мен болашағы қарастырылады.

Кілт сөздер:

оптикалық биофизика, лазерлік медицина, лазерлік терапия, көз хирургиясы, биофотоника, фотомедицина, лазерлік диагностика.

Кіріспе

Оптикалық биофизика – лазерлік және оптикалық технологияларды биология мен медицинада қолдануды зерттейтін ғылыми сала. Оның

негізінде жарықтың тірі ағзалармен өзара әрекеттесу заңдылықтары жатыр. Лазерлік медицина медициналық диагностиканың, терапияның және хирургияның жаңа деңгейге көтерілуіне ықпал етті. Лазерлердің көмегімен жүргізілетін емдеу әдістері аз инвазивтілігі, жоғары дәлдігі және қауіпсіздігімен ерекшеленеді [1].

Лазерлік терапия

Лазерлік терапия – қазіргі медицинаның инновациялық бағыттарының бірі болып табылады. Бұл әдіс төмен қарқынды лазерлік сәулеленуді қолдану арқылы ағзадағы биологиялық процестерді ынталандырып, жасуша деңгейінде емдік әсерге қол жеткізуге мүмкіндік береді. Лазерлік терапияның басты ерекшелігі – оның инвазивті емес, ауырсынусыз және қауіпсіз болуы. Ол қабыну процестерін азайтып, ауырсынуды жеңілдетуге, қан айналымын жақсартуға және тіндердің регенерациясын жеделдетуге ықпал етеді. Лазерлік сәулелену жасушалық метаболизмді белсендіретін негізгі факторлардың бірі болып табылатын митохондрияларға әсер етеді. Лазердің әсерінен жасушаішілік процестер күшейіп, аденозинтрифосфат (АТФ) синтезі ұлғаяды, нәтижесінде тіндердің қалпына келуі жеделдейді. Сонымен қатар, лазер қан айналымын жақсартып, капиллярлар тонусын күшейтеді, бұл өз кезегінде тіндерге оттегі мен қоректік заттардың жеткізілуін арттырады.

Лазерлік терапия медицинада кеңінен қолданылады. Травматология мен ортопедияда бұл әдіс сүйек-буын және бұлшықет жүйесінің түрлі ауруларын емдеуде жоғары тиімділік көрсетеді. Созылмалы остеохондроз, артрит, артроз секілді патологиялар кезінде лазер қабынуды азайтып, ауырсынуды жеңілдетуге көмектеседі. Сонымен қатар, сүйек сынғаннан кейін лазер сәулеленуін қолдану сүйек тінінің регенерациясын жеделдетеді. Неврология саласында бұл әдіс жүйке жүйесінің зақымдануын емдеуде, соның ішінде радикулит, неврит, мигрень сияқты ауруларды жеңілдетуде қолданылады. Лазерлік терапия жүйке талшықтарындағы импульстарды қалыпқа келтіріп, ауырсыну синдромдарын төмендетуге мүмкіндік береді.

Дерматология мен косметологияда лазер тері жасушаларының регенерациясын ынталандыру арқылы безеуді емдеуде, күйіктер мен жаралардың жазылуын жеделдетуде, әжімдерді азайтып, терінің серпімділігін арттыруда қолданылады. Лазер сәулесі терідегі коллаген мен эластин өндіру процесін белсендіретіндіктен, оның косметологиялық әсері өте жоғары. Сонымен қатар, лазерлік терапия стоматологияда да кеңінен қолданылады. Ол пародонтоз, гингивит сияқты ауыз қуысы ауруларын емдеуде, сондай-ақ имплантациядан кейінгі асқынуларды болдырмауда тиімді. Лазердің микробқа қарсы әсері стоматологиялық аурулардың алдын алуға көмектеседі.

