



LAUREA
AMMATTIKORKEAKOULU
Yhdessä enemmän

Ihon laserhoidot esteettisinä hoitomenetelminä

Halonen, Jenni & Lindén, Ida

2016 Laurea





Laurea-ammattikorkeakoulu

LAUREA
AMMATTIKORKEAKOULU

Yhdessä enemmän

Ihon laserhoidot esteettisinä hoitomenetelminä

Jenni Halonen & Ida Lindén
Kauneudenhoitoala
Opinnäytetyö
Marraskuu, 2016

Halonen Jenni & Lindén Ida

Ihon laserhoidot esteettisinä hoitomenetelminä

Vuosi 2016 Sivumäärä 56

Yhteiskunnan ja sosiaalisen median luomat paineet nuorekkaasta ja virheettömästä ihosta ovat lisänneet esteettisen kirurgian käyttämistä. Tämä opinnäytetyö tehtiin kirjallisuusselvitykseksi kosmeettisissa ihonhoidoissa käytetyistä lasereista sekä laserhoidoista, joilla pyritään parantamaan ihon ulkonäköä ja poistamaan ihosta häiritseviä ja ei-toivottuja muutoksia, kuten ryppyjä, arpia, liikakarvoitusta, suurentuneita luomia ja pintaverisuonia. Opinnäytetyö tehtiin yhteistyössä yksityissairaala Laser Tilkka Oy:n kanssa. Työn tarkoituksena on toimia tiedonlähteenä ja taustalukemistona kauneuskirurgisiin operaatioihin perehtyville kosmetologeille, kosmetologiopiskelijoille, estenomeille sekä sairaanhoitajille ja sairaanhoitajaopiskelijoille. Suomenkielinen selvitys oli tarpeellinen, koska kosmeettisia hoitoja tekevät henkilöt tuntevat huonosti laser-mentelmät, ja tieteellinen kirjallisuus aiheesta on yleensä englanninkielistä sekä osin vaikeaselkoista.

Opinnäytetyön teoreettinen viitekehys keskittyy eri lasereiden toimintaperiaatteisiin ja kudosvaikutuksiin, lasereilla hoidettaviin ihomuutoksiin sekä laseroinnin esi- ja jälkihoitoon. Opinnäytetyön alussa käsiteltiin kauneuskirurgiaa yhteiskunnan ja yksilön välisenä sosiologisenä ilmiönä, sekä ihon rakennetta ja tehtäviä pohjustuksena laserin kudosvaikutusten ymmärtämiseksi. Selvityksen pohjana käytettiin dermatologian ja kauneudenhoitoalan kirjallisuutta.

Asiasanat: lasersäteily, laserhoito, laserlaitteet, ihonhoito

Halonen Jenni & Lindén Ida

Lasers as aesthetic skin treatment methods

Year	2016	Pages	56
------	------	-------	----

In the recent years the use of aesthetic surgery has increased due to the pressure set by society and social media. Nowadays, many people are striving to maintain a youthful and flawless appearance. This thesis was written as a literary study of the different lasers and laser treatments commonly used in aesthetic surgery. In aesthetic surgery, lasers are used to enhance the skin's appearance and to remove unwanted skin alterations, such as wrinkles and fine lines, scars, moles and vascular lesions. This thesis was carried out in cooperation with a Finnish private hospital, Laser Tilkka Oy, which specializes in aesthetic surgery and laser treatments. The purpose of this thesis was to serve as a source of information on laser treatments for cosmetologists, Bachelor students in beauty and cosmetics, nursing and other students in different fields of the beauty business. This literary study in the Finnish language was necessary as lasers are, in general, a poorly known segment of the beauty business. Also medical literature regarding lasers can be abstruse and usually only available in English.

The theoretical framework of this thesis concentrated on the principles of light and lasers, lasers' influence on human tissue, skin alterations treated with lasers and in the preoperative and postoperative care of laser treatments. The basic structure of skin was discussed in the beginning of the thesis in order to act as a stepping stone for understanding lasers' interactions with tissue. In addition aesthetic surgery as a sociological phenomenon in society was discussed. Source material for the thesis consisted of literature in medical dermatology and the beauty business.

Keywords: laser radiation, laser treatment, laser devices, skin care

Sisällys

1	Johdanto.....	7
2	Yhteistyökumppani Laser Tilkka Oy.....	8
3	Esteettisen kirurgian taustaa	8
4	Iho	10
4.1	Ihon tehtävät.....	10
4.1	Ihon rakenne	10
4.1.1	Keratiini ja keratinosyytit	12
4.1.2	Kollageeni	12
4.1.3	Elastiini	13
4.1.4	Melanosyytit ja melaniini	13
5	Ihon paraneminen.....	14
6	Laserin historia	15
7	Laser.....	16
7.1	Laserin toimintaperiaatteet.....	19
7.2	Laserin kudostaikutukset	21
7.2.1	Vesi kromoforina	23
7.2.2	Melaniini kromoforina	23
7.2.3	Hemoglobiini kromoforina	24
7.3	Ablatiivinen (kirurginen) laserhoito.....	25
7.3.1	Selektiivinen fototermolyysi	26
7.4	Non-ablatiivinen (ei-kirurginen) laserhoito.....	26
8	Ihohoidoissa käytetyt laserit.....	27
8.1	Kaasulaserit	27
8.1.1	CO ₂ -laser	27
8.2	Kiinteät laserit.....	28
8.2.1	Erbium:YAG -laser.....	28
8.2.2	Nd:YAG -laser	28
8.2.3	KTP-laser.....	29
8.2.4	Rubiinilaser	29
8.2.5	Holmiumlaser	29
8.2.6	Aleksandriittilaser.....	30
8.2.7	Diodilaserit	30
8.3	Nestelaserit	30
8.3.1	Väriainelaserit	30
9	Laserilla hoidettavat ihomuutokset.....	31
9.1	Rypyt ja hoito laserilla	31
9.2	Arvet ja hoito laserilla	32

9.3	Akne, aknearvet ja hoito laserilla	34
9.4	Pintaverisuonet, couperosa ja poisto laserilla	36
9.5	Luomet ja poisto laserilla.....	36
9.6	Auringon aiheuttamat vauriot ja hoito laserilla	37
9.7	Ihokarvat ja poisto laserilla	39
10	Laserin esihoito.....	41
11	Laserin jälkihoito.....	41
12	Laseroinnin esi- ja jälkihoidossa käytetyt aineet	42
12.1	Retinoidit	42
12.2	Tretinoiini	42
12.3	C-vitamiini.....	43
12.4	E-vitamiini	43
12.5	Emollientit.....	43
12.6	Aurinkosuojavoiteet	44
12.7	Hydrokinoni	44
12.8	Alfahydroksihapot	44
13	Yhteenveto	45
	Lähteet	47
	Kuviot..	52
	Liitteet.....	53

1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö on kirjallisuusselvitys kosmeettisissa ihonhoidoissa käytetyistä lasereista sekä laserhoidoista, joilla pyritään parantamaan ihon ulkonäköä ja poistamaan ihosta häiritseviä tai ei-toivottuja ominaisuuksia, kuten rypyjä, juonteita, luomia tai verisuonia. Laserhoitojen suosio on kasvanut vuosi vuodelta, mikä voi selittyä nyky-yhteiskunnan asettamalla ulkonäköpaineilla ja ikuisen nuoruuden tavoittelulla. Erityisesti länsimaisessa kulttuurissa on tyypillistä rinnastaa nuorekas ulkonäkö ja kauneus onnellisuuteen ja terveyteen, kun taas vanhenemisen merkkejä pyritään välttämään monin eri tavoin, jopa lääketieteen keinoin. Kauneusnormeista poikkeava ulkonäkö voi johtaa jopa mielenterveysongelmiin. Laserhoidoilla halutaan usein palauttaa ihon nuorekas, sileä ja virheetön ulkonäkö, jossa eletyn elämän jälkiä ei saa näkyä. Lasereilla poistetaan myös esimerkiksi vaarallisia ihosyöpäkasvaimia, joten lasereiden käyttöskaala on hyvin laaja.

Työn tarkoituksena on toimia tiedonlähteenä ja taustalukemistona kauneuskirurgisiin operatioihin perehtyville kosmetologeille, kosmetologiopiskelijoille, estenomeille sekä sairaanhoitajille ja sairaanhoitajaopiskelijoille. Suomenkielinen selvitys on tarpeellinen, koska kosmeettisia hoitoja tekevät henkilöt tuntevat huonosti laser-mentelmät, ja tieteellinen kirjallisuus aiheesta on yleensä englanninkielistä sekä osin vaikeaselkoista. Opinnäytetyön oppimistavoitteena on oppia käsittelemään teknistä ja (lääke)tieteellistä erikoisalan kirjallisuutta ja muuntaa niistä kerätty tieto selkokieliseen muotoon sekä saada asiantuntijatason tietoutta laserhoitomenetelmistä.

Opinnäytetyön teoreettinen viitekehys keskittyy laservalon teoriaan sekä erilaisten laserlaitteiden toimintaperiaatteisiin sekä kudosaikutuksiin. Myös laserin historia esitellään lyhyesti. Opinnäytetyössä selvitetään, mitkä ovat laservalon varsinaiset kohteet kudoksissa ja miksi erilaisia laserlaitteita ja laserhoitoja tarvitaan. Työ esittelee kirurgisen ja ei-kirurgisen laseroinnin sekä lasereilla hoidettavia iho-ongelmia. Esiteltäviin lasereihin valitaan yleisimmin käytettyjä lasereita eri lasertyyppien kategorioista. Myös esiteltäviin iho-ongelmiin valitaan sellaiset ihomuutosten tyypit, joihin laseroinnilla voidaan saada selkeitä ja huomattavia parannuksia. Tällaisia ongelmia ovat muun muassa arvet, valovanhenemisen aiheuttamat rypyt, pigmenttiläiskät ja liikakarvoitus. Opinnäytetyön alussa käsitellään kauneuskirurgiaa yhteiskunnan ja yksilön välisenä sosiologisena ilmiönä, sekä ihon rakennetta ja tehtäviä pohjustuksena laserin kudosaikutusten ymmärtämiseksi. Selvityksen pohjana käytetään dermatologian ja kauneudenhoitoalan kirjallisuutta. Tärkeimpiä kirjallisia lähteitä opinnäytetyössä ovat muun muassa Robert Langdonin ”Understanding Health & Sickness: Understanding Cosmetic Laser Surgery” (2004, Mississippi Press), Anna Bäsänenin ”Kaikki mitä haluat tietää kauneustoi-

menpiteistä” (2011, Tammi) ja Pamela Hillin ja Patricia Owensin ”Lasers and Light Therapy” (2009, Cengage Learning).

Opinnäytetyön yhteistyökumppanina oli kirurgiaan erikoistunut helsinkiläinen yksityissairaala Laser Tilkka Oy. Tämä valikoitui yhteistyökumppaniksi, koska osallistuimme Laser Tilkan ja estenomiopiskelijoiden yhteiseen projektiin vuonna 2015. Projektissa opiskelijat mittasivat laserhoidon läpikäyvien asiakkaiden ihon pintakerroksen kosteusarvoa, elastisuutta sekä ihosta haihtuvan kosteuden määrää ennen laserhoitoa sekä yksi kuukausi, kolme kuukautta ja kuusi kuukautta hoidon jälkeen. Mittaustuloksista tehtiin yhteenveto Laser Tilkan omaa ihotutkimusta varten. Yhteiset keskustelut ylilääkäri, kirurgian professori Tom Schröderin, laserhoitajien Sini Korhosen ja Leena Laukkasen sekä työn ohjaajan kanssa innoittivat opinnäytetyön aloittamisen opintoihin kuulumattomasta aiheesta. Työn alussa saimme asiaan perehtymistä varten lähdekirjallisuutta professori Schröderiltä. Opinnäytetyön liitteenä on luettelo työssä käytetyistä keskeisistä käsitteistä.

2 Yhteistyökumppani Laser Tilkka Oy

Laser Tilkka Oy on vuonna 2009 perustettu, Helsingissä toimiva yksityissairaala, joka on erikoistunut kirurgiaan ja moniin sen osa-alueisiin. Suomalaisomistuksessa olevan Laser Tilkka Oy:n tiloissa on ennen toiminut sotilassairaala Tilkka. Sairaalassa suoritetaan toimenpiteitä päiväkirurgiasta vaativiin leikkauksiin, ja sairaala onkin yksi yksityissektorin johtavista toimijoista kirurgian alalla. Kesäkuussa 2014 Laser Tilkasta tuli osa Pihlajalinna-konsernia, joka on yksi Suomen suurimmista sosiaali- ja terveydenhuoltopalveluiden tuottajista. Laser Tilkka kuuluu myös Dextran sairaalapalveluiden piiriin. (Laser Tilkka 2016h.)

Laser Tilkassa suoritettaviin esteettisiin toimenpiteisiin kuuluvat muun muassa ihon laserhoidot, kasvojen ja vartalon muotoilu, rasvan- ja hiustensierrot, täyteaineet ja botox, suonikohjujen poisto sekä silmäluomileikkaukset. Esteettisten toimenpiteiden lisäksi Laser Tilkassa suoritetaan rintasyöpäleikkauksia, vatsaelinkirurgiaa, plastiikkakirurgiaa, gynekologisia leikkauksia, käsikirurgiaa, ortopedisia toimenpiteitä, ihomelanoomaleikkauksia, selkä- ja niskaleikkauksia sekä korva-, nenä- ja kurkkutautien hoitoon kuuluvia toimenpiteitä. Silmäkirurgian puolella tehdään laser-, linssi- sekä kaihileikkauksia. (Laser Tilkka 2016h.)

3 Esteettisen kirurgian taustaa

Kun puhutaan plastiikkakirurgiasta, on hyvä erottaa toisistaan kaksi plastiikkakirurgiaan liittyvää termiä; rekonstruktiiivinen ja esteettinen kirurgia. Rekonstruktiiivinen kirurgia korjaa esimerkiksi synnynnäisiä epämuodostumia ja syöpäleikkausten tai onnettomuuksien aiheuttamia kudospuutoksia. Käsitteellä esteettinen kirurgia tarkoitetaan yleisesti kirurgiaa, johon potilas hakeutuu muokatakseen vartaloaan oman kauneusihanteensa mukaiseksi, tai korjauttaakseen

vartalossaan olevia piirteitä, jotka hän kokee epäesteettisiksi. Valtaväestölle tunnetuimpia kauneuskirurgisia toimenpiteitä ovat rintojen suurennot, rasvaimut, nenän ja silmäluomien korjausleikkaukset sekä erilaiset ikääntymisen merkkien, kuten roikkuvien ihopoimujen, häivyttämisooperaatiot. (Suomen Plastiikkakirurgiyhdistys 2015a, 2015b.) Laserhoidot kuuluvat esteettisen kirurgian alaisuuteen, sillä laserhoidoilla usein hoidetaan ulkonäköön negatiivisesti vaikuttavia tekijöitä, kuten arpia, pigmenttimuutoksia, liikakarvoitusta, ryppyjä sekä luomia (Laser Tilkka 2016b.)

Kauneuskirurgiaa ja siihen liittyviä teemoja, kuten ruumiinkuvaa, nykyistä kauneuskulttuuria ja teknologisoitunutta ruumista, on tutkinut vuosina 2003-2008 Taina Kinnunen. Kinnunen on kirjoittanut tutkimuksensa pohjalta teoksen Lihaan leikattu kauneus. Kinnusen tutkimuksen mukaan esteettisen kirurgian suosio kasvaa maailmanlaajuisesti noin 20 prosentin vuosivauhdilla. Pelkästään Yhdysvalloissa kauneuskirurgisten toimenpiteiden määrä on nelinkertaistunut 2000-luvun ensimmäisellä vuosikymmenellä. Vaikka esteettisen kirurgian palveluita käytetään yhä enemmän, on kauneuskirurgialla edelleen paheksuntaa herättävä maine. Kauneuskirurgiaa käyttävät voidaan leimata turhamaisiksi ja ulkonäkökeskeisiksi. Tutkimuksensa yhtenä loppupäätelmänä Kinnunen toteaa kauneuskirurgian olevan erikoinen ja kiehtova yhdistelmä kirurgiaa, kosmetologiaa sekä psykiatria, sillä kauneusleikkausten fyysisten vaikutusten lisäksi toimenpiteiden taakse kätkeytyy suuriakin odotuksia elämänlaadun paranemisesta. Länsimaisessa yhteiskunnassa ulkoinen kauneus yhdistetään usein onnellisuuteen ja terveyteen, sekä ulkoisesti viehättävä ihminen rodullisesti ja taloudellisesti hyväksytyksi ja elinkelpoiseksi yhteiskunnan jäseneksi. Esteettisen kirurgian yleistymiseen ovat Kinnusen mukaan johtaneet nyky-yhteiskunnan yksilökeskeisyys ja demokratian vahvistuminen, kulttuurin globalisoituminen sekä medioituminen. (Kinnunen 2008, 11-13.) Medioitumisella tarkoitetaan yhteiskunnan ja yksilöiden toiminnan kehittymistä yhä mediävälitteisemmäksi ja riippuvaisemmaksi erilaisista medioista (Mediataitokoulu 2015). Kauneuskirurgiaa tutkineen historioitsija Elizabeth Haikenin mukaan rahan, vapaa-ajan ja lääketieteellisen tiedon lisääntyminen ovat olleet avainasemassa esteettisen kirurgian linkittymisessä osaksi nykyistä kauneuskulttuuria (Kinnunen 2008, 13).

Kinnusen mukaan kauneuskirurgisia toimenpiteitä tuskin suoritettaisiin nykyisessä mittakaavassa, mikäli sukupuolinen, etninen ja sosiaalinen tasa-arvo vallitsisi yhteiskuntien sisällä ja niiden välillä (Kinnunen 2008, 13). Tämän voi tulkita niin, että mikäli jokainen yksilö voisi kokea olevansa riittävä ja kelpaava sellaisenaan, ei kauneuskirurgiaa tarvittaisi, eikä kauneusvirheiden tai rumuuden käsitteitä olisi. Se, minkä yksilö kokee kauneusvirheenä tai rumuutena, peilautuu yhteiskunnan kauneusnormeista eli niistä seikoista ja piirteistä, joita enemmistö pitää yleisesti kauneutena. Kauneusvirheinä koetaan muun muassa kehon tai kasvojen selkeä epäsymmetria sekä erilaiset liikakasvut tai epämuodostumat, mutta myös esimerkiksi ihon pigmenttihäiriöt, liikakarvoitus tai paljosta laihtumisesta johtuva ylimääräinen iho. On selvää,

että kauneuskirurgisten toimenpiteiden kautta hoidetaan fyysisen vartalon lisäksi yksilön psyykkistä puolta, heikkoa itsetuntoa sekä hyväksytyksi tulemisen ja joukkoon kuulumisen tarvetta. Jokaisen tulisi kohdallaan pohtia, tulisiko pyrkiä ennemmin sellaiseen yhteiskuntaan, jossa kauneuskirurgia olisi yleisesti hyväksytty heikon itsetunnon, vartalotyytymättömyyden ja ruumiinkuvan häiriöiden hoitomuoto, vai olisiko pyrittävä sellaisiin yhteiskunnallisiin ajatusmallien muutoksiin, jotka edistäisivät edellä mainittujen psyykkisten häirtatekijöiden katoamista yhteiskunnasta.

4 Iho

Iho on ihmiskehon suurin elin, joka toimii suojana sekä rajapintana ihmiskehon ja ympäristön välillä. Sen lisäksi, että iho suojaa elimistöä erilaisilta ympäristötekijöiltä, sillä on myös monia immuunipuolustukseen liittyviä tehtäviä. Iho on pinta-alaltaan 1,5-2 neliometriä ja painaa noin neljä kiloa. (Bäsén 2011, 240; Hannuksela, Peltonen, Reunala & Suhonen 2011, 19.)

