Algemene artikels

Die gebruik van lasers in geneeskunde

P. Roux

Departement Oogheelkunde, Fakulteit Geneeskunde, Universiteit van Pretoria, Posbus 667, Pretoria, 0001

Ontvang 21 Oktober 1993; aanvaar 3 Desember 1993

UITTREKSEL

Die akroniem "laser" staan vir "light amplification by stimulated emission of radiation." Die basiese beginsels van laserligenergie word beskryf en die verskillende tipes lasers kortliks genoem. Die diagnostiese en terapeutiese gebruike van lasers in die geneeskunde word in meer detail beskryf.

ABSTRACT

The use of lasers in medicine

The acronym laser stands for "light amplification by stimulated emission of radiation". The basic principles by which light energy from a laser is generated is discussed briefly. The different types of lasers are mentioned. The diagnostic and therapeutic uses of lasers in medicine are discussed in greater detail.

TERMINOLOGIE

Skotoom	Donker kol in die gesigsveld.	Vulva	Opening van vroulike geslagsorgane.
Retina	Senuweewefsel wat die binnekant van die oog uitvoer en ligimpulse in elektriese impulse omskep.	Serviks	Baarmoedermond.
Foton	Kleinste eenheid van ligenergie.	Uterus	Baarmoeder.
Choroïed	'n Vaskulêre laag weefsel wat buite die retina die oogbal uitvoer.	Aritmieë	Abnormale hartritmes.
Fluoresseëien	Absorbeer lig met 'n blou kleur en gee 'n groen kleur af.	Iris	Gekleurde deel (blou, bruin, ens.) van die oog.
Ontlokte serebrale potensiale	Stimulasie van die sentrale senuweestelsel en die grafiese vasstelling van die respons van die brein.	Katarak	Lens van die oog wat ondeursigtig is.
Fascia	Bindweefselstrukture	Kapselotomie	Deursny van die agterste membraan van 'n lens na vorige katarakchirurgie.
Maligne	Kwaadaardig	Gloukoom	Verhoogde druk binne-in die oë.
Neoplasmas	Tumore	Diabetiese retinopatie	Aantasting van die retina as gevolg van suikersiekte.
Biliêre trakti	Galweë	Miopie	Onvermoë om ver goed te sien - wel naby.
Endoskoop	Apparaat met optiese vesels waardeur daar gekyk word na interne organe van die liggaam.	Hipermetropie	Onvermoë om naby goed te sien - wel ver.
Lithotripsie	Opbreek van stene in hol organe, bv. blaas.	Astigmatisme	Kornea van die oog se kurwes lyk meer soos 'n rugbybal as 'n sokkerbal.
Pankreas	Insulienproduserende klier in die buik.	Keratektomie	Dun skyfie korneaweefsel verwyder.
Portwynvlek	Rooi, plat vlekke op die vel, vanaf geboorte teenwoordig.	Radiale keratotomie	Vier of agt radiale snitte in die kornea wat 3 mm of verder vanaf die middelpunt begin met die doel om miopie (bysindheid) te korreger.
Laparoskopie	Visuele ondersoek van buikorgane deur middel van optiese vesels.	Dakriosisto-rhinostomie	Operasie om die dreinerings van transe na die neus te bevorder.

Die mens geniet die sonstrale op sy vel, veral gedurende vakansietye op die strande. Maar lig kan oor nadelig vir die mens wees. In Plato se boek *Placedo* het Socrates gewaarsku dat daar tydens 'n sonsverduistering nie direk na die son gekyk moet word nie. In die Middeleeue het Theophilus Boretus (1620-1689), die eerste beskrywing gegee van 'n sentrale skotoom (donker kol in die gesigs-veld) wat volg na sonbrandskade van die retina.

Sedert die vorige eeu het navorsers sonlig, en later 'n koolstofbooglig, gebruik om die retina van die oog te koaguleer. In 1949 het Meyer-Schwickerath sy bevindings oor lig-fotokoagulase van die retina gepubliseer. Hy het 'n lensstelsel ontwerp om die sonstrale op die retina te fokus. In 1956 is die Xenon-boogfotokoagulator deur die Zeiss-maatskappy vir die terapeutiese behandeling van retinasiektes beskikbaar gestel.