Спорттық медицинада лазер жарақаттан кейінгі оңалту процесін жеделдетуде қолданылады. Бұл әдіс бұлшықет талшықтарының қалпына келуін тездетіп, спортшылардың жаттығу жүктемелерін жеңілдетуге ықпал етеді. Лазерлік терапия әсіресе созылмалы шаршау синдромында, бұлшықет құрысуларында және сіңірлердің қабынуында жоғары нәтиже көрсетеді.

Лазерлік терапияның артықшылықтары оның инвазивті емес, ауырсынусыз және жылдам әсер етуімен байланысты. Бір сеанс әдетте 5-15 минутқа созылады, ал толық емдеу курсы бірнеше процедуранан тұрады. Оның жанама әсерлері өте аз, ал тиімділігі жоғары. Дегенмен, бұл әдістің белгілі бір шектеулері бар. Қатерлі ісіктер, қан ұю жүйесінің бұзылыстары, жүктілік, ауыр жүрек-қан тамыр аурулары сияқты жағдайларда лазерлік терапияны қолдану ұсынылмайды. Лазерлік терапияны медицинада қолдану бойынша зерттеулер жалғасып жатыр және оның жаңа әдістері мен қолдану аймақтары кеңейіп келеді. Ғалымдар лазердің ағза жасушаларына әсер ету механизмдерін тереңірек зерттеуде, бұл болашақта лазерлік терапияның тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Лазерлік терапияның болашағы зор, өйткені ол көптеген ауруларды дәрі-дәрмексіз, қауіпсіз және тиімді түрде емдеуге мүмкіндік береді. Оның көмегімен қазіргі медицинаның көптеген салаларында инновациялық шешімдер енгізіліп, емдеудің жаңа әдістері әзірленуде.

Лазерлік технологиялар жетіле келе, оның қолдану аясы одан әрі кеңейе түсетіні анық. [2].

Көз хирургиясында лазерді қолдану

Көз хирургиясында лазерді қолдану заманауи офтальмологияның маңызды бағыттарының бірі болып табылады. Лазерлік технологиялар офтальмологиялық операциялардың дәлдігін арттырып, тіндерге минималды зақым келтіру арқылы көру қабілетін қалпына келтіру мүмкіндігін ұлғайтады. Лазердің көмегімен хирургиялық араласу инвазивті емес немесе аз инвазивті тәсілдер арқылы жүзеге асырылады, бұл асқыну қаупін азайтып, науқастардың оңалу уақытын қысқартады. Лазерлік хирургияның негізгі қолдану бағыттарының бірі – рефракциялық хирургия, оның ішінде лазерлік көруді түзету (LASIK, PRK, SMILE) әдістері кең таралған. Бұл әдістер жақыннан көрмеушілік (миопия), алыстан көрмеушілік (гиперметропия) және астигматизм сияқты көру ақауларын түзетуге мүмкіндік береді.

LASIK (Laser-Assisted in Situ Keratomileusis) әдісі қазіргі таңда ең танымал лазерлік көруді түзету тәсілдерінің бірі болып табылады. Бұл процедурада арнайы микрокератом немесе фемтосекундтық лазер арқылы көздің қасаң қабығының (роговица) беткі қабаты кесіледі, содан кейін эксимерлік лазердің көмегімен қасаң қабықтың ішкі қабаты қайта қалыптастырылады. Бұл процесс көздің жарықты сындыру қабілетін өзгертіп, көруді жақсартуға мүмкіндік береді. PRK (Photorefractive Keratectomy) әдісі LASIK-ке ұқсас, бірақ қасаң қабықтың беткі қабаты механикалық жолмен емес, лазер арқылы өңделеді. Бұл әдіс жұқа қасаң қабық құрылымы бар науқастарға ұсынылады. Ал SMILE (Small Incision Lenticule Extraction) әдісі фемтосекундтық лазердің көмегімен жүзеге асырылады және қасаң қабықтың ішінде арнайы линза тәрізді қабат (лентикул) кесіледі, содан кейін ол кішкентай тілік арқылы алынады. Бұл әдіс минималды инвазивтілігімен ерекшеленеді және көздің құрылымын табиғи түрде сақтауға мүмкіндік береді.