4.1 Ihon tehtävät

Terve iho on tärkeä tekijä kehon hyvinvoinnin kannalta. Yksi ihon tärkeimmistä tehtävistä on kudosten koossa pitäminen (Hannuksela ym 2011, 19.) Ehjä ja terve iho estää fyysikaalisten ja kemiallisten häirtatekijöiden, kuten lian, bakteereiden, kaasujen, veden, UV-säteilyn ja kylmyyden tai kuumuuden pääsyn kehoon. Terve iho myös estää elimistölle tärkeitä aineita, kuten vettä, verta, hormoneja, mineraaleja, vitamiineja sekä proteiineja poistumasta kehosta. (Draelos & Pugliese 2000, 2.) Erityisen tärkeä kehon suojaamisessa on ylemmän ihokerroksen eli epidermiksen pintakerros, joka on sarveissolukerrosta (Hannuksela ym 2011, 19). Mikäli sarveissolukerroksella on hyvä kunto, iho kestää hyvin hankausta, erilaisia osumia tai paineenvaihteluita (Draelos & Pugliese 2000, 2).

Iho ja sen verisuonet toimivat osana elimistön lämmönsäätelyä. Lämmönsäätely toimii valtimo-laskimosunttien kautta, joita on runsaasti muun muassa käsissä ja jaloissa. Kylmässä verisuonet supistuvat, jolloin lämmöntuotto vähenee. Kuumassa verisuonet taas laajenevat ja verenkierto nopeutuu lisäten elimistön lämmöntuottoa. Ihon muita tehtäviä ovat talineritys, tuntoaistimusten välittäminen aivoihin ja D-vitamiinin tuotanto. Iholla ja sen ulkonäöllä on myös kosmeettinen, sosiaalinen ja seksuaalinen merkitys ihmisten välisessä kanssakäymisessä, sillä huonokuntoinen iho tai näkyvä ihosairaus voivat johtaa yksilön eristäytyneisyyteen ihmisuhteista sekä vaikuttaa haitallisesti yksilön minäkuvaan. (Hannuksela ym 2011, 21, 270-271.)

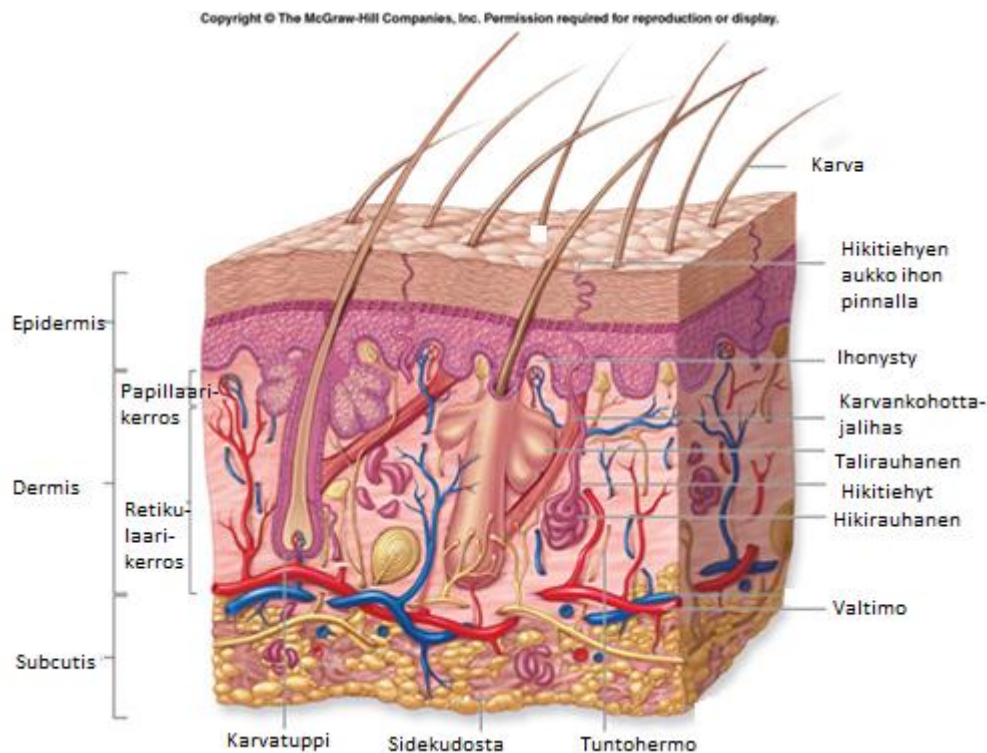
4.1 Ihon rakenne

Varsinainen iho koostuu kahdesta kerroksesta; epidermiksestä ja dermiksestä. Näiden kerrosten alla on ihonalainen rasvakudos eli subcutis. (Langdon 2004, 10.) Epidermis eli orvaskesi vaihtelee paksuudeltaan silmäluomien 0,05 millimetristä kämmenien ja jalkapohjien noin 1

millimetriin (Bäsén 2011, 241). Epidermis on ihon päällimmäinen kerros, joka toimii alempien kudokset suojana. Epidermis koostuu useasta solukerroksesta. Kerrokset eroavat toisistaan solujen muodon, rakenteen ja toiminnan mukaan. Alimmasta ylimpään lueteltuina kerrokset ovat tyvisolukerros, okasolukerros, jyväsolukerros ja sarveissolukerros. (Hannuksela ym 2011, 12-13.) Epidermisen solujen tärkein proteiini on keratiini. Epidermis uusiutuu jatkuvasti; tyvisolukerroksessa muodostuu vilkkaasti uusia soluja, keratinosyyttejä, jotka alkavat nousta kohti epidermisen pintaa. Ulointa kerrosta eli sarveissolukerrosta kohden noustessaan solut erilaistuvat samalla kun litistyvät ja kuivuvat. (Langdon 2004, 10-12.) Keratinosyyttien saavuttaessa ihon uloimman pinnan soluja kutsutaan korneosyyteiksi, koska ne ovat sarveistuneet eli täyttyneet keratiinilla (Draelos & Pugliese 2000, 5). Keratinosyyttien lisäksi epidermisen tyvisolukerroksessa muodostuu melanosyyttejä eli pigmenttisoluja. Melanosyytit tuottavat proteiinista koostuvaa melaniinia, joka suojaa ihosoluja ultraviolettisäteilyltä ja antaa iholle sen värin (Langdon 2004, 10-12). Kun puhutaan ihonhoidoissa ihonhoitotuotteista ja niiden vaikutuksista, tarkoitetaan yleensä ihon sarveissolukerrosta, joka on varsinkin kosmetiikassa mielessä ihon tärkein kerros. Ihonhoitotuotteilla pyritään vaikuttamaan sarveissolukeroksen ulkonäköön ja kuntoon. (Draelos & Pugliese 2000, 3.)

Dermis eli verinahka on epidermisen alapuolella, ja se on paksuudeltaan 0,05-3 millimetriä (Bäsén 2011, 241). Dermis antaa iholle mekaanisen tuen, sillä verinahka on tiivistä sidekudosta, jossa risteilee runsaasti kollageeni- ja elastiinisäikeitä (Hannuksela ym 2011, 16). Kollageeni ja elastiini ovat kuitumaisia proteiineja, jotka rakentavat ihosta joustavan ja vahvan. Iän karttuessa näiden proteiinisäikeiden määrä ja jousto vähenevät, mikä näkyy ihon veltoutumisena ja rypistymisenä. (Bäsén 2011, 241.) Dermiksen alaosan, retikulaarisen dermiksen, kollageenisäiekimput ovat paksumpia kuin dermiksen yläosassa, papillaarisessa dermiksessä, sijaitsevat säikeet. Ihon kollageeni uusiutuu parin vuoden välein. Verinahassa risteilee myös paljon tuntohermopäätteitä sekä verisuonia, jotka vastaavat ihon ravinteiden ja hapen saannista sekä hiilidioksidin ja kuona-aineiden poiskuljetuksesta. Ihon apuelimet - karvat, karvatupet, hikirauhaset ja talirauhaset - sijaitsevat verinahassa, ja niiden tuottamat eritteet poistuvat epidermisen kautta ulos kehosta. (Hannuksela ym 2011, 16-18; Draelos & Pugliese 2000, 2-3.)

Subcutis eli ihonalainen rasvakudos sijaitsee dermiksen alapuolella ja sen paksuus vaihtelee kehonosan mukaan muutamasta millimetristä jopa kymmeneen senttimetriin (Bäsén 2011, 241). Subcutis koostuu lohkomaisiin osioihin ryhmittyneestä rasvakudoksesta, ja näitä lohkoja ympäröivistä sidekudosväliseistä. Subcutis toimii ihoa, jänteitä ja lihaskalvoja yhdistävänä tekijänä. Ihonalainen rasvakudos on myös kehon lämmöneriste sekä suojakerros. (Hannuksela ym 2011, 17.) Subcutis on naisilla sekä ylipainoisilla ihmisillä yleensä rasvapitoisempi kuin miehillä ja normaalipainoisilla (Bäsén 2011, 241).



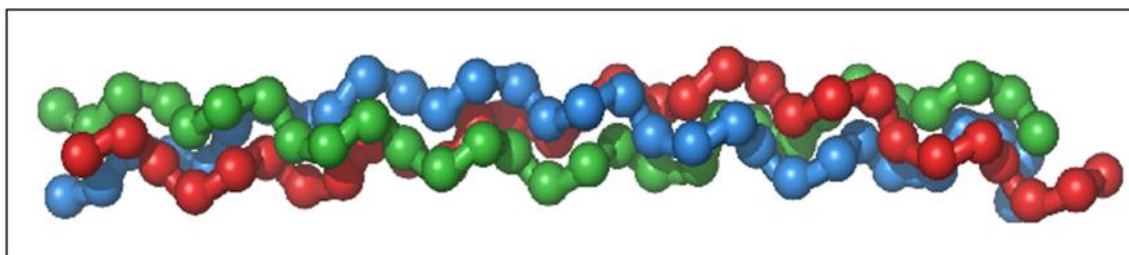
Kuvio 1 Ihon rakenne (Nakpiban 2009)

4.1.1 Keratiini ja keratinosyytit

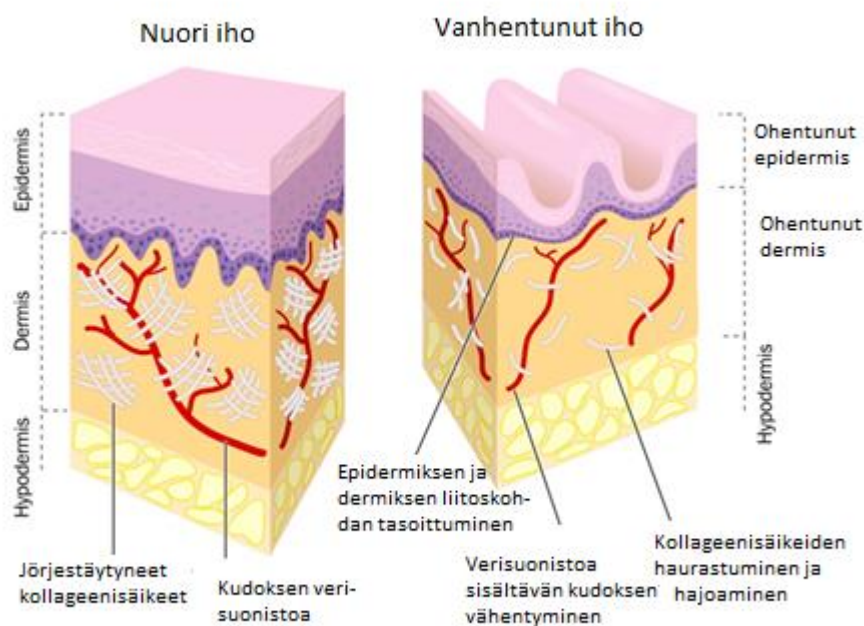
Keratiini on epidermisen hallitsevin proteiini, jota tyvikerroksen solut tuottavat (Langdon 2004, 10-11). Keratiini on rakenteeltaan kierteinen proteiini. Proteiini koostuu pienistä ketjuuntuneista rakenneosasista, polypeptideistä, jotka taas rakentuvat aminohapoista. Keratiini on hyvin kestävä ja vastustuskykyinen erilaisia kemikaaleja ja vettä kohtaan, joten se muodostaa hyvän suojan kehon ulkoisia häiriötekijöitä vastaan. (Draelos & Pugliese 2000, .) Keratinosyytit sekä solujen väliin jäävät rasva-aineet, lipidit, muodostavat ihon pintakerroksen joustavan ja kestävä rakenteen (Jablonski 2013, 14-15).

4.1.2 Kollageeni

Kollageeni on ihon tärkein rakenneproteiini. Kollageenia sekä elastiinia muodostavat fibroblastit, jotka ovat dermisen runsaslukuisin solutyypit. Kollageeni muodostaa ihon kuivapainosta jopa 77 prosenttia ja vastaa suurelta osin ihon vetolujuudesta. (Jablonski 2013, 16; Langdon 2004, 14). Kollageenityyppejä tunnetaan useita. Näistä tyypin I kollageenia on ihossa eniten, noin 80-85%, ja tyypin III noin 10-15%. Paksuimmat kollageenisäiekimput löytyvät retikulaarisesta dermiksestä. Kollageenin kestävyys johtuu siitä, että solun ulkopuolelle päätyyään fibroblastien tuottama kollageeni järjestyy säikeiksi, jotka yhdistyvät toisiinsa kovalenttisin ja ei-kovalenttisin sidoksin, ja muodostavat ikään kuin monesta kuidusta punottuja köysiä. (Hannuksela ym 2011, 16.) Kollageenisäieket eivät ole kovin joustavia, ja yksi niiden tehtävistä onkin vastustaa ihoon kohdistuvaa venytystä (Draelos & Pugliese 2000, 13).



Kuvio 2 Kollageeni (Wikipedia 2015)



Kuvio 3 Nuori iho ja ikääntyvä iho (Beautiful on Raw 2016)

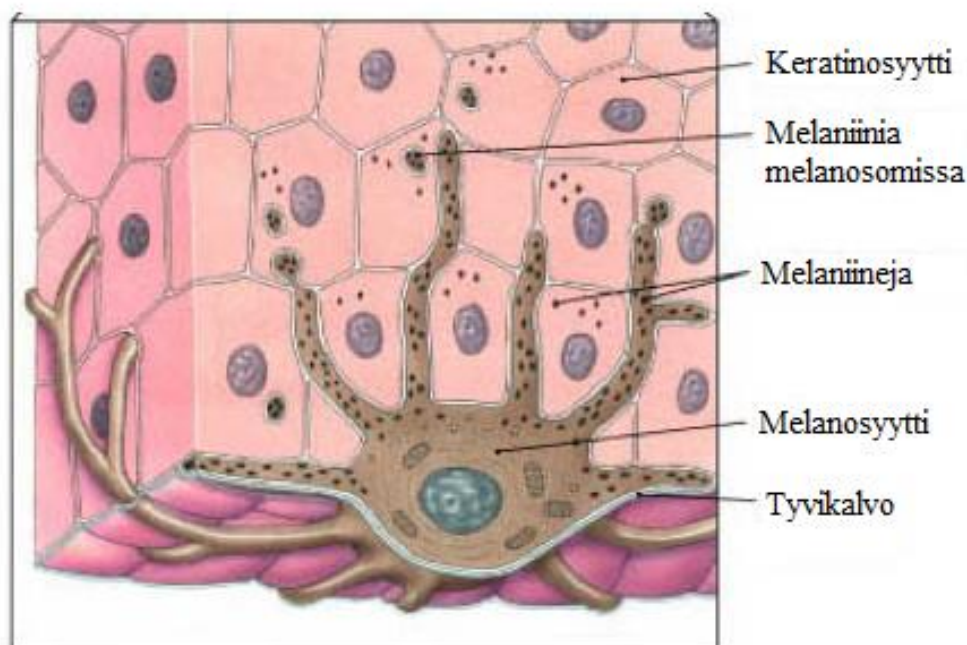
4.1.3 Elastiini

Elastiinisäikeet muodostavat kollageenin tapaan dermiksessä proteiiniverkkoja, jotka huolehtivat ihon palautumisesta venytyksen jälkeen (Hannuksela ym 2011, 16). Elastiinia on ihossa vain 0,6-2 prosenttia, mutta pienestä määrästäan huolimatta elastiini on tekijä, joka tuo ihoon sen napakkuuden, jouston ja kimmoisuuden. Nuorena, terveessä ihossa elastiinisäikeet palautuvat takaisin alkuperäiseen kokoonsa, vaikka ne venytettäisiin 100 prosenttia alkuperäisestä koostaan. (Draelos & Pugliese 2000, 13, 224.)

4.1.4 Melanosyytit ja melaniini

Melanosyytit, eli niin kutsutut pigmenttisolut, ovat yksi tyvisolukerroksen tärkeimmistä solutyypeistä. Niiden tehtävänä on tuottaa ihon pigmenttiä, melaniinia, jonka määrä on suurin tummaihoisilla henkilöillä. Melaniini on proteiini, joka on varastoituneena melanosomeihin. Melaniini suojelee soluja UV-säteiden aiheuttamilta vahingoilta vetämällä UV-valoa puoleen-

sa. Tämä saa melanosyytit tuottamaan lisää melaniinia. Ruskettuminen on ihon suojautumiskeino auringon säteitä vastaan. (Langdon 2004, 11-12.)



Kuvio 4 Melanosyytti ja melaniini (Lowe 2016)

5 Ihon paraneminen

Se, miten iho parantaa itseään, on monivaiheinen ihme, jota pidetään usein itsestäänselvytenä. Laserhoitojen yhteydessä on tärkeää ymmärtää, miten iho korjaa itseään ja mistä terve iho muodostuu. Pohjimmiltaan haava on sisäisistä tai ulkoisista patologisista prosesseista johtuva häiriö ihon normaalissa anatomiassa. Haavan paraneminen on tapaturman jälkeen tapahtuvaa kudoksen uusiutumista. Vammasta riippumatta haavan paraneminen etenee kolmessa eri vaiheessa, joista ensimmäisenä on verenvuodon tyrehtyttämisen- ja tulehdusvaihe, toisena epiteelikudoksen uudelleenmuodostumisen- ja jyväiskudoksen kasvamisvaihe sekä kolmantena kudoksen kypsymisen- ja uusiutumisen vaihe. Ne osuvat usein hieman päällekkäin, vaikka sisältävätkin omat erilliset vaiheensa. Laserhoitojen aikana ihoon aiheutetaan kontrolloitu vaurio, ja juuri ihon kunnollinen paranemisprosessi johtaa optimaalisiin tuloksiin. (Hill & Owens 2009, 52-53; Honardoust 2012, 34.)

Laserhoitojen seurauksena ihoon syntyy hallittu pinnallinen palovamma, jonka on tarkoitus poistaa ihon uloin kerros saaden aikaan nuoremman ja terveemmän ihon muodostumisen. Pian vaurion syntymisen jälkeen alkaa ihon tulehdusvaihe, jonka aikana iho punoittaa ja on lämmin, turvonnut ja kipeä. Haavaan virtaava veri ja nesteet kuljettavat siihen soluja, jotka muodostavat ensimmäisen puolustusvaiheen. Tulehdusvaiheen tarkoituksena onkin estää tau-

dinaiheuttajia pääsemästä kehon sisälle. Epidermistä syvemmälle ulottuvat haavat saavat aikaan vaurion verisuonissa, jolloin veri alkaa hyytyä muodostaen tulpan sen suulle. (Hill & Owens 2009, 54.)