In 1960 het Maiman die eerste optiese maser (eers later laser genoem) gemaak deur middel van 'n robynkristal wat 'n monochromatiese lig met 'n golflengte van 694,3 nm gehad het. Die eerste pasiënt met 'n oogsiekte is in 1963 met die robyn laser behandel. Daarna het die produksie van talle ander lasers gevolg, elkeen gemaak vir 'n spesifieke doel vir gebruik deur verskillende spesialiteite in die geneeskunde.

Met hierdie agtergrond kan nou gevra word wat 'n laser is. Laser is die akroniem vir "light amplification by stimulated emission of radiation." Laser kan gedefinieer word as 'n eiesoortige ligbron wat lig met besondere eienskappe uitstraal, naamlik monochromaties, direksioneel en koherent.

DIE OPWEKKING VAN LASERSTRALE

In die grondtoestand is atome in die laagste energievlak. Indien die temperatuur verhoog word, sal die elektrone gestimuleer word om in hoër energievlakke te wentel. Wanneer 'n ligstraal deur die gestimuleerde medium gestuur word, word die atome wat deur die lig getref word in 'n volgende hoër energietoestand geplaas. Wanneer hierdie atome na die vorige energietoestand terugval, word 'n foton lig afgegee. Indien die lasermedium in 'n vakuumbuis met 'n spieël aan elke kant geplaas word, word die fotone wat afgegee word heen en weer deur die buis weerkaats. Na elke weerkaatsing word verdere atome gestimuleer wat op hulle beurt fotone afgee wat deur die medium weerkaats word. So word 'n versterkte (ampli-

fied) ligstraal opgewek. Die elektromagnetiese golwe van die ligstraal is 'n fase, parallel en van dieselfde golflengte. Wanneer een van die spieëls gedeeltelik deurskynend gemaak word, kan die lig uit die resonerende buis gelaat word sodat die lig beskikbaar is vir gebruik. Afhange van die tipe lasermedium wat gebruik word, sal verskillende golflengtes lig geproduseer word. Die meeste lasermediums bestaan uit 'n spesifieke gas of gasse, byvoorbeeld argon, krypton, koolstofdioksied of argon-fluoried. Kristalle word ook as 'n lasermedium gebruik, byvoorbeeld Neodimium: Yttrium-aluminiumgranaat (Nd:YAG) en robyn. Daar is ook diodelasers.

Die voordeel van die diodelaser is dat dit baie kleiner as die konvensionele buislasers is. Metaaldamplasers is ook beskikbaar, byvoorbeeld koperdamp- en goud-damplasers, asook die fluoriserende organiese materiaal-(dye) lasers waar die lasermedium opgelos is in 'n vloeiooplosmiddel. Die "dye"-laser se voordeel is dat die golflengte verander kan word om verskillende kleure laserlig te produseer.

EFFEKTE VAN LASERS OP DIE MENSLIKE WEEFSEL

Afhange van die tipe laserstraal wat gebruik word, kan die tipe effekte een van die volgende wees, naamlik fotochemies, termies of ioniserend. In tabel 1 word die fotochemiese, ligtermiese en ioniserende effek saamgevat.

Wanneer ons na die gebruik van lasers in die geneeskunde kyk, vind ons dat elke spesialiteitsrigting sy eie lasers het wat vir spesifieke doeleindes en gebruike vervaardig is.

Die gebruike van lasers kan in drie hoofgroepe gekategoriseer word: diagnostiese lasers, terapeutiese lasers en datastoor.

DIAGNOSTIESE LASERS

Die diagnostiese lasers wat in die geneeskunde gebruik word, word met enkele voorbeelde toegelig.

Met Laser Doppler Vloeimetrie word die bloedvloei in sekere anatomiese dele bepaal, byvoorbeeld die vel, spysverteringskanaal en kraakbene van die knie, en word gebruik in dissiplines soos dermatologie, plastiese chirurgie, gastro-intestinale chirurgie en ortopedie.

Die Skandeerlaser-oftalmoskoop (SLO) word gebruik om die retina en choroïed se bloedvloei te bestudeer. Met die gebruik van intraveneuse kleurstowwe soos fluores-

TABEL 1 Die fotochemiese, termiese en ioniserende effekte van lasers

Fotochemiese effek	fotoradiasie (dye-laser) foto-ablasie (excimer-laser)	fotosensitiseerde sitotoksiteit hermodulering en insisie
Termiese effek	fotokoagulase (Argon-, krypton-, dye- en Nd:YAG-laser) fotoverdamping (CO ₂ -laser) foto-ablasie (HF en CO ₂ -laser)	koagulase en kouterisasie insisie en kouterisasie hermodulering en insisie
Ioniserende effek	fotodisrupsie (Nd:YAG-laser)	insisie

seien-natrium en indosianien-groen kan vaskulêre siektes in die retina en choroïed respektiewelik baie duidelik aangetoon word.