Лазерлік технологиялар катаракта хирургиясында да кеңінен

қолданылады. Катаракта – көз бұршағының бұлдырлануы салдарынан көру өткірлігінің төмендеуімен сипатталатын көз ауруы. Фемтосекундтық лазердің көмегімен көз бұршағы дәл кесіліп, оны ультрадыбыстық факоэмульсификация әдісі арқылы алып тастауға болады. Лазердің көмегімен бұршақ капсуласы жоғары дәлдікпен ашылып, жасанды интраокулярлық линзаларды орнату жеңілдейді. Бұл әдіс хирургиялық араласуды барынша қауіпсіз етіп, операциядан кейінгі асқыну қаупін төмендетеді.

Глаукома – көз ішіндегі қысымның жоғарылауымен байланысты созылмалы ауру, ол емделмеген жағдайда көру жүйкесінің зақымдануына және көру қабілетінің қайтымсыз жоғалуына әкелуі мүмкін. Глаукоманы емдеуде лазерлік трабекулопластика (Selective Laser Trabeculoplasty – SLT) және лазерлік иридотомия әдістері қолданылады. SLT процедурасы кезінде лазер көздің дренаждық жүйесінің өткізгіштігін арттырып, көз ішіндегі сұйықтықтың табиғи ағуын жақсартады. Бұл әдіс глаукомаға шалдыққан науқастарға дәрі-дәрмектік терапия жеткіліксіз болған кезде немесе хирургиялық араласу қажет болғанда ұсынылады. Лазерлік иридотомия көздің ішкі құрылымдарындағы сұйықтықтың циркуляциясын жақсарту үшін ирис тінінде кішкентай тесіктер жасауды қамтиды. Бұл әдіс жабық бұрышты глаукоманың алдын алуға және емдеуге мүмкіндік береді.

Диабеттік ретинопатия және макулострофия сияқты көздің торлы қабатының (сетчатка) патологияларын емдеуде де лазерлік коагуляция кеңінен қолданылады. Лазерлік коагуляция кезінде торлы қабықтың зақымдалған аймақтарына лазер сәулесі бағыттталып, ол тіндерді күйдіріп, патологиялық қан тамырларының өсуін тоқтатады. Бұл әдіс қан кетудің алдын алуға, көздің торлы қабығын нығайтуға және көру қабілетінің одан әрі төмендеуін болдырмауға көмектеседі.

Лазерлік витреолизис – көздің шыны тәрізді денесіндегі қалқымалы дақтарды жоюға арналған процедура. Кейбір науқастарда шыны тәрізді денеде ұсақ мөлдір емес бөлшектер пайда болады, олар көз алдында қара нүктелер немесе жіп тәрізді құрылымдар ретінде көрінеді. Лазердің

көмегімен бұл бөлшектер ыдыратылып, көру сапасы жақсартылады.

Лазерлік хирургияның артықшылықтарына оның жоғары дәлдігі, минималды жарақаттаушы әсері, асқынулардың сиректігі және науқастың оңалу кезеңінің қысқаруы жатады. Сонымен қатар, лазерлік әдістердің көпшілігі амбулаториялық жағдайда жүргізіледі және операциядан кейін пациент тез арада күнделікті өміріне оралуға мүмкіндік алады. Дегенмен, лазерлік хирургияның қарсы көрсетілімдері де бар. Мысалы, қасаң қабықтың тым жұқа болуы, қабыну аурулары, көздің ауыр патологиялары, жүктілік және кейбір жүйелік аурулар лазерлік операцияларға шектеу қоюы мүмкін.