Noin viiden päivän kuluttua haavan syntymisestä, alkaa paranemisprosessin toinen vaihe, lisääntymisvaihe, joka kestää jopa kuusi viikkoa. Tämän vaiheen aikana iholle syntyy jyväsukusta, jonka muodostama ohut massa mahdollistaa uuden epiteelikudoksen syntymisen haavan päälle. Kollageeni on merkittävä rakennusaine haavan ympärille muodostuvassa sidekudoksessa. Lisääntymisvaiheen aikana sidekudos paikkaa haavaa ja toimii ihon korvikkeena, kunnes paranemisprosessi on ohi. Kollageenin määrän kasvu tekee haavasta kestävämmän, jolloin se ei aukene yhtä helposti. On tärkeää, että haavaa kohdellaan varovasti välttäen ulkoista painetta. (Hill & Owens 2009, 55.)

Noin 1-6 viikkoa vamman syntymisestä, päällekkäin lisääntymisvaiheen kanssa, alkaa nopea kollageenin muodostuminen. Tyypin I kollageeni korvautuu tyypin II kollageenilla, jolloin ihon vetolujuus kasvaa. Joissakin tapauksissa tämä vaihe voi kestää jopa 1-2 vuotta. (Hill & Owens 2009, 56.)

6 Laserin historia

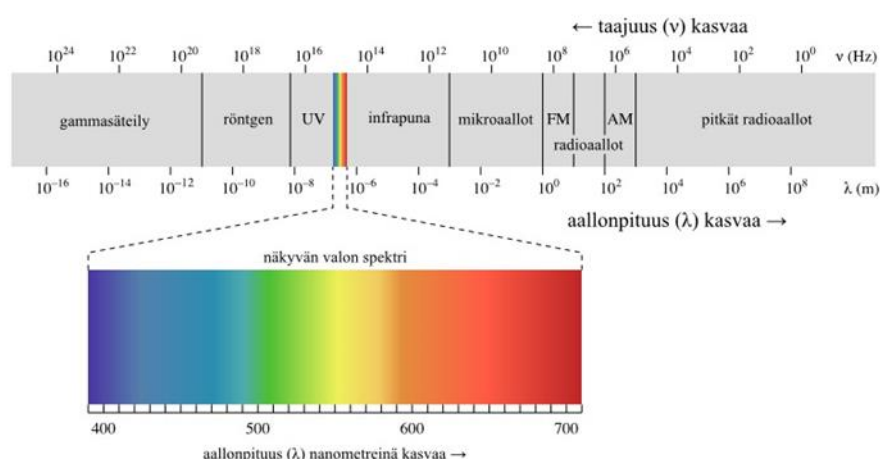
Periaatteet, joita laserin keksimiseen vaadittiin, kehitettiin jo 1900-luvun alussa, kun Bohrin atomimalli ja optiset resonaattorit kehitettiin. Vuonna 1908 Planck ja vuonna 1917 Einstein esittivät stimuloidun valon käsitteen eli toisin sanoen kvanttiteorian ja mahdollistivat näin ollen maserin synnyn vuonna 1954. Maser tulee sanoista ”Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation” eli se on aser, joka toimii mikroaallojen aallonpituudella. (Castro 1992, 1; Hamilo 2010.) Ensimmäinen onnistunut mikroaallon stimuloitu vahvistaminen tapahtui vuonna 1955. Vuonna 1960 havaittiin ensimmäisen kerran näkyvän valon stimuloitu vahvistaminen, kun tohtori Theodore H. Maiman viritti rubiinitankoa taskulampun valolla. Näin ollen synnyttiin ensimmäinen lasersäde, jonka aallonpituus oli 694 nm. (Castro 1992, 1; Hill & Owens 2009, 2.)

Vuonna 1961 kehitettiin ensimmäinen kaasulla toimiva laser sekä havainnollistettiin ensimmäinen jatkuvasti toimiva helium-neonlaser. Samana vuonna kehitettiin laser, joka säteili energiaa sähkömagneettisen spektrin infrapuna-alueella. (Castro 1992, 1.) Argon-laser kehitettiin vuonna 1962 ja vuonna 1964 kehitettiin sekä hiilidioksidilaser että ensimmäinen Nd:YAG -laser (Castro 1992, 1; Hill & Owens 2009, 2). Ihmisiin laseria käytti ensimmäisen kerran vuonna 1963 dermatologi Leon Goldman Cincinnatin yliopistosta. Hänen käyttämä laser oli matalatehoinen rubiinilaser, jonka vaikutukset ihoon olivat hyvin vähäiset. (Langdon 2004, 34.) Laserin tutkimus- ja kehitystyö saivat aikaan nykypäivänä käytettävien teknologisten laitteiden räjähdysmäisen kehittymisen (Hill & Owens 2009, 3).

7 Laser

Puhuttaessa laservalosta, on ensin ymmärrettävä mitä valo oikeastaan on. Valo on sähkömagneettista säteilyä, ja valon käsite ulottuu näkyvää valoa laajemmalle. Jo 1600-luvun alkupuoliskolla ranskalainen filosofi René Descartes oli alkanut kehittää teoriaa, jonka mukaan valo etenee aaltomaisella liikkeellä. Kuitenkin vasta 1900-luvun alussa fyysikko Albert Einstein kehitti valon teoriaa eteenpäin huomattessaan, että aaltomaisen etenemisliikkeen lisäksi valo koostuu pikkuruisista massattomista hiukkasista, fotoneista. Einsteinin teoria on myöhemmin todistettu oikeaksi. (Tieteen Kuvalehti, 2015.) Valo siis etenee aalloissa, ja näillä aalloilla on erilaisia pituuksia. Aallonpituus on yksi valon eri tyyppejä erottava tekijä. Aallonpituus on matka kahden aallonharjan tai -pohjan välillä, ja se mitataan nanometreissä. (Wheeland 2010, 1.) Laserin valo nimetään sen tuottaman aallonpituuden mukaisesti (Hill & Owens 2009, 5).

Toinen sähkömagneettisen säteilyn, eli valon, ominaisuuksista on frekvenssi. Frekvenssi eli taajuus tarkoittaa tietyn pisteen ohi kulkevien aallonharjojen tai aallonpohjien määrää sekunnissa. Aallonpituus ja taajuus ovat käänteisessä suhteessa toisiinsa. Näin ollen lyhyen aallonpituuden säteellä on korkeampi taajuus ja korkeaenergiset fotonit, kun taas pitkän aallonpituuden säteellä on matalampi taajuus ja matalaenergiset fotonit. (Wheeland 2010, 1.) Silmin nähtävä valo käsittää vain osan valon aallonpituuksista. Näkyvän valon aallonpituus sekä se, mitä aallonpituutta säteen koskettama pinta heijastaa, määrittävät valon värin. Näkyvän valon lisäksi sähkömagneettisen säteilyn spektriin kuuluvat radioaallot, mikroaallot, infrapuna-, UV-, röntgen- ja gammasäteily. Näkyvän valon spektri, noin 400 nanometristä noin 700 nanometriin, sijoittuu sähkömagneettisen säteilyn spektrillä infrapunana ja UV-säteilyn väliin. (Peda.net 2016.)

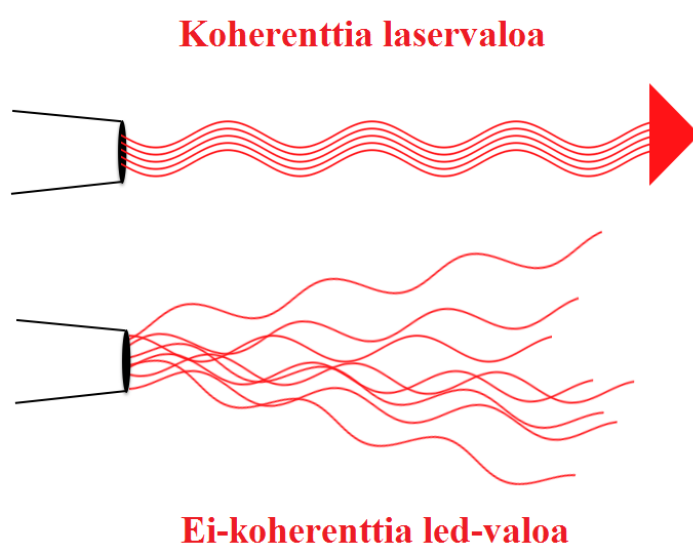


Kuvio 5 Sähkömagneettinen spektri (Peda.net 2016)

Laser tulee sanoista ”Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation” eli valon vahvistaminen säteilyn stimuloitulla emissiolla. Laservalo on keinotekoinen valo, jota ei ole luonnossa. Se on tavallista valoa, mutta haluttujen ominaisuuksien saavuttamiseksi sitä täytyy muokata. Valoa käsittelemällä saadaan esimerkiksi tietty väri ja tietty aallonpituus. (Bäsen 2011, 188.) Laservaloa voidaan tuottaa kaikissa väreissä punaisesta violettiin ja jopa sähkömagneettisen spektrin tavanomaisten rajojen ulkopuolella (Eberly & Milonni 2010, 3).

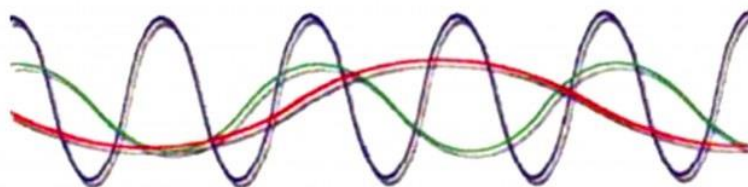
Laser tuottaa tehokkaan, kapean ja suoraviivaisen valonsäteen (Hill & Owens 2009, 4) ja on todella luotettava, muuttumaton ja toistettavissa oleva energianlähde. Se sopii hyvin tarkkuutta vaativiin kosmeettisiin kirurgian operaatioihin, sillä sen avulla saadaan tarkasti poistettua ei-toivottua kudosta vaikuttamatta muihin kudoksiin. Laserlaite tuottaa sekä korkeatehoista että puhdasta valoa, jolle tyypillisiä ominaisuuksia ovat koherenttius, monokromaattisuus ja suoraviivaisuus. (Langdon 2004, 8.)

Tavallisen hehkulampun tuottama valo koostuu useista eri taajuuksista ja sen aallot kulkevat eri suuntiin eivätkä ne ole synkronoidusti keskenään (Hill & Owens 2009, 10). Laservalo eroaa tästä ja sen ensimmäinen ainutlaatuinen ominaisuus on koherenttius. Se tarkoittaa sitä, että säteen aallot ovat samassa vaiheessa eli aallon huiput ja pohjat kulkevat synkronoidusti. Säteillä on myös sama taajuus. Koherenttius estää säteen yksittäisten fotonien kosketuksiin joutumisen toistensa kanssa. (Langdon 2004, 8.) Laservalon uniikit ominaisuudet mahdollistavat sen tunkeutumisen syväälle ihon kudoksiin. (Honardoust 2012, 129.)

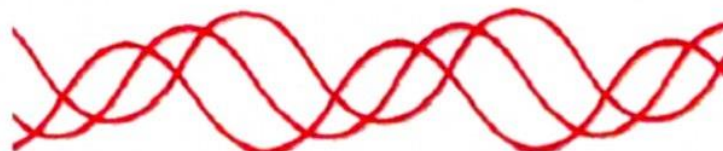


Kuvio 6 Laservalon koherenttius (Larsen 2014)

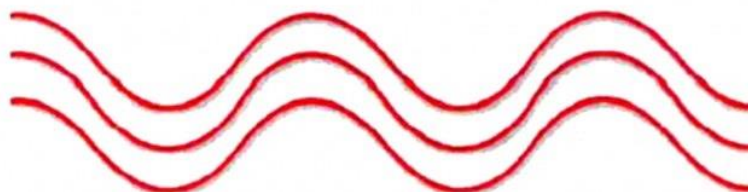
Tavallisen taskulampun valo koostuu kaikista näkyvän valon aallonpituuksista ja taajuuksien summa muodostaa valkoista valoa. Se on siis polykromaattista. Laservalo puolestaan on monokromaattista, joka tarkoittaa yksivärisyyttä eli laservalo sisältää vain yhtä aallonpituutta. Laservalon tasalaatuisuus on yksi sen ainutlaatuisista ominaisuuksista. Monokromaattisuus takaa laserin tarkkuuden. (Langdon 2004, 8.)



Auringonvalo: useita eri värejä



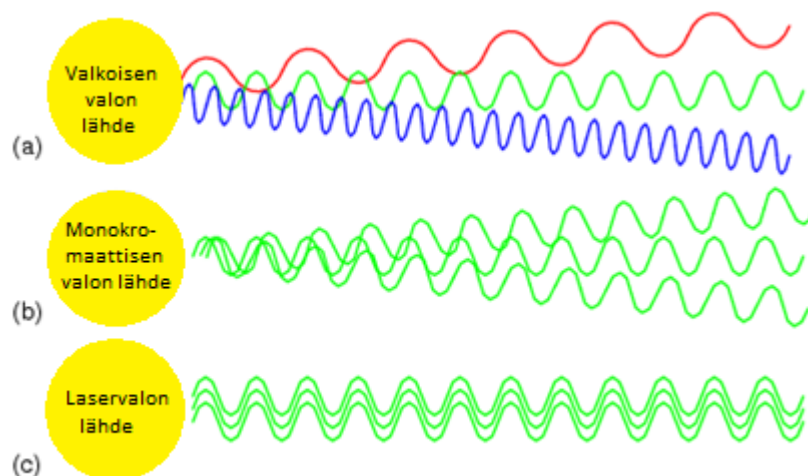
Led-valo: yksiväristä (monokromaattista), aallot eivät ole vaiheessa (ei-koherenttia)



Laservalo: yksiväristä (monokromaattista), aallot ovat vaiheessa (koherenttia)

Kuvio 7 Laservalon monokromaattisuus ja koherenttius (Discover Magazine 2011)

Laservalo on myös suoraviivaista (kollimoitua) eli sen säteet kulkevat samaan suuntaan eivätkä fotonit joudu kosketuksiin keskenään. Tavallinen hehkulamppu puolestaan tuottaa useista eri aallonpituuksista muodostuvia säteitä, jotka kulkevat eri suuntiin. (Langdon 2004, 8.) Nii- den tuottama valo myös hajaantuu ajan mittaan. Laserin suoraviivaisuus on tärkeää tarkan valonsäteen saamiseksi. Monet kirurgiset ja esteettiset operaatiot vaativat juuri korkeatehoi- sen ja keskitetyn säteen. (Hill & Owens 2009, 10-11.)



Kuvio 8 Laservalon suoraviivaisuus (Liu 2013)

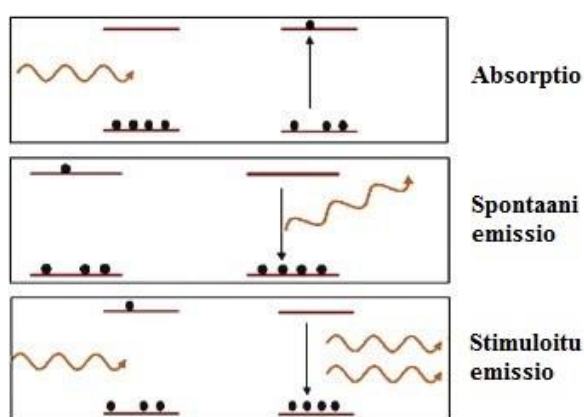
Laservalon neljäs tunnusomainen piirre on sen kyky muodostaa korkeita energiapiikkejä, mikä vuoksi se leikkaa, hydyttää, irrottaa ja höyrystää kudosta. Optinen energia määritellään laserin tehon, pistekoon sekä pulssin keston ja leveyden perusteella. Laserin aikaansaamaa energiaa mitataan jouleina. Joule on määre, joka kuvaa sitä energian määrää, joka kulkeutuu kudokseen kerrottuna ajalla, joka sillä kestää kuljettaa se. Säteilyenergia kertoo lasersäteen pulssienergian ja se ilmaistaan jouleina per neliösenttimetri (J/cm^2). Monissa lasereissa valo on pulssimaisessa muodossa, jotta saadaan haluttu kudosaikutus ilman ympäröivien kudosten lämpenemistä. (Hill & Owens 2009, 11.)

Kirurgisten operaatioiden suorittaminen laserilla perinteisten instrumenttien sijasta tarjoaa useita etuja. Lasertoimenpiteet voidaan suorittaa ilman, että hoitokohdasta vuotaa verta tai siihen syntyisi arpia. Ne ovat myös nopeita suorittaa, aiheuttavat vähemmän turvotusta operaation jälkeen ja toipumisaika on lyhyempi. Ne voidaan myös usein suorittaa ilman nukutusta, koska ne aiheuttavat huomattavasti vähemmän kipuja kuin perinteiset kirurgiset toimenpiteet. (Langdon 2004, introduction).

7.1 Laserin toimintaperiaatteet

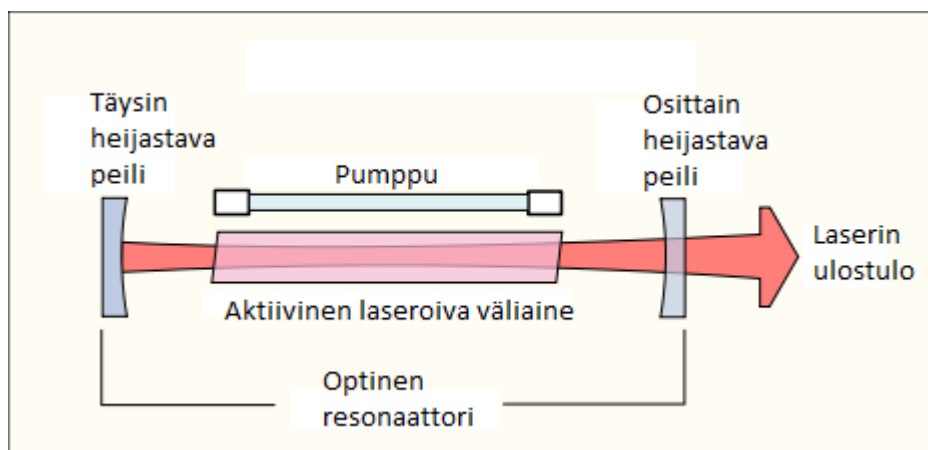
Laserin perusteoria perustuu Bohrin atomimalliin, jossa positiivisesti varautunut nukleoni koostuu protoneista ja neutroneista. Nukleonia kiertävät negatiivisesti varautuneet elektronit. Lepovaiheessa elektronit ovat alhaisimmalla energiatasolla. Kun voimakas energianlähde kohtaa atomin tai molekyylin, se absorboituu siihen sekunnin murto-osassa ja elektronit viritäytyvät eli siirtyvät korkeammalle energiatasolle. Elektronien palatessa energian lähtötasolle vapautuu samalla energiaa fotoneina, joilla on tietty aallonpituus. Tätä kutsutaan spontaaniksi emissioksi, jota saa aikaan muun muassa auringonvalo. (Hill & Owens 2009, 6.) Laserin toiminta perustuu puolestaan stimuloituun emissioon, joka vaatii ulkopuolista energiaa. (Lang-

don 2004, 5-6.) Ulkopuolista energiaa tuo laserlaitteen virtalähde tai ”pumppu”, joka kiihdyttää atomeja. Ulkopuolinen energia saadaan yleensä sähkövirrasta, valosta tai mikroaalloista, mutta myös erilaisia kemiallisia reaktioita voidaan käyttää atomien kiihdyttämiseen. (Wheeland 2010, 2.) Atomiin osuu fotoni, jonka seurauksena vapautuu toinen fotoni, jolla on sama energia kuin atomiin osuneella fotonilla. Atomista lähtee tämän jälkeen kaksi fotonia, joilla on sama energia, taajuus ja aallonpituus. Näin syntyy ketjureaktio, jossa uudet virittyneet atomit purkautuvat saaden aikaan energialtaan samanlaisia fotoneja. Syntyynyttä valoa kutsutaan laservaloksi. (Langdon 2004, 5-6.) Lasersäteen tarkkaan kohdistamiseen käytetään laserlaitteessa yleensä optista kuitua tai herkästi ohjaittavaa nivellettyä ”käsivartta” (Wheeland 2010, 2).