Laserontlokte serebrale potensiale verskil van konvensionele senuweestimulasie-ontlokte serebrale potensiale daarin dat die laser se hittestimuli sensitiewer is om senuweesiektetoestande te diagnoseer.

TERAPEUTIESE LASER

Die terapeutiese gebruike van laser in die geneeskunde is legio en word met enkele voorbeelde toegelig.

In die dissipline algemene chirurgie word lasers gebruik om mee te sny. Hiervoor is veral die CO₂- en Nd:YAG-lasers geskik. Weefselinsisies kan hiermee feitlik bloedloos gedoen word. Die CO₂-laser veroorsaak fotoverdamping deur temperatuurverhoging van 37°C na 100°C. Weefsel verdamp in rook en waterdamp. Die laserstraal penetreer slegs kort afstande, maar is effektief om deur vel, fascia en been te sny.

Tydens gastro-intestinale chirurgie is dit veral die Nd:YAG-laser wat nuttig is. In die toekoms sal die laser al hoe meer gebruik word in die beheer van akute en kroniese gastro-intestinale bloedings, die palliasie van maligne neoplasmas en die hantering van benigne en maligne obstruktiwe letsels van die biliêre traktus (galweë). So byvoorbeeld kan galstene gefragmenteer word deur middel van 'n endoskoop waardeur 'n dun optiese vesel van 200 tot 320 mikron in deursnit gevoer word. Die biliêre laser lithotripsie gebruik 'n golflengte van 504 nm omdat daar dan maksimum absorpsie van laserenergie is deur die pigment galstene. Die ligenergie word meestal na akoestiese energie omgesit wat die galsteen laat fragmenteer met minimale hitteproduksie. Pankreasstene word op dieselfde wyse gefragmenteer. Aambeie kan ook met die Nd:YAG-laser verwyder word met vinnige genesing en verminderde ongemak vir die pasiënt.

In dermatologie word lasers al drie dekades lank gebruik. Dit is veral die vaskulêre velletsels, byvoorbeeld die portwynvlek, wat met 'n laser behandel kan word. Die koperdamlaser is hier met die meeste sukses gebruik. Ook velkankers soos die basaalsekarsinoom kan met laser behandel word, alhoewel vries of kurettasie van die basaalsekarsinoom veel goedkoper en net so effektief is. Benigne gepigmenteerde velletsels en tatoeëermerke word effektief behandel met 'n verskeidenheid lasers insluitende die robyn-, groen-, "dye"-, Nd:YAG- en alexandrietlaser.

Ginekoloë gebruik ook die Nd:YAG-laser tydens laparoskopiese prosedures. Deur gebruik te maak van 'n safier aan die optieseveselpunt word die laserenergie direk na die weefsel wat gesny moet word, oorgedra, sonder om rook te veroorsaak wat die visie in die buikholte kan bemlemmer. In die laer genitale traktus is die Nd:YAG-laser al gevestig as 'n behandelingsmodaliteit vir benigne en maligne letsels in die vulva, serviks en uterus.

In kardiovaskulêre siektes is heelwat navorsing met lasers die afgelope dekade gedoen. Die gebruik van laser sluit in die behandeling van bloedvatvernouings (angioplastie) en abnormale geleidingsbundels wat aritmieë veroorsaak. Die Xenon-Chloried (XeCl) excimer-laser is

sukcesvol gebruik om koronêre bloedvloei te verbeter deur middel van fotodisrupsie van emboliese en kalsiumplake in die koronêre vate, gevolg deur ballondilatasie.

In die oftalmologie is lasers al vir 3 dekades met groot sukses gebruik. Oogsiektes is sigbaar met funduskopie en die laser kan maklik gefokus word op areas van patologie. 'n Wye verskeidenheid lasers is deur oftalmoloë gebruik soos uiteengesit in tabel 2.

Gebruike sluit in vaskulêre siektes van die retina, tumore van die choroïed en retina, retinagate, die maak van 'n opening in die iris (iridotomie) en die sny van lensmembrane ná katarakchirurgie (kapselotomie). Die kliniese gebruik in die oftalmologie, volgens tydskaal, word in tabel 2 saamgevat.