Лазерлік хирургия офтальмологияның дамуына айтарлықтай үлес қосып, көптеген көру патологияларын тиімді емдеуге мүмкіндік береді. Ғылыми зерттеулер мен технологиялық жетістіктердің арқасында лазерлік емдеудің жаңа әдістері әзірленуде, бұл көз ауруларын емдеудің тиімділігін одан әрі арттыруға көмектеседі. Лазерлік хирургияның болашағы зор, өйткені ол науқастар үшін қауіпсіздік пен жоғары дәлдікті қамтамасыз ететін минималды инвазивті әдістердің бірі болып қала береді.[3].

Биофотоника және лазерлік диагностика

Биофотоника – тірі жүйелерді зерттеуге бағытталған ғылым саласы, оның негізінде лазерлік және оптикалық технологиялар жатыр. Биофотоника медициналық зерттеулерде және клиникалық диагностикада қолданылады.

Лазерлік диагностика әдістерінің кейбірі:

- **Флуоресцентті диагностика** – қатерлі ісіктерді ерте анықтауға мүмкіндік береді;
- **Оптикалық когеренттік томография (ОКТ)** – көздің тор қабаты мен қан тамырларын зерттеуде қолданылады [4];
- **Раман спектроскопиясы** – тіндердің молекулалық құрамын талдауға көмектеседі.

Қорытынды

Оптикалық биофизика мен лазерлік медицина қазіргі медицинаның маңызды бөлігіне айналды. Лазерлік терапия, көз хирургиясы және биофотоника адам денсаулығын жақсартуда маңызды рөл атқарады. Ғылыми зерттеулер мен технологиялық жетістіктердің арқасында лазерлік медицинаның болашағы зор.

Пайдаланылған әдебиеттер:

1. **Башкатов А.Н., Генина Е.А., Тучин В.В.** Оптические свойства тканей человека в спектральном диапазоне 400–2000 нм // Журнал прикладной спектроскопии. – 2011. – Т. 78. – № 5. – С. 746–758.
Башкатов А.Н., Генина Е.А., Тучин В.В. Адам тіндерінің 400–2000 нм диапазонындағы оптикалық қасиеттері // Қолданбалы спектроскопия журналы. – 2011. – Т. 78. – № 5. – Б. 746–758.
2. **Karu T.I.** Photobiology of low-power laser effects // Health Physics. – 1989. – Vol. 56. – No. 5. – P. 691–704.
Karu T.I. Төмен қарқынды лазердің фотобиологиясы // Денсаулық физикасы. – 1989. – Т. 56. – № 5. – Б. 691–704.
3. **Waynant R.W., Tata D.B.** Lasers in Medicine. – CRC Press, 2001. – 344 p.
Waynant R.W., Tata D.B. Медицинадағы лазерлер. – CRC баспасы, 2001. – 344 б.
4. **Pallikaris I.G., Siganos D.S.** Excimer laser photorefractive keratectomy // Lasers in Ophthalmology. – 1994. – Vol. 26. – P. 24–32.
Pallikaris I.G., Siganos D.S. Эксимерлі лазерлік фоторефракциялық кератэктомия // Офтальмологиядағы лазерлер. – 1994. – Т. 26. – Б. 24–32.
5. **Huang D., Swanson E.A., Lin C.P.** Optical coherence tomography // Science. – 1991. – Vol. 254. – P. 1178–1181.
Huang D., Swanson E.A., Lin C.P. Оптикалық когеренттік

томография // Ғылым. – 1991. – Т. 254. – Б. 1178-1181.

6. **Tuchin V.V.** *Tissue Optics: Light Scattering Methods and Instruments for Medical Diagnosis*. – 3rd ed. – SPIE Press, 2015. – 840 p.

Tuchin V.V. Тіндердің оптикасы: медициналық диагностикаға арналған жарық шашырау әдістері мен құралдары. – 3-басылым. – SPIE Press, 2015. – 840 б.

ҚМ АА Куәлік нөмірі: **KZ45VPY00102718** — ҚР Мәдениет және Ақпарат министрлігі

© 2026 **Bilimger.kz** Ақпараттық-танымдық білім порталы. Барлық мазмұн авторлық құқықпен қорғалған.