Kuvio 9 Spontaani ja stimuloitu emissio (Abbou, Bach jne 2012)

Laserlaite on muodoltaan pitkä, kapea putki tai sylinteri. Pääsääntöisesti se koostuu vahvistinaineesta, laserputkesta tai resonaattorista, virtalähteestä, jäähdytinjaerjestelmästä, ohjelmistosta, mikroprosessorista ja kuljetinjaerjestelmästä. Jokaisessa laserlaitteessa on resonaattorin optinen kaviteetti, jonka molemmissa päissä on peilit. Näin fotonit heijastuvat edestakaisin ja ylläpitävät jatkuvasti stimuloitua emissiota. Peilien ansiosta fotonit myös kulkevat samansuuntaisesti. Toinen kahdesta peilistä päästää osittain valoa lävitseen, jolloin lasersäde syntyy. (Langdon 2004, 6; Hill & Owens 2009, 7.) Optinen resonaattori sisältää aina säteilyä voimistavaa materiaalia, niin kutsuttua aktiivista laseroivaa väliainetta (”active medium”, ”the gain medium” tai ”the laser medium”). Se voi olla joko kaasumaista, nestemäistä tai kiinteää. Säteily saa energiaa kulkemalla tämän aineen läpi, joten sitä kutsutaan säteilyn stimuloitukseksi emissioksi. Laserit nimetään vahvistinaineensa mukaan. Kaasulasereissa vahvistinaineena käytetään muun muassa hiilidioksidia, argonia, helium-neonia ja kryptonina. Rubiini-, Nd:YAG-, aleksandriitti-, erbiium- ja diodilaserit ovat lasereita, joissa vahvistinaine on kiinteää. (Eberly & Milonni 2010, 1; Wheeland 2010, 2; Hill & Owens 2009, 8) Vahvistinainetta ympäröi optinen resonaattori, jossa valon vahvistusprosessi tapahtuu (Wheeland 2010, 2).



Kuvio 10 Laserin rakenne (Wikipedia 2016)



Kuvio 11 Hiilidioksidilaser (IOptima 2016)

7.2 Laserin kudosvaikutukset

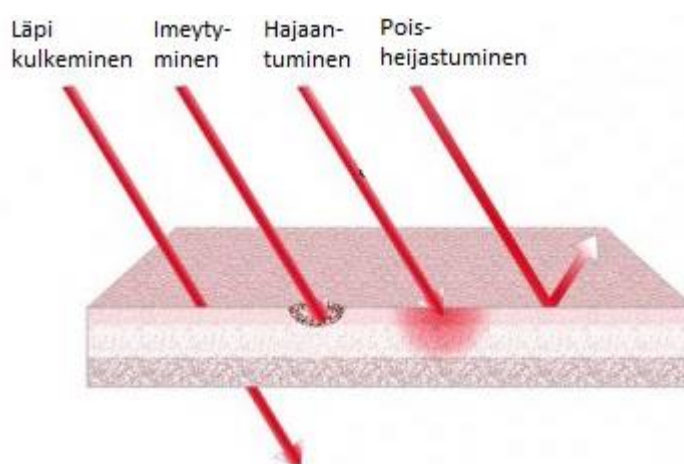
Käytetty aallonpituus ja hoidettava kudos vaikuttavat siihen millä tavalla lasersäde vaikuttaa ihoon (Hill & Owens 2009, 17). Se voi vaikuttaa kudoksissa neljällä eri tavalla. Se voi joko absorboitua kohdekudokseen, hajaantua tarkoitettua laajemmalle alueelle, heijastua ihosta pois tai se voi kulkea kudoksen lävitse vaikuttamatta siihen lainkaan tai vain vähän. (Castro 1992, 7.) Absorptio tarkoittaa säteilyenergian muuttumista eri energiamuodoksi, yleensä lämmöksi (Wheeland 2010, 5). Laservalo voi imeytyä ihon epidermikseen tai tiettyyn kohdekudokseen, jota kutsutaan kromoforiksi. Kromofori on epidermiksessä tai dermiksessä sijaitseva kohde, joka absorboi lasersäteen lämpöenergian. Tästä johtuen kudos joko höyrystyy tai se tuhoutuu.

Yleisimmät kromoforit ovat vesi, hemoglobiini ja melaniini. Tietyt aallonpituudet vaikuttavat tiettyihin kromoforeihin. Hemoglobiiniin vaikuttavat yleensä useat eri aallonpituudet näkyvän valon alueella, kun taas mitä pidempiä aallonpituudet ovat, sitä heikommin ne vaikuttavat melaniiniin. (Hill & Owens 2009, 14.) Lasersäteen imeytyminen kudokseen on ehto sille, että laserhoidolla saadaan aikaan tuloksia (Wheeland 2010, 5).

Lasersäteen hajaantuminen johtuu useimmiten ihon dermiksessä sijaitsevista suurista kollageenimolekyyleistä, jotka saavat aikaan säteen fotonien kulkusuunnan muuttumisen. Hajaantuminen on tärkeä ominaisuus kosmeettisten lasereiden kannalta, sillä se vähentää nopeasti kudokseen kohdistuvia vaikutuksia. Mitä pidempi aallonpituus laserilla on, sitä vähemmän hajaantumista tapahtuu. Näin ollen ne pääsevät vaikuttamaan syvemmällä ihosta oleviin suoniin ja karvatuppiin. (Hill & Owens 2009, 16-17; Rabindra 2009)

Noin 4-6 prosenttia luonnonvalosta heijastuu pois epidermisen sarveissolukerroksesta. Lasersäde voi heijastua pois ihosta esimerkiksi kudoksen tiheyden, ihonvärin tai kiiltävän esineen, kuten peilin, korun tai kirurgisen instrumentin takia. Heijastumisen seurauksena laservalo voi aiheuttaa palovamman ihoon, syyttää tulipalon tai saada aikaan näkövaurion. (Hill & Owens 2009, 16; Castro 1992, 7.)

Valon aallonpituus vaikuttaa siihen kulkeutuuko säde kudoksen läpi vai ei. Lyhyemmät aallonpituudet (300-400 nm) kulkeutuvat ihoon todella pinnallisesti, vain noin 0,1 mm syvyyteen. Näkyvän valon laserit ja lähellä infrapuna-alueetta olevan aallonpituudet (400-1300 nm) taas voivat helposti läpäistä epidermisen ja dermisen ja näin ollen kulkea syvemmälle kudoksiin. Jotkut laserit voivat kulkea kirkkaiden nesteiden ja jopa lasin läpi. (Hill & Owens 2009, 16.)



Kuvio 12 Laserin kudosaikutukset (Benedicenti, Crippa jne 2016)

Lasersäde voi joko hyydyttää tai höyrystää kudosta. Hyydytystä hyödynnetään esimerkiksi kasvainten poistamisessa ja tuhoamisessa. Kudosta porattaessa ja leikatessa taas hyödynne-

tään lasersäteen kudosta höyryttävää vaikutusta. Laserin kudokseen tunkeutumiseen vaikuttaa niin kohdekudoksen rakenne kuin sen tyyppikin. Kudoksen verisuonitus, pigmentoituminen (eli kudoksen väri), kovuus ja vesipitoisuus ovat tekijöitä, jotka vaikuttavat laserin tunkeutumisvyönteeseen. (Hietanen, Visuri & Ylianttila 2007, 121,123.) Lasersäteen aallonpituus määrittää kuinka syvälle ihoon säde tunkeutuu. Säteen teho ja pulssin kesto taas vaikuttavat siihen kuinka paljon energiaa ihoon välittyy. (Langdon 2004, 29.)

7.2.1 Vesi kromoforina

Yleensä laserit, joilla halutaan vaikuttaa uuden kollageenin tuotantoon ja ihon nuorentamiseen, kohdistuvat ihossa olevaan veteen. Epidermis ja osa dermiksestä höyrystyvät, jolloin kollageenia tuottavaan kudokseen syntyy lämpövaurio. Tästä aiheutuva supistuminen kiinteyttää ihoa. Tasaisempi ihonväri ja -pinta sekä aknearpien ja juonteiden tasoittuminen johtuvat uuden epiteelikudoksen kasvamisesta. (Hill & Owens 2009, 16, 20.)

Nykyään pyritään tekemään laserhoitoja, jotka tuottavat ei-kirurgisesti (non-ablatiivisesti) kirurgisen (ablatiivisen) lopputuloksen. Tällaisia tuloksia voidaan saada aikaiseksi infrapunala-sereilla, joiden kromoforina on vesi ja jotka imeytyvät syvälle ihon dermikseen asti. On tärkeää, että laser aiheuttaa vaurion dermiksessä säilyttäen epidermisen ennallaan. Dermikseen kohdistuva lämpövaurio voi saada aikaan fibroblastien aktivoitumisen ja uuden kollageenin muodostuksen. (Hill & Owens 2009, 20.)

7.2.2 Melaniini kromoforina

Laserit, joilla halutaan poistaa ylimääräistä tai ei-toivottua ihon väriä, optimoidaan imeytymään ihossa olevaan melaniiniin. Tämä saa aikaan melanosomien tai jopa melanosyyttien tuhoutumisen. (Langdon 2004, 30.) Melaniini on siis pääasiainen kromofori karvanpoistola-sereilla, vaikka ne kohdistuvat jonkin verran myös verisuonten hemoglobiiniin. (Hill & Owens 2009, 99.)

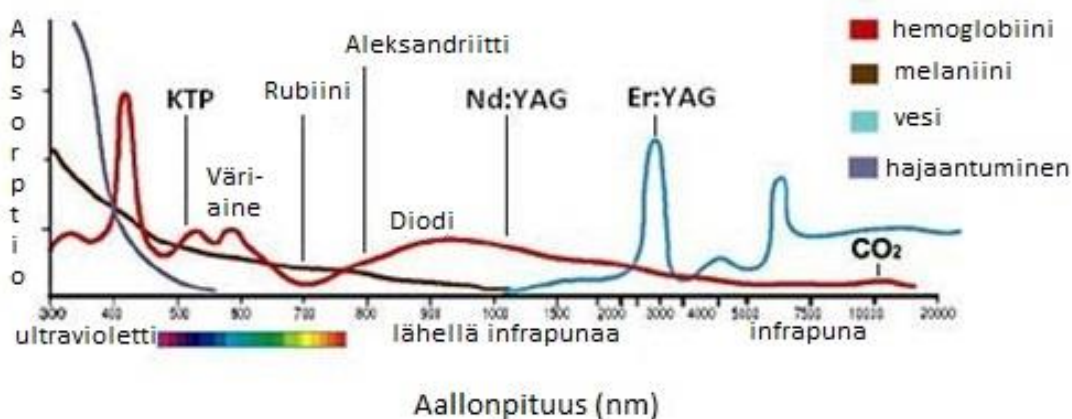
Melaniiniin ollessa kohdekudoksena imeytyminen on korkeinta aallonpituuksilla, jotka ylettyvät ultravioletista infrapunaan noin 1200 nm asti. Lyhyemmät näkyvän valon aallonpituudet ovat tehokkaita pinnallisia pigmenttiläiskä, kuten pisamia, kohtaan ja pidemmät aallonpituudet pääsevät kohdistumaan dermiksessä oleviin pigmenttihäiriöihin. Melaniini imee lasersäteestä syntyvän valon ja muuttaa sen lämmöksi. Laserin aiheuttama energia pilkkoo melaniinin pienempiin osasiin samalla vaurioittaen sitä kantavia soluja eli melanosyyttejä ja keratinosyyttejä. Toivottuja välittömiä vaikutuksia ovat tulehdusreaktion käynnistäminen ihon punoitus tai hoidetun alueen tummuminen. Melaniinin osaset ja solujen muodostamat jätteet poistuvat immuunipuolustuksen kautta. Hoidon kohdistuessa melaniiniin täytyy huomioida se, täytyykö vaikutuksen yltää epidermikseen vai dermikseen asti. (Hill & Owens 2009, 19-20.)

7.2.3 Hemoglobiini kromoforina

Mikäli laserilla halutaan vaurioittaa tai poistaa ei-toivottuja verisuonia, kohteena on punasolussa oleva hemoglobiini. Hemoglobiini absorboi laserin energian, joka muuttuu välittömästi lämmöksi. Tällaiset laserit voivat saada aikaan hiussuonia tuhoavan mikroskooppisen räjähdysten tai niiden tuottama lämpö voi aiheuttaa verihyytymän. Tämä vahingoittaa verisuonia ympäröiviä soluja ja saa aikaan verisuonen tuhoutumisen ja häviämisen. (Langdon 2004, 30.)

Veren hemoglobiiniin vaikuttavat laserit noudattavat selektiivisen fototermolyyysin periaatteita ja niillä voidaan hoitaa erikokoisia verisuonia. Selektiivinen fototermolyyysi tarkoittaa sitä, että valon lämpö vaikuttaa vain haluttuun kohteeseen. Suuremmat verisuonet vaativat laserilta pidempikestoisia pulsseja verrattuna pienempiin verisuoniin. Laser hyydyttää verta ja sen aiheuttama lämpö vahingoittaa suonen seinämiä. Toivottuja muutoksia ovat verisuonien tummuminen, hyytyminen, kouristuminen tai supistuminen. Valkosoluihin kuuluvat makrofagit poistavat syntyneen tukkeuman ja verisuonen jäänteet noin 3-6 viikossa. Mustelmia voi syntyä, mikäli verisuonen seinämät repeytyvät hoidon aikana. Tämä voidaan estää asettamalla pulssin laajuus ja voima oikeanlaisiksi. Yleensä verisuonien hoitamiseen käytetään lasereita, joiden aallonpituus on 532-1064 nm. (Hill & Owens 2009, 17-19.)

Melaniini on kilpaileva kromofori hemoglobiinin kanssa, sillä molempiin voivat vaikuttaa samojen lasereiden aallonpituudet. Tästä syystä on tärkeää valita käytettäväksi laser, jonka energia absorboituu voimakkaasti hemoglobiiniin. Myös pulssin kestolla on tärkeä merkitys. Liian lyhytkestoinen pulssi saa aikaan verisuonen repeämisen ja mustelman syntymisen ja liian pitkäkestoinen ei taas puolestaan aiheuta tuloksia. (Hill & Owens 2009, 78.)



Kuvio 13 Lasereiden imeytyminen kromoforeihin (The Laser Market 2016)

7.3 Ablatiivinen (kirurginen) laserhoito

Ablatiivisessa laserhoidossa ihoon aiheutetaan tahallisesti palovamma, jonka seurauksena sen uloin kerros hioutuu pois. Tästä johtuen iho alkaa korjata itseään kasvattaen tilalle uutta, joustavamman ja sileämmän näköistä ihoa. Ihon hionnalla hoidetaan esimerkiksi ryppyjä ja pigmenttimuutoksia sekä vähennetään ja poistetaan arpia. Ablatiivisesta laserista syntyvä lämpö vaikuttaa myös päällimmäisen ihokerroksen alla oleviin kerroksiin. Tämä aktivoi muun muassa ihon joustavana pitävän kollageenin tuotantoa sekä aiheuttaa ihossa kudosten tiukentumista, minkä on huomattu korjaavan syviä ryppyjä. (Bäsen 2011, 189; Kilmer & Semchyshyn 2010, 83.)

Ablatiivinen laserhoito voidaan suorittaa paikallispuudutuksessa tai nukutuksessa käsiteltäessä suurempia ihoalueita. Toipumisaika on viikosta pariin viikkoon, mutta kasvojen punoitusta ilmenee jopa parin kuukauden ajan hoidon jälkeen. Vaikka tulokset ovatkin pitkäkestoisia, on syytä pitää mielessä se, että iho jatkaa silti vanhenemistaan. (Bäsen 2011, 190.)

Ablatiivisten laserhoitojen etu on niiden kiistaton tehokkuus. Jo yhdellä hoitokerralla saadaan aikaan huomattavia parannuksia ryppyihin, arpiin, auringon aiheuttamiin liikapigmentaatioihin, aurinkokeratooseihin (epidermisen okasolujen kypsymishäiriön aiheuttama punertava, karhea läiskä), ihon velttouteen sekä ihonpinnan epätasaisuuksiin. Ablatiivisilla laserhoidoilla voidaan myös poistaa erilaisia ihonpinnan kasvaimia, kuten pinnallisia tyvisolukasvaimia. Laserhoidon vaikutukset ovat nähtävissä melko nopeasti ihon parantumisen jälkeen ja ovat pitkäkestoisia, kun taas non-ablatiivisten laserhoitojen tulokset ihossa näkyvät hitaammin ja ovat hienovaraisempia. Yleisimmät syyt hakeutua ablatiiviseen kasvojen laserointiin ovat aknearpien ja rypyjen hävittäminen tai pienentäminen. (Kilmer & Semchyshyn 2010, 83-85.)

Ablatiivisen laseroinnin varjopuolena on pitkä toipumisaika. Ensimmäisten viikkojen aikana hoidon jälkeen ihossa on merkittävää punoitusta, turvotusta ja rupeutumaa, joita tulee hoitaa saatujen ohjeiden mukaan tunnollisesti. Infektioiden, pigmenttimuutosten ja arpeutumien riski on suurin heti laserointia seuraavina päivinä, mikä on normaalia muissakin ihooperoinneissa, joissa ihon pintakerros rikotaan tai poistetaan. UV-suojaa tai UV-suojan antavaa meikkiä tulee käyttää, kunnes iho on parantunut huomattavasti. (Kilmer & Semchyshyn 2010, 85.)

Hiilidioksidi- ja erbium:YAG -laser ovat esimerkkejä ablatiivisista lasereista, sillä ne molemmat poistavat ihon uloimman kerroksen, jolloin kollageenintuotanto aktivoituu ja syntyy uutta, sileämpää ihoa. (Alexiades-Armenakas, Arndt & Dover 2008).

7.3.1 Selektiivinen fototermolyysi

Ablatiivinen laserointi perustuu siis kudoksen ja liikapigmentoituneiden solujen tuhoamiseen lämpöenergian avulla. Kun operoitava alue on pieni, on laseroinnin yhteydessä tärkeää huolehtia lämpöenergian kohdistaminen hyvin tarkasti tietylle alueelle. Tätä valikoivaa laserointia kutsutaan selektiiviseksi fototermolyysiksi. (Draelos & Pugliese 2000, 502.) Pääte -lyysi tulee kreikan kielen sanasta ”lysis”, joka tarkoittaa vauriota ja tuhoa. Selektiivinen fototermolyysi tarkoittaa siis iholle valon avulla aiheutettua valikoitua vauriota. (Langdon 2004, 34). Lämpöenergian leviäminen hoidettavan kohteen ympäröiviin kudoksiin tulee estää, jotta laserilla vaikutetaan vain haluttuun kohteeseen, esimerkiksi karvatuppeen, eikä hoitoalueen ulkopuolinen kudos vaurioidu. (Draelos & Pugliese 2000, 502.) Aika, jonka kudos on alttiina laserservalolle (pulssin kesto), tulee olla tarpeeksi lyhyt, jotta laserin aiheuttama kudovaurio ei ole liiallinen eikä lämpöenergia leviä muihin kudoksiin tai aiheuta palovammaa sekä pysyvää arpea. Konkreettinen vertauskuva selektiiviselle fototermolyysille on sormen kosketus lieden kuumaan levyyn; kuuma levy voisi aiheuttaa pahan palovamman, mikäli sormi olisi levyllä kauan. Mikäli kosketus on vain silmänräpäys, ei pysyvää vahinkoa tapahdu. (Langdon 2004, 32, 34; Goldberg & Hussain, 62.) Jotta selektiivinen fototermolyysi toimii, on valitun laserin oltava hyvin korkeaenerginen, laserin pulssin kesto lyhyt sekä laserin aallonpituus erittäin hyvin valittuun kromoforiin (hemoglobiini, vesi tai melaniini) imeytyvä (Langdon 2004, 32, 34).