Die algemeenste gebruike van lasers in die RSA is fotokoagulase van die retina vir die behandeling van diabetiese retinopatie met die Argon-laser, en die sny van die lenskapsel (kapselotomie) met die Nd:YAG-laser. Die opwindendste nuwe gebruik in oftalmologie is die excimer-laser, waardeur algemene refraksiefoute soos miopie (bysindheid), hipermetropie (versindheid) en astigmatisme behandel kan word. Alhoewel die behandeling duur is, sal dit voordeel inhou vir sportmanne en vroue, asook mense wat kontaklenssonverdraagsaam is.

TABEL 2 Oftalmiese lasers: eerste kliniese gebruike

1963	Robyn	Iris- en retinakoagulase
1968	Argon	Iris, retina en gonioplastie
1971	Frekwensieverdubbelde Nd: YAG	Iris en retina
1972	Krypton	Makula
1972	Koolstofdioksied	Trefinasie vir gloukoom, choroïed en retinakouterisasie
1973	Nd:YAG (CW)	Siliêre liggaam
1979	Dye (Q-geskakel)	Retina
1981	Dye (CW)	Retina
1981	Nd:YAG (Q-geskakel)	Kapselotomie
1981	Nd:YAG (mode-geslote)	Siliêre liggaam
1985	Excimer	Kornea en sklera
Na 1985	Diode	Retina en gonioplastie
	Erbium YAG	Sklera
	Holmium YAG	Sklera
	Pikosekonde	Kornea
	Erbium YLF	Iris, lens, membrane

Excimer-laserkeratektomie is 'n alternatief vir die radiale keratotomie-operasie vir miopie en kan ook in kombinasie gebruik word. Oppervlakkige vertroebelings van die kornea kan ook baie effektief deur die excimer-laser verwyder word.

In Otorhinolaringologie en kop- en nekchirurgie is lasers sedert die vroeë 1970's gebruik. Die CO₂-laser is die staatmaker vir baie jare om veral larinkspoliepe en ander tumore te behandel. Die Nd:YAG-laser is 'n nuwere toevoeging en het 'n breë spektrum van toepassing. Die Holmium YAG-laser is nuttig waar sagte weefsels en been gesny moet word, byvoorbeeld vir 'n dakriosistorhinostomie, waar 'n kortsluiting tussen die traansak en die neus gemaak word.

Ortopediese gebruike sluit in die behandeling van beentumore en die insisie van weefsels met die Holmium YAG-laser in die knie- en skouergewrigte.

Uroloë gebruik die Nd:YAG-laser om lithotripsie van ureterstene te doen. Ook tumore in die blaas, uretra en op die penis word suksesvol behandel.

DATASTOOR

Die rekenaar is onontbeerlik in die versameling, verwerking en stoor van inligting in die geneeskundige veld. Die gebruik van die laserskyf het noodsaaklik geword om

groot volumes data te stoor. Elke goeie mediese biblioteek het byvoorbeeld die Index Medicus (inligting van alle subsidieerbare mediese joernale) op kompaktskyf (Medline CD-Rom) wat die opspoor van spesifieke onderwerpe baie vinnig en gerieflik maak. Vyf jaar se indekse word op een kompaktskyf gestoor.

Wat die toekoms betref, is daar vele navorsingsvelde in geneeskunde waar lasertegnologie ontwikkel word. Een van hierdie velde is die gebruik van lae-energie-laserbestraling wat betekenisvolle bio-effekte tot gevolg het. Hierdie effekte manifesteer in biochemiese, fisiologiese en proliferatiewe verskynsels in verskeie ensieme, selle, weefsels, organe en organismes. Voorbeelde hiervan is die effek van die Helium-Neon-laserbestraling vir die voorkoming van posttraumatische degenerasie van perifere senuwees en vertraging van degenerasie van die sentrale senuweesisteem. Nog 'n ontwikkeling is tumorgerigte kleurstowwe wat deur maligne tumore opgeneem word wat die tumor dan sensitiseer vir vernietiging deur laserbestraling.

Alhoewel laserapparate duur is (R120 000 tot R3 miljoen), is daar soveel voordele bo konvensionele behandelingsmodaliteite dat hierdie groep mediese apparate in 'n toenemende mate in die geneeskunde gebruik gaan word tot voordeel van die pasiënt.