7.4 Non-ablatiivinen (ei-kirurginen) laserhoito

Non-ablatiivisessa laserhoidossa ihon päällimmäistä kerrosta ei hiota pois vaan säde läpäisee sen aiheuttaen vaurion alempiin kerroksiin. Myös tämä saa aikaan ihon uusiutumisosprosessin, joka lisää kollageenin ja fibroblastien muodostumista. Tämän avulla pienennetään juonteita, kiinteytetään ihoa ja parannetaan sen laatua. Non-ablatiivinen laserhoito ei takaa yhtä tehokkaita tuloksia, mutta se ei myöskään aiheuta ihoon haavoja, kuten ablatiivinen laserhoito. (Bäsen 2011, 190.) Non-ablatiivinen laserointi voidaan jakaa kahteen osa-alueeseen laseroitavan kohteen mukaan. Se kohdistuu yleensä joko ihon mikroverisuonistoon tai ihossa olevaan veteen. Non-ablatiivisen laseroinnin kohdistaminen ihossa olevaan veteen varastoi ihoon lämpöenergiaa. (Kilmer & Semchyshyn 2010, 90.)

Non-ablatiivinen laserhoito suoritetaan paikallispuudutuksessa, ja ablatiiviseen hoitoon verrattuna siitä aiheutuva kipu on lievempää. Myös paranemisaika on nopeampi ja ihon punoitaminen ja turvotus häviävät usein jo samana päivänä, kun hoito on tehty. Tulokset näkyvät vasta reilu puolen vuoden jälkeen, kun ablatiivisella laserhoidolla tuloksia näkee jo kolmen kuukauden kuluttua. Myös non-ablatiivisella laserhoidolla saavutetaan pitkäaikaisia tuloksia, vaikka sekään ei estä ihon luonnollista vanhenemisprosessia. (Bäsen 2011, 190.) Non-ablatiiviseen laserhoitoon päätyvät usein henkilöt, joilla on kasvoillaan hienoisia juonteita, liiallisen auringonoton aiheuttamia niin kutsuttuja hämähäkkiluumia (teleangiiekstasia), rosa-

cean aiheuttamaa punotusta, pigmenttiläiskiä tai melasmaa. Mitä tulee ryppyjen laserointiin, non-ablatiivisten laserhoitojen huonona puolena voidaan pitää mahdollista asiakastytymättömyyttä, joka voi johtua hoidon odotettua huomaamattomammista tuloksista. Non-ablatiivisten laserhoitojen kohdalla puhutaankin yleensä ihon kiinteyttämisestä tai täyteläistämisestä enemmän kuin varsinaisesta ihon kiristymisestä, kuten ablatiivisten hoitojen kohdalla. (Kilmer & Semchyshyn 2010, 90, 92-93.)

Non-ablatiivisia lasereita ovat esimerkiksi Nd:YAG-, rubiini-, holmium-, aleksandriitti-, diodi- ja väriainelaser. Ne eivät poista ihon ulointa kerrosta vaan kohdistuvat vain tiettyihin kromoforeihin, kuten hemoglobiiniin tai melaniiniin.

8 Ihonhoidoissa käytetyt laserit

Kosmeettisiin lasereihin kuuluu ei-kirurgisia laitteita, jotka poistavat vain haluttua kudosta eivätkä vaikuta sitä ympäröiviin kudoksiin, ja kirurgisia laitteita, jotka poistavat turvallisesti monia ihon kerroksia vahingoittamatta jäljelle jäävää ihoa. Jälkimmäiset vaativat toipumisaajan. Ei-kirurgisia lasereita käytetään poistamaan tatuointeja, maksaläiskiä, syntymämerkkejä ja ylimääräisiä karvoja eli niiden avulla poistetaan usein ihosta ei-toivottuja ominaisuuksia. (Langdon 2004, 29.)

Lasereiden jaottelu on haastavaa, sillä niiden laseroivana osana eli niin kutsuttuna aktiivisena osana olevat aineet vaihtelevat suuresti. Laseroiva aine voi olla kaasumainen, nestemäinen tai kiinteä. (Eberly & Milonni 2010, 7.)

8.1 Kaasulaserit

Yleisimmät kaasumuotoiset aktiiviset väliaineet lasereissa ovat argon, hiilidioksidi ja helium-neon (Hill & Owens 2009, 8). Nämä ovat jatkuvakestoisia lasereita (Honardoust 2012, 131).

8.1.1 CO₂-laser

Hiilidioksidilaser (aallonpituus 10 600 nm) on erikoistunut laser, jonka laseroivana aktiivisena väliaineena on kaasumainen hiilidioksidi (Langdon 2004, 35). Hiilidioksidin (10-20 %) lisäksi se sisältää myös kaasumuotoista typpeä (10-20 %) ja heliumia (60-80 %) (Ranaweera 2016). Hiilidioksidilaser leikkaa kudosta infrapunasäteellä, joka absorboituu kudokseen ja saa aikaan sen lämpenemisen. Hiilidioksidilaser poistaa tarkasti epidermoksen sekä osan sen alla olevasta dermiksestä mahdollistaen uuden, sileän ihon kasvun. (Honardoust 2012, 131.) Sitä käytetään häivyttämään juonteita ja ryppyjä, poistamaan luomia sekä hoitamaan arpia, aknearpia ja raskausarpia. Sen etuja ovat tarkkuus ja edullisuus. (Ranaweera 2016.)

Nykyiset hiilidioksidilaserit jaetaan kahteen ryhmään; pulsoivat ja skannaavat. Pulsoivat hiilidioksidilaserit tuottavat yksittäisiä korkeaenergisii ja lyhyitä pulsseja, jotka höyrystävät kudosta. Tällainen pulsseihin perustuva hiilidioksidilaser on esimerkiksi Ultrapulse, joka on yhdysvaltalaisen Lumeniksen valmistama. Skannerityyppisissä laitteissa laser kuljetetaan tietokoneohjatusti ihon yli erittäin nopeasti niin, että laser vaikuttaa kerralla koko kasvoihin. Molemmilla laserlaitetyypeissä säteen vaikutusaika ihoon on hyvin lyhyt, jolloin välttyään tarkoitettua laajemmilta kudosaivarioilta. (Alster & Doshi 2005, 113.)

Hiilidioksidilaser absorboituu tehokkaasti vesimolekyyleihin, ja koska ihossa on paljon vettä, sen vaikutus ei ole kohdistettua, vaan höyrystymistä ilmenee laajemmalla alueella. Hiilidioksidilaser onkin kirurginen laser, sillä se muuttaa ihon rakennetta kokonaisvaltaisesti. (Langdon 2004, 35-36.) Hiilidioksidilaser mullisti uudella teknologiallaan esteettisen laserkirurgian 1990-luvun alussa, minkä jälkeen laserit ja niiden käyttö alkoivat kehittyä nopealla vauhdilla (Alster & Doshi 2005, 112).

8.2 Kiinteät laserit

Kiinteitä lasereita ovat Erbium:YAG-, Nd:YAG-, KTP-, rubiini-, aleksandriitti- ja holmiumlaser. Nämä ovat jatkuvakestoisia lasereita, jotka säteilevät pulsseittain. (Honardoust 2012, 131.)

8.2.1 Erbium:YAG -laser

Erbium:YAG -laserin eli erbium-kyllästetyn yttriumalumiinigranaattilaserin (Alexiades-Armenakas ym 2008) aallonpituus on 2940 nm, joten se tuottaa infrapunasäteitä. Sen aikaansaama energia absorboituu ihossa olevaan veteen lähes täydellisesti, joten se vaikuttaa kaikkiin solutyyppeihin tasapuolisesti, sillä vettä on ihossa paljon. Korkean absorboitumisasteensa vuoksi se höyrystää ihon ohuimmat kerrokset välittömästi ja täydellisesti vaikuttamatta sitä ympäröivään ihoon. (Langdon 2004, 37, 52-53.)

Pääsääntöisesti erbium:YAG -laseria käytetään ihon uudistamiseen, sillä uloimman ihokerroksen poistuttua kollageeninintuotanto kiihtyy ja syntyy uutta parempikuntoista ihoa. Sillä voidaan poistaa ihon pieniä juonteita vähin ihovaurioin. Sillä voidaan hoitaa muun muassa myös atrofisia akneakrppia, auringon vaurioittamaa ihoa sekä pigmenttimuutoksia. Erbium:YAG -laserin käyttö on suosittua, sillä se on lähes kivutonta eikä aiheuta juurikaan sivuvaikutuksia. Se on myös todella tarkka, edullinen ja sillä tehdystä operaatiosta paranee nopeasti. (Honardoust 2012, 132; Ranaweera 2014b.)

8.2.2 Nd:YAG -laser

Nd:YAG tarkoittaa neodymium-kyllästettyä yttriumalumiinigranaattilaseria, jonka aallonpituus on 1064 nm. Sen pulssit voivat kohdistua joko ihon melaniiniin tai hemoglobiiniin ja se pääsee

tunkeutumaan syvälle ihoon, jopa 3-5 mm syvyyteen karvatuppeen asti. Nd:YAG-laseria käytetään karvanpoistoon, mutta sen avulla hoidetaan myös pintaverisuonia ja pigmenttiläiskiä. (Honardoust 2012, 132; Hill & Owens 2009, 79, 103; Ranaweera 2014d.)

8.2.3 KTP-laser

KTP on Nd:YAG -laser, jonka taajuus on kaksinkertaistettu kalium-titaanioksidi-fosfaatti -kristallin avulla. (Eberly & Milonni 2010, 528, 647.) Se on kytketty Nd:YAG-laseriin ja säteen kulkiessa KTP-kristallin läpi, syntyy säde, jonka aallonpituus on 532 nm. KTP-laseria käytetään paljon ei-kirurgisissa operaatioissa ja sen tuottama energia absorboituu hyvin ihon melaniiniin, mutta myös veren hemoglobiiniin. Sitä käytetään muun muassa pintaverisuonten ja ihon pigmenttimuutosten, kuten maksaläiskien, hoidossa. (Langdon 2004, 32; Ranaweera 2014c.) Jatkuvakestoisuutensa vuoksi sen käyttö vaatii varovaisuutta, mutta oikein käytettynä se poistaa toivottua kudosta vaikuttamatta ympäröivään kudokseen. (Langdon 2004, 40.)

8.2.4 Rubiinilaser

Rubiinilaserin vahvistinaineena on rubiinikristalli ja se tuottaa punaisia säteitä, joiden aallonpituus on 694,3 nm. Se on tehokkain melaniiniin vaikuttava karvanpoistolaser. Sen vaikutusalue on pienempi kuin muilla, mutta se ei pääse vaikuttamaan yhtä syvälle kuin muut laserit. (Honardoust 2012, 132; Hill & Owens 2009, 101.) Koska sen pääasiallinen kromofori on melaniini, sillä voidaan hoitaa myös erilaisia pigmenttimuutoksia, kuten maksaläiskiä ja pisamia. Se absorboituu jonkin verran myös verisuonten hemoglobiiniin. (Ranaweera 2014f.)

8.2.5 Holmiumlaser

Holmiumlaserin (Ho:YAG) eli holmium-kyllästetyn yttriumalumiinigranaattilaserin (Pierre & Preminger 2007, 235) aallonpituus on 2100 nm. Se yhdistää hiilidioksidi- ja Nd:YAG -laserien ominaisuuksia, joiden avulla se leikkaa ja hyydyttää kudosta samalla kertaa. Holmiumlaserin tuottama energia absorboituu tehokkaasti kudoksissa olevaan veteen ja sen tunkeutumissyvyys on jopa 0,4 mm. Sitä käytetään paljon, sillä se höyrystää, poistaa ja hyydyttää kudosta suhteellisen matalassa syvyydessä. Se on myös tehokas tyrehtyttämään verenvuotoa ja sen avulla pääsee jopa pienimpiin koloihin. Se on mahdollisesti nykypäivän monipuolisin laser. (Honardoust 2012, 134; Gupta, Khanna, Kumar, Madhusoodanan, Sandhu, Sethi, Sinha & Srivastava 2011.) Holmiumlaser on puolijohdelaser (Chemicool 2016), joka toimii pulsseittain, joten se ei tuota jatkuvakestoista sädettä, vaan yksittäisiä pulsseja. Tämä lisää laserin tarkkuutta ja minimoi ympäröiviin kudoksiin kohdistuvaa lämpövauriota. (Pierre & Preminger 2007, 235-236.)

Holmium on lantanoideihin kuuluva harvinainen maametalli. Holmium on kiinteää, mutta hyvin taipuisaa sekä väriltään kirkasta metallinhohtoista ja hopeanvalkoista. Kuivassa ilmanalas-

sa ja huoneenlämmössä holmium on stabiilia, mutta ilmankosteuden noustessa holmium hahpettuu nopeasti keltaiseksi. (Chemicool 2016.) Puhdas holmium heijastaa valoa lähes yhtä tehokkaasti kuin hopea (Hamilo 2006).

8.2.6 Aleksandriittilaser

Aleksandriittilaserin aallonpituus on 755 nm ja sen tuottama energia absorboituu tehokkaasti ihossa olevaan melaniiniin. Tämä tekeekin siitä hyvän laserin pitkäaikaisessa karvanpoistossa. Sillä voidaan poistaa myös pigmenttiläiskiä, kuten pisamia ja syntymämerkkejä. Tämän lisäksi lyhyet pulssit voivat kohdistua myös hemoglobiiniin, jolloin voidaan hoitaa pinnallisia verisuonia. Suurin osa niistä sisältää jäähtymismekanismiin, jonka ansiosta laserhoidon aikana syntyy vain minimaalista tai ei lainkaan kipua. (Hill & Owens 2009, 101; Ranaweera 2014a.)

8.2.7 Diodilaserit

Diodilaserit ovat kiinteitä lasereita, joilla voi olla useita aallonpituuksia. Niiden aktiivisena osana on puolijohdekristalli tai diodiryhmä ja niiden tuottama energia kohdistuu ihossa olevaan melaniiniin. Ne ovat pienikokoisia, kevyitä ja taloudellisia, sillä niiden komponentit ovat yksinkertaisia ja stabiileja. Diodilaserin, jonka aallonpituus on 800 nm, on todettu olevan suosittu ja tehokas. (Honardoust 2012, 133; Hill & Owens 2009, 8, 102.)

8.3 Nestelaserit

Nestelasereita ovat väriainelaserit, jotka säteilevät korkeatehoista valoa. Niillä kahden pulsin välinen aika on melko pitkä, vaikka itse pulssit ovat lyhytkestoisia. (Honardoust 2012, 131.)

8.3.1 Väriainelaserit

Väriainelaserin aktiivisena osana ovat isot orgaaniset väriainemolekyylit, jotka ovat liotettuina useimmiten alkoholiin tai veteen. Käytettyjä väriaineita ovat muun muassa rodamiini, kumariini ja malakiitti. Väriainelaserit tuottavat säteitä näkyvän valon alueella aallonpituuksilla 585 nm tai 595 nm. (Eberly & Milonni 2010, 521; Ranaweera 2014e.)

Väriainelasereiden hyödyllisin ominaisuus on niiden muokattavuus (Eberly & Milonni 2010, 521). Niitä voidaan käyttää paljon laajemmalla aallonpituusalueella kuin kiinteitä- ja kaasulasereita. Tästä syystä väriaine sopii hyvin pulssitettuihin lasereihin. Väriainelaserit ovat siis hyvin monipuolisia ja niillä voidaan hoitaa muun muassa pinnallisia verisuonia. (Honardoust 2012, 134.)



Kuvio 14 Lasereiden läpäisyvyvyksiä (Assurance 2013)

9 Laserilla hoidettavat ihomuutokset

Lasereilla hoidetaan erilaisia iho-ongelmia, kuten ryppyjä, aknea, arpia, luomia, maksaläiskiä, auringon aiheuttamia vaurioita sekä poistetaan ihokarvoja (Honardoust 2012, 129). On vaikeaa määrittellä, onko laserin käyttö lääketieteellistä vai kosmeettista, sillä myös kosmeettisissa käsittelyissä voidaan muokata kudosta. Kosmetologien tekemissä hoidoissa käytetään yleensä pienitehoisia laitteita tai heikkotehoisia lasereita, ns. ”soft-lasereita”, joilla ei ole selvää lämpövaikutusta. Myös näiden lasereiden tulee täyttää laserstandardissa IEC 60825-1 määritellyt vaatimukset eivätkä niiden enimmäisarvot saa ylittää sosiaali- ja terveysministeriön laatiman asetuksen (294/2002) mukaisia arvoja. (Hietanen ym. 2007, 125-126.)

9.1 Rypyt ja hoito laserilla

Ryppyjen muodostuminen kuuluu ihon normaaliin vanhenemisprosessiin. Ilmeryppyjä syntyy nuorellakin ihossa, kun ihmisen ilmehtiessä iho puristuu ja taittuu ilmeet synnyttävien kasvo-lihasten väliin. (Langdon 2004, 18-19.) Nämä hetkelliset ilmerypyt ovat niin kutsuttuja dynaamisia, lihasvoiman käytöstä johtuvia ryppyjä, jotka siliävät, kun kasvot rentoutuvat. Pysyviä ilmeryppyjä alkaa muodostua pitkän ajan kuluessa, ja herkimmin eniten liikkuvien kasvo-lihasten alueelle. Nuorella ihossa vahvat ja joustavat elastiinisäikeet kestävät venytystä, palautuvat helposti alkuperäiseen olotilaansa ja vastustavat pysyvien ryppyjen muodostumista. Vanhenevassa ihossa elastiinisäikeiden jousto alkaa huonontua, ja niiden kyky vastustaa venytystä heikkenee. Myös kollageenisäikeet alkavat rapistua. Ihon rakenneproteiinisäikeiden rapistuessa ryppyjen muodostumisen lisäksi iho alkaa pikkuhiljaa veltostua ja jopa roikkua. Ihon veltostumiseen liittyy vahvasti myös ihmisen pystyasento; painovoiman vaikutus alkaa iän myötä näkyä ihossa. (Langdon 2004, 17-18; Jablonski 2013, 134-135.) Tyypillisiä ilmeryppyjä ovat kulmakarvojen kohottamisesta johtuvat horisontaalisuuntaiset rypyt otsalla, kulmien kurtistamisesta johtuvat vertikaalisuuntaiset rypyt kulmakarvojen välissä sekä silmien siriste-

lystä johtuvat ”harakanvarpaat” silmäkulmissa. Tyypillisiä, varsinkin tupakoivilla henkilöillä, ovat ylähuuleen muodostuvat pystysuuntaiset juonteet, jotka johtuvat huulia ympäröivien lihasten supistamisesta. (Langdon 2004, 17-18.)

Aurinko on yksi suurimmista vaikuttajista ryppyjen muodostumisessa. Liiallinen auringon UV-säteily saa ihossa aikaan epänormaalien elastiinien muodostumista, joka ajan kuluessa tekee dermiksestä huonommin joustavan sekä paksumman. Vaikka rypyt ovatkin nähtävissä ihon pinnalla epidermiksessä, ne syntyvät rakenneproteiinien rappeutumisesta ja rakenteellisista muutoksista dermiksessä sekä epidermisen ja dermisen liitoskohdassa. Epidermis pysyy lähes saman paksuisena läpi elämän, vaikkakin myös epidermiksessä tapahtuu jonkin verran kerrosten ohentumista. Sen sijaan rypyn pohjalla dermis on ohentunut. Ryppyjen muodostumista ei voi ihon luontaisessa vanhenemisprosessissa välttää, mutta niiden määrään ja syvyyteen voi vaikuttaa välttämällä liiallista auringossa oleskelua. Liiallinen UV-säteily nopeuttaa rypyihin johtavia muutoksia dermiksessä ja on ensisijainen ulkoinen rypyjä aiheuttava tekijä. Auringon aiheuttamien ihon vanhenemismuutosten yhteydessä puhutaan ihon valovanhenemisestä (eng. photoaging). (Langdon 2004, 16-18; Jablonski 2013, 134-135.)

Ablatiivinen laserhoito on tehokkain keino, kun halutaan selvästi havaittavia tuloksia ja nopeammin ulkonäköä ihoon, jossa on jo muodostunut syvempiä rypyjä. Yleisimmin käytetyt ja tehokkaimpia ihon ”nuorennuslasereita” ovat hiilidioksidilaserit. Ne kuumentavat ihossa olevan veden hyvin nopeasti saaden aikaan kudonvaurioita kollageenin denaturoituaessa, ja tätä seuraavan uuden kollageenin muodostumisen. (Draelos & Pugliese 2000, 502.)



Kuvio 15 Ryppyjen hoito CO₂-laserilla (ennen ja jälkeen) (Silk Touch MedSpa 2016)

9.2 Arvet ja hoito laserilla

Arvet johtuvat syvemmälle verinahkaan tai ihonalaiseen kudokseen tulleesta vauriosta. Mikäli haava on vain pinnallinen ja ulottuu orvasketeen tai verinahan päällikerrokseen, ei näkyvää arpea yleensä synny. Normaalisti haava paranee niin, että sen päälle muodostuu uutta tukiku-

dosta ja ihoa. Arpikudos voi myös aluksi punoittaa, mikä häviää ajan myötä. Arvet muodostuvat, kun iho alkaa nopeasti korjata itseään vaurion jäljiltä. Uusiutunut kudos ei ole yleensä yhtä joustavaa eikä siinä ole karvoja tai hikirauhasia. Arpikudos on pääasiassa kollageenia, joka on fibroblastien tuottamaa sidekudosta. (De Permentier 2013; Bäsen 2011, 267.) Kollageenin ylituotanto saa aikaan hypertrofisen arven ja liian vähäinen tuotanto atrofisen arven (Langdon 2004, 23-24).

Arpikudoksen tasaantuminen on pitkä prosessi, joka kestää vähintään vuoden. Siihen, kuinka suuret arvet ihoon syntyvät, vaikuttavat monet eri tekijät, kuten henkilön taipumus arpien syntyyn. Vanhemmilla ihmisillä arpeutuminen on hitaampaa, sillä kudokset uusiutuvat hitaammin. Lapsien ja nuorten iho puolestaan ylireagoi ihovaurioihin, jolloin arvet ovat joskus suurempia ja paksumpia. Arvet myös paranevat huonommin alueilla, jotka ovat enemmän liikkeessä, kuten hartioissa, nivelissä ja selässä. Arvista tulee usein myös isompia ja näkyvämpiä näissä kehon osissa. Näkyviä arpia voi syntyä myös haavan paranemista häiritsevien infektioiden myötä. (Bäsen 2011, 267.)

Keloidit eli kasvainmaisesti pullistuneet (Kalimo, Laato, Nieminen, Niinikoski, Peltonen & Vähä-Kreula 1995) arvet johtuvat tukikudoksen ylituotannosta ja ne voivat saada aikaan arven, joka ylettyy alkuperäisen haavan yli. Ne ovat paksuja, punertavia ja epäsäännöllisen muotoisia sekä voivat olla aluksi kovia ja kutisevia. Niitä syntyy helpoimmin lapsilla ja nuorilla sekä tummaihoisilla. Niiden riski on myös suurempi rintakehän etuosassa, hartioissa, olkapäissä ja korvanipukoissa. Hypertrofiset arvet johtuvat siitä, että iho muodostaa liikaa tukikudosta. Ne ovat paksuja, yleensä koholla olevia arpia, jotka ovat alkuperäisen haavan kokoisia. (Bäsen 2011, 267-268.) Ne saattavat aiheuttaa kutinaa ja kivistystä. Hypertrofiset arvet ovat paljon yleisempiä kuin keloidit arvet (Kalimo ym. 1995). Atrofiset arvet syntyvät, kun iho tuottaa liian vähän tukikudosta. Ne ovat kuoppaisia ja niitä syntyy esimerkiksi aknen ja vesirokon jäljiltä. (Bäsen 2011, 267-268.)



Kuvio 16 Keloidi, hypertrofinen ja atrofinen arpi (Scar Removal 2016)

Keloidien arpien hoito voi olla haastavaa, sillä ne voivat kasvaa takaisin jopa entistä suurempina. Niiden poisto on tehokkainta kirurgisesti, jonka jälkeen niitä voidaan hoitaa sädehoidolla. KTP-laserilla voidaan kuitenkin poistaa keloidien arpien kirkvetyä ja kutinaa. Sen avulla arpi saadaan myös madallettua ja vaalennettua. (Laser Tilkka 2016a.)

Hypertrofisia arpia voidaan hoitaa KTP-laserilla, sillä niiden käyttäytyminen ei ole yhtä aggressiivista kuin keloidien arpien. Parhaan lopputuloksen saa, kun arpi poistetaan ensin ja sen jälkeen käsitellään KTP-laserilla. (Laser Tilkka 2016a.)

9.3 Akne, aknearvet ja hoito laserilla

Akne on mustapäinä ja finneinä ilmenevä ihosairaus, jonka aiheuttaa tulehdus karvaa ympäröivissä talirauhasissa (Bäsen 2011, 240). Sen tyypillisin muoto on *acne vulgaris*, joka ilmenee sekä valko- että mustapäinä. Akne syntyy, kun karvatuppeen muodostuu keratiinisoluista ja sebumista muodostuva tukos. (Danby 2014, 32-33.) Normaalitilanteessa talirauhasten erittämä rasva, sebum, kulkeutuu iholle karvatuppien kautta. Akneihoisella sebumin tuotanto on kuitenkin nopeampaa, jolloin karvatupet tukkeutuvat aiheuttaen valkopäitä. Valkopäistä muodostuu mustapäitä, kun ne joutuvat kosketuksiin hapen kanssa. (Honardoust 2012, 80.)

Finnien lisääntymiseen vaikuttaa ihon rasvassa elävä bakteeri, *propionibacterium acnes*. Myös sukupuolihormoni testosteroni vaikuttaa niiden syntyyn, sillä suuret talirauhaset, joita sijaitsevat kasvoissa, selässä ja rinnassa, ovat herkkiä sille. Testosteronia on sekä miehillä että

naisilla. Akne alkaa yleensä murrosiässä, jolloin talirauhasten sebumin erityis lisääntyy ja näin ollen myös aknebakteerin määrä ihosta kasvaa. (Bäsen 2011, 240-241.)

Akne voi olla joko lievää tai vakavaa. Lievään akneen kuuluu mustapäitä ja tulehtuneita, pinnallisia finnejä. Vakavammassa aknessa ihosta esiintyy kystia, jotka ovat suuria ja kivuliaan tulehtuneita kyhmyjä. Ne voivat aiheuttaa aknearpia. (Bäsen 2011, 242.) Aknearpien muoto, koko ja syvyys vaihtelevat ja useimmiten ne ovat muodoltaan epäsäännöllisiä (Honardoust 2012, 85).



Kuvio 17 Akne (Mir 2016)

Aknearpia voidaan hoitaa laserilla onnistuneesti ja paras vaihtoehto on ihon pinnan hiominen laserilla. Niitä voidaan käsitellä hiilidioksidilaserilla, jolla saadaan hoidettua jokaista yksittäistä arpea sekä koko sitä aluetta, jolla arpia esiintyy. KTP-laserin avulla voidaan poistaa aknearpien punaisuutta. (Laser Tilkkä 2016a.)



Kuvio 18 Aknearvet (Jefferson 2015)

9.4 Pintaverisuonet, couperosa ja poisto laserilla

Laajentuneet pintaverisuonet eli toisilta nimiltään teleangiektasiat tai couperosa (Bäsen 2011, 261) ovat pieniä ja ohuita verisuonia, joita syntyy lähelle ihon pintaa. Niitä voi kehittyä niin kasvoihin kuin jalkoihinkin, mutta eniten niitä on nenän, leuan ja poskien iholla sekä polvien ja nilkkojen lähetyillä. Ne saattavat toisinaan aiheuttaa pientä kutinaa ja polttavaa tunnetta. (Honardoust 2012, 87.)

Laajentuneiden pintaverisuonten aiheuttajaa ei osata täysin sanoa, mutta helpommin niitä syntyy ohut- ja herkkäihoisille. Ne syntyvät usein, kun angiogeneesin määrä lisääntyy ja paikallistuu yhdelle kohtaa. (Honardoust 2012, 87; Bäsen 2011, 261.) Angiogeneesillä tarkoitetaan uusien verisuonten muodostumista (Mandal 2014). Tekijät, kuten perinnöllisyys, lääkeaineet, ehkäisytabletit, hormonimuutokset, runsas auringolle, kylmyydelle tai tuulelle altistuminen sekä luonnollinen ikääntymisprosessi, vaikuttavat osaltaan laajentuneiden pintaverisuonten syntymiseen. Ne voidaan poistaa, sillä ne eivät ole tarpeellisia, vaikka kuljettavatkin verta normaalien verisuonten tapaan. (Honardoust 2012, 87; Bäsen 2011, 261.)

Laajentuneiden pintaverisuonten poistaminen onnistuu ei-kirurgisella laserilla. Lasersäde kuljettaa tarkasti energiaa jokaiseen verisuoneen vahingoittamatta ympäröivää kudosta. Valoenergia absorboituu verisuoniin aiheuttaen niihin tukoksen, minkä seurauksena ne hajoavat osana elimistön normaalia paranemisprosessia. (Honardoust 2012, 89.)



Kuvio 19 Couperosa (Eucerin 2016)

9.5 Luomet ja poisto laserilla

Luomia löytyy jokaisen iholta, mutta etenkin vaaleaihoisilla ihmisillä on niitä. Ne vaihtelevat niin muodon, koon kuin värinkin perusteella ja voivat olla joko tasaisia tai koholla olevia. Niistä voi kasvaa myös karvoja. (Honardoust 2012, 77.) Luomet muodostuvat niin kutsutuista neevussoluista ja melanosyyteistä, jotka tuottavat väriainetta melaniinia. Ne ovat väritykseltään ruskeita ja mustia tai ihonvärisiä, jolloin niissä ei ole melaniinia. (Hannuksela 2012.)

Osa luomista on ihmisellä jo heti syntymän jälkeen, jolloin niitä kutsutaan synnynnäisiksi luomiksi. Niitä syntyy kuitenkin 50-60 -ikävuoteen saakka, jolloin niitä kutsutaan hankituiksi

luomiksi. (Hannuksela 2012.) Ihon altistaminen auringolle voi lisätä niiden määrää, minkä vuoksi auringolta suojautuminen on keino vähentää luomiin liittyviä ihosyöpiä. Ihosyöpä ja melanooma voivat kehittyä luomesta tai sitä ympäröivästä ihosta. (Honardoust 2012, 77.)



Kuvio 20 Kohonnut luomi (Skin Medical 2016)

Normaali luomenpoisto tapahtuu paikallispuudutuksessa, jossa luomi leikataan pois ja iho tikataan operaation jälkeen. Kirurgi voi poistaa luomen myös veitsellä ikään kuin höyläämällä sen irti. Näiden lisäksi luomen voi poistaa fotodynaamisella hoidolla tai laserin avulla. (Honardoust 2012, 78.)

Luomi voidaan poistaa käyttämällä hiilidioksidilaseria (CO₂), jonka aallonpituus on 10 600 nm. Se höyrystää luomen pois imeytymällä kudoksessa olevaan veteen. Laserin avulla suoritettu luomenpoisto on nopea toimenpide, joka ei vaadi ompeleita. Etuna on myös nopea paranemisaika (noin kaksi viikkoa) sekä lähes huomaamaton jälki. Operaatioon sopivat parhaiten pigmentittömät, koholla olevat luomet. (Laser Tilkka 2016e.)

9.6 Auringon aiheuttamat vauriot ja hoito laserilla

Aurinko virkistää mieltä ja käynnistää iholla D-vitamiinin tuotannon, mutta sen muut vaikutukset iholle ovat lähinnä epäterveellisiä. Pitkäaikaisen auringolle altistumisen aiheuttamat ihomuutokset jaetaan karsinogeenisiin eli syöpää aiheuttaviin muutoksiin sekä vanhentaviin muutoksiin. (Draelos & Pugliese 2000, 194, 333.)

Syypää auringon haittavaikutuksiin on sen sisältämä ultravioletti- eli UV-säteily. UVB-säteily polttaa, ruskettaa ja vanhentaa ihoa, sekä aiheuttaa ihosyöpiä ja valoihottumia. UVA-säteily

ruskettaa ja vanhentaa ihoa, mutta ei polta. UVA aiheuttaa myös valoihottumia. Iho tulee suojata UV-säteilyltä suojakertoimen sisältävällä auringonsuojavoiteella sekä tarvittaessa vaateetuksella varsinkin sellaisissa paikoissa ja sellaisina aikoina, jolloin UV-indeksi on korkea. (Hannuksela ym 2011, 143-144.) Ultraviolettisäteily aiheuttaa herkimmin iho-ongelmia ihmisille, joilla on vaalea ja pisamainen iho sekä vaalea tai luonnostaan punertava tukka. Vaaleaihoisten ihon pigmentti on suurelta osin punertavaa feomelaniinia, joka ei anna riittävää luonnollista suojaa UV-säteilyä vastaan. Tummaihoisilla ihmisillä melaniini on ruskeaa eumelaniinia, joka suojaa ihoa hyvin auringon aiheuttamilta vaurioilta, vaikkakin ihovaurioita voi siitä huolimatta ilmaantua. (Draelos & Pugliese 2000, 334.)

Vaarallisimpia auringon aiheuttamia ihomuutoksia ovat erilaiset ihosyövät. Ihon okasolusyövän syntyyn vaikuttaa eniten koko elämän aikana saadun UVB-säteilyn määrä. Siksi UV-säteilyn yhteydessä sanotaankin, että iho ei unohda saamaansa kohtelua. UVB lisää myös riskiä sairastua ihon tyvisolusyöpään. Toistuva palaminen lapsuusiässä taas lisää melanoomariskiä. (Hannuksela ym 2011, 146.) Ihosyöville tyypillisiä merkkejä ja oireita ovat epätasaiset, kohonneet tai haavaiset luomet, joiden pigmentti on epätasaista tai läpikuultavaa. Syöväksi kehittyneet luomet voivat myös erittää nestettä. Alaraajoissa tai muualla kehossa esiintyvät haavat, jotka eivät parane, voivat kehittyä ihosyöväksi. Melanosyyttien kehittämät pigmentoituneet läiskät ihossa voivat muodostaa melanoomia, jotka ovat kaikista vaarallisimpia ihosyövän tyyppisiä siksi, että ne kasvavat nopeasti ja voivat muodostaa ihon alla etäpesäkkeitä. (Draelos & Pugliese 2000, 339-347.) Ablatiivisella laserhoidolla voidaan ihosta poistaa mahdollisesti haitalliseksi muodostuvia pigmenttiläiskiä sekä luomia, jolloin laserhoito on ennaltaehkäisevää. Ablatiivisella laseroinnilla voidaan poistaa myös jo muodostuneita pinnallisia tyvisolusyöpäkasvaimia. (Kilmer & Semchyshyn 2010, 85.)

Liiallinen UV-säteily ja liian vähäinen suojautuminen auringolta aiheuttaa iän myötä ihon liikapigmentoitumista eli hyperpigmentaatiota. Hyperpigmentaatio näkyy ihossa ruskeina läiskinä, joita usein kutsutaan maitokahviläiskiksi tai maksaläiskiksi. Maksaläiskien virallisempi nimi on melasma. Osa pigmenttimuutoksista voi johtua myös aineenvaihdunnallisista tai hormonaalisista syistä. (Laser Tilkka 2016f.) Auringon aiheuttamia pigmenttiläiskiä voidaan poistaa esimerkiksi ihon melaniiniin vaikuttavalla aleksandriittilaserilla tai fraktionaalisilla eli pistemäisillä, ihoa asteittain kuorivilla laserhoidoilla, jotka nostavat liikapigmenttiä ihosta. Tällaisia lasereita ovat erbium- ja hiilidioksidilaserit. (Koskiklinikka 2013; Laser Tilkka 2016f.)

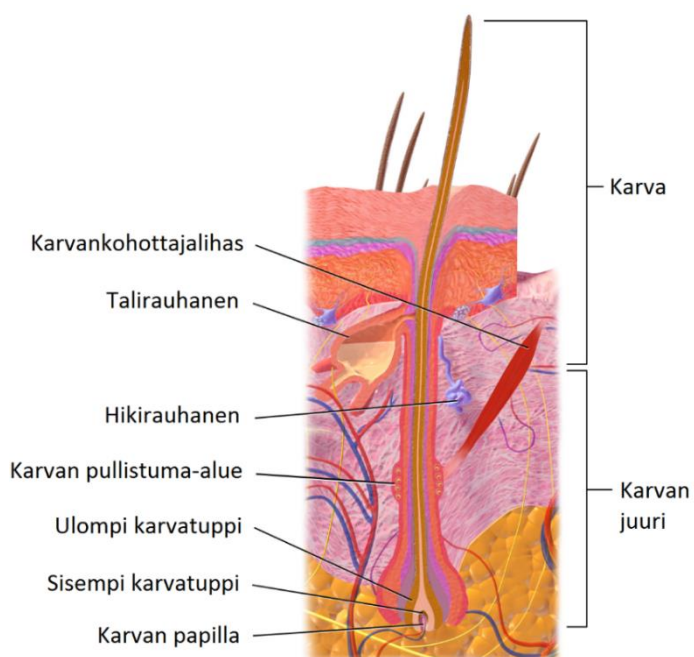
Aurinko aiheuttaa monenlaisia sidekudoksen muutoksia ihossa, jotka näkyvät rypyinä. Yksi näistä muutoksista on aurinkoelastoosi, jossa auringon UVB- ja UVA-säteily rappeuttaa ihon kollageeni- ja elastiinisäikeitä. Rypyt ovat hoidettavissa lasereilla. On kuitenkin monia muita auringosta johtuvia iho-ongelmia, kuten valoihottumia, joita tulee ensimmäisenä hoitaa lääkevalmisteilla ihotautilääkärin ohjeistuksen mukaan. (Hannuksela 2011, 146-152.)



Kuvio 21 Auringon aiheuttamia ihovaurioita (Brieva & Gordon 2012)

9.7 Ihokarvat ja poisto laserilla

Karvojen sijaintiin ja paksuuteen vaikuttavat ikä, etnisyys, paino, aineenvaihdunta, lääkitys ja hormonit (Honardoust 2012, 136). Ne muodostuvat kovasta proteiinista, keratiinista ja kiinnittyvät ihoon karvatupen avulla. Karvatupen pohjalla on karvanysty, joka muodostaa karvan tuottamalla uusia soluja. Karvanystyssä olevat verisuonet tuovat karvalle ravintoaineita ja kuljettavat hormoneja, jotka säätelevät sen kasvua ja rakennetta. (Hoffman 2014.)



Kuvio 22 Karva (Permanence 2014)

Karvalla on kolme eri kasvuvaihetta, joita ovat anageeni, katageeni ja telogeeni. Kasvuvaiheessa (anageeni) on jatkuvasti suurin osa karvoista ja tämä vaihe kestää useita vuosia. Siirtymävaiheessa (katageeni) karvat ovat muutamia viikkoja, jolloin niiden kasvu heikkenee ja karvatuppi kutistuu. Lepovaiheessa (telogeeni), joka kestää useimmiten noin kolme kuukautta, karvan kasvu pysähtyy ja se irtoaa karvatupesta uuden karvan työntäessä sen pois. (Hoffman 2014; Honardoust 2012, 38.)

Nykyaikaisimpien karvanpoistolaserien pistekoko on yli 1 cm halkaisijaltaan, jolloin saadaan yhdellä pulssilla hoidettua monta karvatuppea kerrallaan (Langdon 2004, 51). Lasersäteet vaikuttavat terminaalisiin eli kypsiin karvoihin, jotka ovat paksuja, pitkiä ja sisältävät yleensä melaniinia. Laserit imeytyvät voimakkaasti erityisesti karvatupessa olevaan melaniiniin. Tästä aiheutuva kudonvaurio saa sen tuhoutumaan pysyvästi. Hiukset, kainalokarvat, genitaalialueen karvat, kulmakarvat sekä karvat rintakehässä, selässä, jaloissa ja käsissä ovat terminaalisia eli kypsiä karvoja. Muualta kehosta löytyvät lyhyet ja lähes värittömät karvat ovat vellustyyppin karvoja. (Honardoust 2012, 136; Laser Tilkka 2016c.) Laserit eivät juurikaan vaikuta vaaleisiin tai harmaisiin karvoihin melaniinin puutteen vuoksi (Langdon 2004, 42).

Laserit tuhoavat karvoja kohdistamalla pullistuma-alueelle ("bulge") ja karvanystyyn. Valoenergia muutetaan lämpöenergiaksi karvatupessa. Tätä kutsutaan selektiiviseksi fototermostylyksiksi, sillä se kohdistuu vain karvoihin eikä niitä ympäröivään ihoon. Pullistuma-alue osallistuu karvan kasvuun ja uusiutumiseen, sillä karvanysty yhdistää sen verenkiertoon ja tuo karvalle ravinteita ja happea. Karva ei selviä ilman tervettä karvatuppea, jolloin se kuolee. Laser onkin näin ollen tehokkain silloin, kun se kohdistuu anageeni- eli kasvuvaiheessa oleviin karvoihin. Kuolettamisen jälkeen karvat putoavat itsestään seuraavan 3-4 viikon aikana. (Honardoust 2012, 136.)

Pysyvällä karvanpoistolla pyritään vähentämään myös karvatupen tulehduksia, ihonäppyjä sekä ihon värjäilyä. Alexandriitti-laserin on todettu olevan tehokkain Laser Tilkassa käytössä oleva karvanpoistolaser, sillä se soveltuu lähes kaikille potilaille. Käytössä on myös diodi- ja Nd:YAG -laserit. Laserlaitetta valitessa otetaan huomioon esimerkiksi ihon tummuus ja karvan väri. (Laser Tilkka 2016c.) Näiden lisäksi myös rubiinilaser on tehokas karvojen poistossa (Langdon 2004, 50).

Tuloksellinen karvanpoisto vaatii useita laserhoitoja, sillä vain pieni osa karvoista on kerrallaan kasvuvaiheessa. Niitä voi olla 20-85% kaikista kehon karvoista vaihdellen eri henkilöillä. Osa karvatupista saadaan tuhattua ja lopuista osa vaurioituu, osa ohenee ja osa jää pidemmäksi aikaa inaktiiviseen tilaan. On vaikea arvioida, kuinka monta kertaa hoitoja tulee suorittaa yhdelle henkilölle saadakseen pitkäkestoisia tuloksia, mutta keskimäärin noin 30 % karvoista ei kasva takaisin yhden hoitokerran jälkeen. (Honardoust 2012, 136.)

10 Laserin esihoito

Esihoito on perusta laserhoidon onnistuneille tuloksille. Vaikka hoito-ohjelma vaihtelee ihotyypin mukaan, huomattiin jo 1980-luvulla tretinoiinin ja hydrokinonin tärkeys laserhoidon yhteydessä. Tretinoiinia tai retinolia, alfahydroksihappoja ja vitamiineja käytetään hoidettaessa auringon aiheuttamia vaurioita ja hydrokinonia vaalennettaessa ihon pigmenttimuutoksia. (Hill & Owens 2009, 184.)

Laserin esihoidossa tulisi aamuisin suosia tuotteita, jotka sisältävät alfahydroksihappoja, C- ja E-vitamiineja sekä aurinkosuoja-aineita. Iltaisin rutiiniin on hyvä sisällyttää tuotteita, jotka sisältävät tretinoiinia tai retinolia. Käytettävien aineiden vahvuudet ja pitoisuudet vaihtelevat tehdyn laseroperaation mukaan ja esimerkiksi pinnallisen, epidermikseen kohdistuvan hoidon kanssa tulee käyttää vain mietoja alfahydroksihappoja. (Hill & Owens 2009, 184-185.)

11 Laserin jälkihoito

Laserin jälkihoito vaihtelee suuresti eri kirurgeilla ja sen laatu on yhtä tärkeää kuin hoidon suorittaneen henkilön ammattitaito (Hill & Pickart 2009, 236). Kotona käytettäviä tuotteita ovat laadukkaat aurinkosuojat, kosteusvoiteet, puhdistusaineet sekä reseptillä saatavat tuotteet (Hill & Owens 2009, 168).

Ablatiivisen eli kirurgisen laserhoidon jälkeen iho vaatii puhdistusta ja suojausta kahden viikon ajan, kunnes potilas alkaa näyttää normaalilta. Hoitokohdan puhdistaminen ja hoito tulee kuitenkin tehdä varovaisesti, sillä ihon päällimmäinen suojakerros on poltettu pois. Hoito-ohjeiden tarkka noudattaminen onkin erityisen tärkeää, jotta vältytään tulehduksilta, paranemisen viivästymiseltä ja ihoärsytyksen lisääntymiseltä. (Hill & Pickart 2009, 236.)

Uuden epiteelikudoksen kasvaminen haavan päälle vaatii kosteat olosuhteet. Monet kirurgit suosittelivat haavan pitämistä kosteana pinnallisesti levitettävien emollienttien tai okklusoivien aineiden avulla, sillä karsta ja rupi hidastavat haavan keratinisoitumista. Hoito voikin siis olla joko ”avointa” tai ”suljettua”. Suljetussa menetelmässä haavan päälle levitetään okklusivaa, yleensä hydrogeeliä sisältävää voidetta, joka peitetään teipillä. Tämän on osoitettu nopeuttavan ihon paranemista, sillä haava pysyy kosteana. Toisaalta sen on kuitenkin todettu lisäävän haavakohdan kipua. Monet uskovat, että okklusoiva voide estää hapen pääsyn haavaan, mikä taas puolestaan edistää bakteerien kasvua ja näin ollen aiheuttaa tulehduksia ja häiritsee haavan paranemista. Toiset kannattavat haavan avointa jälkihoitoa, jossa ihon pinnalle levitetään paranemista edistäviä emollientteja. Avoimen jälkihoidon etuna on se, että sen avulla paranemista voidaan seurata paremmin kuin suljettua metodia käyttämällä. (Hill & Pickart 2009, 236-237.)

Hoidon jälkeen iho voi olla arka ja kipuileva ja siitä voi tihkua nestettä. Tätä kestää niin kauan kunnes uusi epiteelikudos on muodostunut haavan pinnalle eli noin 1-2 viikkoa riippuen käytetystä laserlaitteesta. Iho ei kuitenkaan tässä vaiheessa näytä vielä normaalilta, vaan se on kireä, kiiltävä ja punakka. Punaisuutta voi kuitenkin peittää meikin avulla, sillä sitä kestää jopa useita kuukausia hoidon jälkeen. Näiden kuukausien aikana iho on syytä suojata auringolta. (Hill & Pickart 2009, 267.)

12 Laseroinnin esi- ja jälkihoidossa käytetyt aineet

Monia samoja aineita käytetään sekä laseroinnin esi- että jälkihoidossa. Esihoidossa ihoa valmistellaan tulevaan hoitoon, jotta iho palautuisi laseroinnista mahdollisimman hyvin. Jälkihoidossa huolehditaan muun muassa ihon kosteustasapainon säilyttämisestä, parantumisen edistämisestä sekä ihon aurinkosuojauksesta.

12.1 Retinoidit

Retinoidit ovat A-vitamiineja, jotka normalisoivat keratinosyyttien kasvua ja erilaistumista. Tretinoiinia, retinolia tai muuta A-vitamiinijohdannaisista sisältävillä voiteilla on todistettu olevan positiivisia vaikutuksia iholle. Laseroperaation jälkeen tretinoiiniin ja retinolin käyttö on lähes pakollista, sillä ne parantavat tuloksia ja nopeuttavat prosessia. Tretinoiini hidastaa ihon ikääntymistä ja vaikuttaa etenkin auringon aiheuttamaan ihon vanhenemiseen. Retinolia ja retinyylipalmitaattia sisältäviä tuotteita saa ilman reseptiä, mutta tretinoiini-valmisteet ovat vain reseptillä saatavia. (Hill & Owens 2009, 179.)

Iho ei pysty hyödyntämään retinolia ja retinyylipalmitaattia sellaisenaan, vaan sen tulee muuttua ne tretinoiiniksi eli A-vitamiinihapoksi. Ei kuitenkaan ole merkitystä mitä A-vitamiinin muotoa käytetään. Pääasia on, että A-vitamiinia sisältävää valmistetta käytetään ennen ja jälkeen hoidon sekä myös sen aikana. Retinoidit voivat kuitenkin aiheuttaa ihoärsytystä, mikäli niitä on tuotteessa liian suuria pitoisuuksia. (Hill & Owens 2009, 179-180.)

12.2 Tretinoiini

Tretinoiini eli A-vitamiinihappo on tutkitusti tehokas häivyttämään kasvoilta juonteita, ryppyjä ja maksaläiskiä sekä pienentämään iohuokosia. Niiden lisäksi sitä käytetään myös hoitamaan auringon aiheuttamia ihovaurioita ja esimerkiksi aknea. Tretinoiini lisää solujen aineenvaihduntaa ja kollageenintuotantoa, sillä sen vaikutukset ylettyvät epidermiksestä verinahkaan asti. Kollageenintuotannon stimulointi lisää ihon joustavuutta. Tretinoiini on kielletty raaka-aine kosmetiikkatuotteissa, joten sitä on ainoastaan reseptillä saatavissa lääkevoiteissa. Sen haittapuolia ovat ihon punoitus, hilseily ja kutina, mutta ne ovat yleensä ohimeneviä. Tretinoiini-voidetta käytettäessä tulee ehdottomasti välttää aurinkoa tai vähintään käyttää aurinkosuojavoidetta. (Bäsen 2011, 279.)

12.3 C-vitamiini

Jokaisen laserhoitopotilaan olisi hyvä levittää C-vitamiinia ulkoisesti iholleen, sillä se on todella vahva antioksidantti, joka suojelee soluja vapailta radikaaleilta (Hill & Owens 2009, 173-174). Vapaat radikaalit ovat atomeja, joilla on pariton määrä elektroneja uloimmalla elektronikuorellaan. Nämä parittomat elektronit reagoivat todella helposti lähellä olevien molekyylien, kuten lipidien, proteiinien ja hiilihydraattien kanssa aiheuttaen soluvaurioita. Vapaita radikaaleja syntyy kuitenkin myös osana elimistön puolustusmekanismeja, joten joskus niistä on hyötyä elimistölle. (Christensen, Clancy, Jegaethesan, Scheibmeir & Whitaker 2005.) Niitä syntyy esimerkiksi tupakoinnin, ilmansaasteiden ja auringon vaikutuksesta ja ne muun muassa nopeuttavat ihon ikääntymisprosessia. (Hill & Owens 2009, 173.)

Antioksidantit suojaavat elimistöä pariutumalla vapaiden radikaalien parittomien elektronien kanssa, jolloin ne menettävät aktiivisuutensa. Antioksidanttien käyttö osana jälkihoitoa on todella tärkeää, sillä laserhoidot uudistavat ihoa, jolloin on tärkeää suojata soluja vapailta radikaaleilta. C-vitamiini tunnetaan sen vahvasta antioksidanttikyvystään, ja sitä esiintyy ulkoisesti käytettynä kahdessa eri muodossa. L-askorbiinihappo on vesiliukoinen muoto ja esteröimällä se saadaan aikaan yhdiste, joka on sekä vesi- että rasvaliukoinen. Iho saa hyödynnettyä L-askorbiinihapon välittömästi, sillä se imeytyy nopeasti. Sen haittapuolena on kuitenkin nopea heikkeneminen hapettumisen seurauksena. Hapettumista tapahtuu, kun tuotteeseen pääsee ilmaa tai pakkaus päästää valoa lävitseen. Tästä syystä C-vitamiinipitoiset tuotteet on usein pakattu tummiin pulloihin tai ilmatiiviisiin purkkeihin. (Hill & Owens 2009, 173.)

C-vitamiinin estereitä ovat askorbyylipalmitaatti ja magnesiumaskorbyylifosfaatti. Ne eivät imeydy ihoon yhtä nopeasti kuin L-askorbiinihappo. Tämä johtuu siitä, että ihon täytyy ensin muuttaa ne muotoon, jota se pystyy hyödyntämään. Esterit ovat hellävaraisempia iholle ja niiden imeytyminen on tasaisempaa kuin L-askorbiinihapolla. (Hill & Owens 2009, 173-174.)

12.4 E-vitamiini

E-vitamiineja ovat esimerkiksi tokoferoli ja tokoferyyliasetaatti. Ne ovat antioksidantteja eli ne suojaavat soluja vapailta radikaaleilta C-vitamiinin tavoin (Bäsen 2011, 281). Antioksidantit eivät suoranaisesti paranna ihon pintaa, vaan ylläpitävät haluttuja tuloksia. Tästä syystä ne ovatkin tärkeitä laserhoidon onnistumisen kannalta. (Hill & Owens 2009, 189.)

12.5 Emollientit

Emollienttia käytetään usein synonyyminä sanalle kosteuttaja. Ne rauhoittavat, pehmittävät ja kosteuttavat ihoa samalla vähentäen ihon tulehdusta ja ärsytystä. On olemassa monenlaisia emollientteja, joita käytetään niin voiteissa, rasvoissa, salvoissa, suihkutuotteissa, geeleissä kuin aerosoleissakin. Ne parantavat ihon kykyä varastoida vettä eli toisin sanoen ne estävät

veden haihtumista ihosta. Emollientit siis pidättävät vettä ihossa, joten ne estävät sen kuivumista. Tätä kutsutaan okklusioksi. Ne toimivat myös suojakerroksena, joka vähentää ihoa ärsyttävien aineiden läpäisyn epidermikseen. (Green 2013.) Emollientteja ovat esimerkiksi setyylialkoholi, kookosöljy, vaseliini ja mineraaliöljy (Cosing).

12.6 Aurinkosuojavoiteet

Aurinkosuojavoiteet ovat erittäin tärkeä osa laserin jälkihoitoa. Aurinkovoiteita käytetään suojaamaan ihoa auringon UVA- ja UVB-säteiden aiheuttamilta ihovaurioilta. Suojaamisella estetään ihon ennenaikaista vanhenemista, kollageenin määrän vähenemistä, ihon värin muuttumista sekä ihosyöpien muodostumista. On olemassa sekä kemiallisia että fysikaalisia aurinkosuoja-aineita. Kemiallinen aurinkosuoja-aine absorboi UV-säteilyn ja muuttaa sen vaarattomaan muotoon, jolloin se palaa iholle turvallisena lämpönä. Fysikaalinen aurinkosuoja-aine heijastaa UV-säteilyn pois iholta muuttamatta sitä miksiäkään muuksi. (Aurinkosuojatuotteet.) Yleensä aurinkosuojavoiteissa yhdistetään näitä molempia, jotta saadaan aikaiseksi tehokas tuote. Kemiallisia suoja-aineita ovat esimerkiksi salisylaattit, bentsofenonit sekä sinnaamatit ja fysikaalisia suoja-aineita sinkkioksidi ja titaanidioksidi. (Hill & Owens 2009, 175-177.)

Aurinkosuojavoide on tärkein tuote, jota tarvitaan laserin jälkihoidossa, sillä auringon aiheuttaman ihosyövän riski kasvaa. Voiteen suojakertoimen tulisi olla vähintään 35 ja sen tulisi sisältää suoja niin UVA- kuin UVB-säteitäkin vastaan. On myös tärkeää käyttää aurinkosuoja-voidetta riittävästi, noin 2 mg/cm². Tämä vastaa noin 30 ml aurinkovoidetta koko vartalolle. Voide tulisi levittää myös noin 30 minuuttia ennen auringolle altistumista, jotta kemikaaleilla on aikaa tarttua sarveiskerrokseen. (Hill & Owens 2009, 177-178.)

12.7 Hydrokinoni

Hydrokinonia esiintyy luonnossa muun muassa karpaloissa ja puolukoissa ja sitä käytetään vaalentamaan ihon pigmenttimuutoksia (Hill & Owens 2009, 178). Hydrokinonin käyttö on kielletty kosmetiikkatuotteissa (Kaimal & Jappa 2009), mutta lääkärit saavat käyttää sitä ihon vaalennushoidoissa. Se estää melanosyyttejä tuottamasta entsyymi tyrosiinia, joka saa aikaan melaniinin tuotannon melanosyyteistä. Näin ollen se vaalentaa ihon pigmenttimuutoksia, jotka johtuvat juurikin melaniinin liikatuotannosta. Tästä syystä sitä käytetään pigmenttimuutosten hoidon yhteydessä. (Hill & Owens 2009, 178, 184.)

12.8 Alfahydroksihapot

Alfahydroksihapot (AHA) ovat luonnosta peräisin olevia happoja (Bäsen 2011, 276). Glykoli-happoa saadaan sokeriruo'osta, omenahappoa omenista, viinihappoa viinirypäleistä, sitruunahappoa sitruunasta ja maitohappoa maidosta. Ne vaikuttavat ihon korneosyytteihin, jotka pi-

tävät epidermisen solut kiinni toisissaan. Hapot saavat korneosyytit irtoamaan, jolloin ihosta tulee pehmeämpi ja tasaisempi. (Hill & Owens 2009, 172, 186.) AHA-hapot siis kuorivat ihoa poistamalla kuolleet solut sen pinnalta. Vaikkakin hapot toimivat ihossa pääsääntöisesti samalla tavalla, pääsevät toiset niistä vaikuttamaan syvemmillä. Ne saattavat tehdä ihosta pu-noittavan, kirvelevän ja hilseilevän. (Bäsen 2011, 276.)

13 Yhteenveto

Esteettisen kirurgian käyttäminen on lisääntynyt viime vuosina maailmanlaajuisesti. Kauneuskirurgialla tavoitellaan nuorekasta ulkonäköä, joka yhdistetään usein yksilön onnellisuuteen ja terveyteen. Ihon laserhoidot ovat osa esteettistä kirurgiaa. Laserhoidoilla pyritään poistamaan ihosta ei-toivottuja ominaisuuksia, jotka ovat joko terveydelle haitallisia tai terveyttä vaarantavia, tai muuten epämiellyttäviä ja negatiivisiksi koettuja. Yleisimpiä laseroinnin kohteita ovat ihon pigmenttimuutokset, liikakarvoitus, rypyt ja juonteet, luomet, arvet sekä näkyvät pintaverisuonet.

Laserhoidot voidaan jakaa ablatiivisiin, eli kirurgisiin, ja non-ablatiivisiin, eli ei-kirurgisiin toimenpiteisiin. Ablatiivisen laserhoidon seurauksena ihon uloin kerros hioutuu pois, jolloin syntyy uutta, sileämpää ja joustavampaa ihoa. Non-ablatiivinen laserhoito ei puolestaan poista ihon ulointa kerrosta vaan säde läpäisee sen vaikuttaen alempiin kerroksiin. Näiden ominaisuuksien lisäksi laserit voidaan jakaa aktiivisen osansa mukaan kiinteisiin, kaasumaisiin ja nestemäisiin lasereihin. Kaasumaisista laserimenetelmistä kenties käytetyin on hiilidioksidilaser. Kiinteistä laserimenetelmistä suosituimpia ovat Erbium:YAG, rubiinilaser sekä aleksandriitti-laser, jotka säteilevät pulssittain. Nestemäiset laserimenetelmät sallivat työskentelyn laajemmalla aallonpituusalueella kuin kiinteät ja kaasumaiset laserit. Nestemäisistä laserimenetelmistä esimerkkinä on väriainelaser.

Laseroperaatioiden kysyntä kasvaa jatkuvasti, oli kyseessä sitten rekonstruktivinen tai esteettinen laserhoito. Lasereilla saadaan yleensä näkyviä tuloksia aikaan, koska laserit ovat suunniteltu täsmähoidoiksi. Lasereiden tehokkuus ihomuutosten hoidossa onkin syy siihen, miksi lasereiden suosion oletetaan yhä kasvavan tulevaisuudessa. Hinta asettaa kuitenkin rajoituksia siihen, kuka laserhoitojen puoleen voi kääntyä. Hoitoja tehdään yksityissairaaloissa ja -klinikoilla, jolloin niitä suorittava taho voi itse määritellä hoitohinnastonsa. Laseroiteja suorittavat korkeasti koulutetut ja korkeapalkkaiset kirurgit, minkä vuoksi hinnat tulevat tuskin koskaan olemaan kovinkaan alhaiset. Yksityisen sektorin terveydenhuoltopalvelut ovat melko säännönmukaisesti kalliimpia kuin julkisen sektorin palvelut. Kuitenkin on mahdollista, että tulevaisuudessa laserimenetelmät kehittyvät yhä tehokkaammiksi esimerkiksi ajankäytöllisesti. Mikäli kirurgit voisivat työaikansa puitteissa vastaanottaa useampia asiakkaita, voitaisiin laserointien hintatasoa laskea.

Laserhoidot ovat turvallisia, sillä ne suoritetaan aina asiantuntevissa sairaaloissa ja klinikoilla. Laserhoitojen suorittaminen on aina terveystieteiden valvomaa ja säätelemää, ja hoidon suorittanut taho on aina vastuussa turvallisuudesta. Toisin on esimerkiksi injektiohoitojen kanssa, joita voi käytännössä suorittaa kosmetologi ilman pätevää injektiohoitokoulutusta.

Tässä opinnäytetyössä Halonen keskittyi ihon rakenteen selvittämiseen, ablatiiviseen ja non-ablatiiviseen laserointiin, iho-ongelmiin, esteettisen kirurgian taustoihin sekä englanninkielisen tiivistelmän, johdannon ja yhteenvedon kirjoittamiseen. Lindén keskittyi laserin historian, perusteiden, toimintaperiaatteiden, kudosaikutusten ja eri laserlaitteiden ominaisuuksien selvittämiseen, iho-ongelmiin ja ihon paranemiseen sekä laserin esi- ja jälkihoidon kirjoittamiseen. Jako ei kuitenkaan ollut täysin yksiselitteinen, sillä kappaleita muokattiin ja tekstiä lisäiltiin koko opinnäytetyön kirjoitusprosessin ajan. Suomenkielinen tiivistelmä kirjoitettiin yhdessä.

Lähteet

Kirjalliset lähteet:

Alster, T. S. & Doshi, S. 2005. Laser Skin Resurfacing. Teoksessa Burgess, C.M. (toim.) *Cosmetic Dermatology*. Berlin: Springer

Bäsen, A. 2011. Kaikki mitä haluat tietää kauneustoimenpiteistä. Helsinki: Tammi.

Castro, D. 1992. The Physical Principles of Lasers. Teoksessa Apfelberg, D. (toim.) *Atlas of Cutaneous Laser Surgery*. New York: Raven Press.

Danby, W. 2014. *Acne: Causes and Practical Management*. Wiley.

Draelos, Z. & Pugliese, P.T. 2011. *Physiology of the Skin*. 3.painos. Carol Stream: Allured Books.

Eberly, J. & Milonni, P. 2010. *Laser Physics*. Wiley.

Goldberg, D. J. & Hussain, M. 2010. Laser Treatment of Unwanted Hair. Teoksessa Goldberg, D.J. (toim.) *Laser Dermatology*. Berlin: Springer

Hannuksela, M., Peltonen, S., Reunala, T. & Suhonen, R. *Ihotaudit*. 2.painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Hietanen, M., Visuri, R. & Ylianttila, L. 2007. Lasersäteilylle altistuminen. Teoksessa Pastila, R. (toim.) *Ultravioletti- ja lasersäteily*. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino.

Hill, P. & Pickart, M. 2009. *Cosmetic Surgery and the Aesthetician*. New York: Cengage Learning.

Hill, P. & Owens, P. 2009. *Lasers and Light Therapy*. New York: Cengage Learning.

Honardoust, D. 2012. *Essentials of Medical Aesthetics*. Kanada: Xlibris.

Jablonski, N. G. 2013. *Skin: A Natural History*. USA: University of California Press

Kilmer, S. L. & Semchyshyn, N. 2010. Ablative and Nonablative Facial Resurfacing. Teoksessa Goldberg, D.J. (toim.) *Laser Dermatology*. Berlin: Springer

Kinnunen, T. 2008. *Lihaan leikattu kauneus*. Tampere: Tammer-Paino Oy.

Langdon, R. 2004. *Understanding Health & Sickness: Understanding Cosmetic Laser Surgery*. Mississippi: University Press.

Monheit, G. 2010. Peels. Teoksessa Goldberg, D. (toim.) *Facial Resurfacing*. Wiley-Blackwell.

Wheeland, R. G. 2010. Basic Laser Physics and Safety. Teoksessa Goldberg, D. J. (toim.) *Laser Dermatology*. Berlin: Springer

Sähköiset lähteet:

Abbou, C., Bach, T., Bachmann, A., Bayer, T., Gravas, S., Herrmann, T., Janetschek, G., Knoll, T., Muschter, R., Rassweiler, J., Skolarikos, A. & Sroka, R. 2012. Laser Treatment of Benign Prostatic Obstruction: Basics and Physical Differences. Viitattu 16.11.2016 [http://www.europeanurology.com/article/S0302-2838\(11\)01115-8/fulltext/laser-treatment-of-benign-prostatic-obstruction-basics-and-physical-differences](http://www.europeanurology.com/article/S0302-2838(11)01115-8/fulltext/laser-treatment-of-benign-prostatic-obstruction-basics-and-physical-differences)

- Alexiades-Armenakas, M., Arndt, K. & Dover, J. 2008. The spectrum of laser skin resurfacing: Nonablative, fractional, and ablative laser resurfacing. Viitattu 26.10.2016 [http://www.jaad.org/article/S0190-9622\(08\)00083-2/pdf](http://www.jaad.org/article/S0190-9622(08)00083-2/pdf)
- Assurance. 2013. Laser Treatments. Viitattu 16.11. 2016 <http://assuranceskin.com/homepage-content/laser-treatments/>
- Beautiful on Raw. 2016. Facial Skin: How Different Is It from the Rest of the Body? Viitattu 16.11.2016 <http://www.beautifulonraw.com/facial-skin-how-different-is-it-from-the-rest-of-the-body.html>
- Benedicenti, S., Crippa, R., DiVito, E., Iaria, G., Kaitsas, V. & Olivi, G. 2016. Laser in endodontics (Part I). Viitattu 16.11.2016 <http://www.biolasecampus.com/laser-in-endodontics-part-i/?print=print>
- Brieva, J. & Gordon, J. 2012. Unilateral Dermatoheliosis. Viitattu 16.11.2016 <http://www.nejm.org/doi/full/10.1056/nejmicm1104059>
- Chemicool. 2016. Holmium Element Facts. Viitattu 4.11.2016 <http://www.chemicool.com/elements/holmium.html>
- Cheong, W., Torres, J. & Welch, A. 1989. Laser Physics and Laser-Tissue Interaction. Viitattu 7.6.2016 <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC324873/>
- Christensen, K., Clancy, R., Jegaethesan, J., Scheibmeir, H. & Whitaker, S. 2005. A review of free radicals and antioxidants for critical care nurses. Viitattu 13.10.2016 <http://search.proquest.com.nelli.laurea.fi/central/docview/1034899197/F8BD5E665C7347BF/PQ/8?accountid=12003>
- Nakpiban, C. 2009. Skin Structure and Function. Viitattu 16.11.2016 <http://cosbiology.pbworks.com/w/page/11556260/LESSON%206-01%20%E2%80%93%20Skin%20Structure%20and%20Function>
- De Permentier, P. 2013. An Anatomical Evaluation of Skin Scar Tissue. Viitattu 13.8.2016 <http://search.proquest.com.nelli.laurea.fi/central/docview/1498084472/5BB0D67A8BA249BB/PQ/18?accountid=12003>
- Discover Magazine. 2011. In Unnatural Light. Viitattu 16.11.2016 <http://blogs.discovermagazine.com/intersection/2011/01/27/in-unnatural-light/#.WCy0CuZ97IU>
- Eucerin. 2016. Ruusufinniin ja couperosaan taipuvainen iho. Viitattu 16.11.2016 <http://www.eucerin.fi/tietoa-ihosta/iho-ongelmat/rosacea-and-couperose-prone-skin>
- European Commission. Cosing. Viitattu 30.10.2016 <http://ec.europa.eu/growth/tools-databases/cosing/index.cfm?fuseaction=search.results&function=25&search>
- Green, L. 2013. Emollient therapy for dry and inflammatory skin conditions. Viitattu 30.10.2016 <http://search.proquest.com.nelli.laurea.fi/central/docview/893881921/75CB033D9A784C50P/Q/2?accountid=12003>
- Gupta, SK., Khanna, R., Kumar, A., Madhusoodanan, P., Sandhu, AS., Sethi, GS., Sinha, SM. & Srivastava, A. 2011. Holmium : YAG Laser for Intra Corporeal Lithotripsy. Viitattu 10.11.2016 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4921716/#>
- Hamilo, M. 2006. Tukholman nimikkoaine on magneettisin metalli. Viitattu 4.11.2016 <http://www.hs.fi/paivanlehti/arkisto/>

Hamilo, M. 2010. Laser viime vuosisadan loistavin keksintö. Viitattu 13.10.2016
http://www.tiede.fi/artikkeli/jutut/artikkelit/laser_viime_vuosisadan_loistavin_keksinto

Hannuksela, M. 2012. Luomet ja ihon pigmenttimuutokset. Viitattu 25.8.2016
http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00447

Hoffman, M. 2014. Picture of the Hair. Viitattu 11.8.2016 <http://www.webmd.com/skin-problems-and-treatments/picture-of-the-hair#1>

IOPtima. 2016. The-Laser-&Control-Unit. Viitattu 16.11.2016
<http://ioptima.co.il/technology/the-laser-control-unit/>

Jefferson. 2015. Acne Scarring. Viitattu 16.11.2016 <http://hospitals.jefferson.edu/diseases-and-conditions/acne-scarring/>

Kaimal, S. & Thappa, D. 2009. Current best evidence from dermatology literature. Viitattu 9.11.2016
<http://search.proquest.com.nelli.laurea.fi/central/docview/195080235/4D073C564D834256PQ/3?accountid=12003>

Kalimo H., Laato, M., Nieminen, S., Niinikoski, J., Peltonen, J. & Vähä-Kreula, M. 1995. Hypertrofinen arpi ja keloidi. Viitattu 25.8. 2016
http://duodecimlehti.fi/web/guest/arkisto?p_p_id=Article_WAR_DL6_Articleportlet&viewType=viewArticle&tunnus=duo50442&dlehtihaku_view_article_WAR_dlehtihaku_p_auth=

Koskiklinikka. 2013. Pinnalliset pigmenttimuutokset. Viitattu 15.10.2016
<https://www.koskiklinikka.fi/palvelut-henkiloasiakkaille/toimenpiteet-ja-hoidot/ihotaudit/ihon-laserhoidot/pinnalliset-pigmenttimuutokset/>

Larsen, A. 2014. LASER vs. LED: What's the Difference?
<http://www.miridiatech.com/news/2014/02/laser-vs-led-whats-the-difference/>

Laser Tilkka. 2016a. Arvet ja aknearvet. Viitattu 15.8.2016 http://www.lasertilkka.fi/laser-tilkka/ihon_laserhoidot/arvet_ja_aknearvet

Laser Tilkka. 2016b. Iho ja estetiikka. Viitattu 27.10.2016
<http://www.lasertilkka.fi/laser-tilkka/>

Laser Tilkka. 2016c. Laserhoidolla eroon häiritsevistä karvankasvusta. Viitattu 15.8.2016
http://www.lasertilkka.fi/laser-tilkka/ihon_laserhoidot/karvanpoisto

Laser Tilkka. 2016d. Laser Tilkan historia. Viitattu 25.7.2016 <http://www.lasertilkka.fi/>

Laser Tilkka. 2016e. Luomen poisto laserilla. Viitattu 15.8.2016
http://www.lasertilkka.fi/laser-tilkka/ihon_laserhoidot/luomen_poistot

Laser Tilkka. 2016f. Pigmenttihäiriöt. Viitattu 15.10.2016
http://www.lasertilkka.fi/laser-tilkka/ihon_laserhoidot/pigmenttihairiot

Laser Tilkka. 2016h. Yritys. Viitattu 25.7.2016 <http://www.lasertilkka.fi/>

Liu, L. 2013. What is the difference between a laser and an ordinary wave of light? Viitattu 16.11.2016 <https://www.quora.com/What-is-the-difference-between-a-laser-and-an-ordinary-wave-of-light>

Lowe, R. 2016. Prevent sunburns easily. Viitattu 16.11.2016
<http://www.lephysique.com/prevent-sunburns-easily/>

Mandal, A. 2012. What is Angiogenesis? Viitattu 30.8.2016 <http://www.news-medical.net/health/What-is-Angiogenesis.aspx>

Mediataitokoulu. 6.8.2015. Mediakulttuuri. Viitattu 30.10.2016 http://www.mediataitokoulu.fi/index.php?option=com_content&view=article&id=321&Itemid=413&lang=fi

Mir, A. 2016. Things Not To Say To People With Acne. Viitattu 16.11.2016 <https://www.theodysseyonline.com/things-not-to-say-to-people-with-acne>

Peda.net. Valo ja väri. Viitattu 24.8.2016 <https://peda.net/yl%C3%B6j%C3%A4rvi/peruskoulut/yy/7-9-luokat/fysiikka/sis%C3%A4ll%C3%B6t/valo-ja-v%C3%A4ri>

Permanence. 2014. How Hair Grows. Viitattu 16.11.2016 <http://permanence.com.au/about-electrolysis-2/how-hair-grows/>

Pierre, S. & Preminger, G. 2007. Holmium laser for stone management. Viitattu 10.11.2016 <http://search.proquest.com.nelli.laurea.fi/central/docview/220280175/61EDA99051444BBEPQ/1?accountid=12003>

Rabindra, K. 2009. Definitions in Laser Technology. Viitattu 14.11.2016 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2840918/>

Ranaweera, A. 2014a. Alexandrite Laser Treatment. Viitattu 14.10.2016 <http://www.dermnetnz.org/topics/alexandrite-laser-treatment/>

Ranaweera, A. 2016. Carbon dioxide laser treatment. Viitattu 16.10.2016 <http://www.dermnetnz.org/topics/carbon-dioxide-laser-treatment>

Ranaweera, A. 2014b. Er:YAG laser treatment. Viitattu 16.10.2016 <http://www.dermnetnz.org/topics/eryag-laser-treatment>

Ranaweera, A. 2014c. KTP laser treatment. Viitattu 16.10.2016 <http://www.dermnetnz.org/topics/ktp-laser-treatment>

Ranaweera, A. 2014d. Nd:YAG laser treatment. Viitattu 16.10.2016 <http://www.dermnetnz.org/topics/ndyag-laser-treatment>

Ranaweera, A. 2014e. Pulsed dye laser treatment. Viitattu 16.10.2016 <http://www.dermnetnz.org/topics/pulsed-dye-laser-treatment>

Ranaweera, A. 2014f. Ruby Laser Treatment. Viitattu 14.10.2016 <http://www.dermnetnz.org/topics/ruby-laser-treatment/>

Scar Removal. 2016. Scar Types. Viitattu 16.11.2016 <http://www.scarremoval.org/keloid-hypertrophic/>

Silk Touch MedSpa. 2016. CO2 Laser Fractional Skin Resurfacing. Viitattu 16.11.2016 <http://www.silktouchmedspa.com/dot-therapy-laser-skin-surfacing/>

Skin Medical. 2016. Everything You Need To Know About Skin Imperfections. Viitattu 16.11.2016 <http://www.skinmedical.co.uk/2016/05/everything-need-know-skin-imperfections/>

Suomen Plastiikkakirurgiyhdistys. 2015a. Esteettinen kirurgia. Viitattu 26.10.2016 <http://suomenplastiikkakirurgiyhdistys.fi/potilaille-2/esteettinen-kirurgia/>

Suomen Plastiikkakirurgiyhdistys. 2015b. Korjaava kirurgia. Viitattu 26.10.2016 <http://suomenplastiikkakirurgiyhdistys.fi/potilaille-2/korjaava-kirurgia/>

Teknokemian Yhdistys. Aurinkosuojatuotteet. Viitattu 13.10.2016
http://www.teknokemia.fi/fin/kosmetiikka/miten_kosmetiikkatuotteet_toimivat/aurinkosuojatuotteet/

The Laser Market. 2016. Understanding lasers. Viitattu 16.11.2016
<http://www.lasermarket.co.uk/news/understanding-lasers/>

Tieteen Kuvalehti. 1.6.2015. Viitattu 24.8.2016
<http://tieku.fi/fysiikka/luonnonlait/valo-polttopisteessa-mita-valo-ja-valoaallot-ovat>

Wikipedia. 2015. Kollageeni. Viitattu 16.11.2016 <https://fi.wikipedia.org/wiki/Kollageeni>

Wikipedia. 2016. Laser construction. Viitattu 16.11.2016
https://en.wikipedia.org/wiki/Laser_construction

Kuviot

Kuvio 1 Ihon rakenne (Nakpiban 2009)	12
Kuvio 2 Kollageeni (Wikipedia 2015)	13
Kuvio 3 Nuori iho ja ikääntyvä iho (Beautiful on Raw 2016)	13
Kuvio 4 Melanosyytti ja melaniini (Lowe 2016)	14
Kuvio 5 Sähkömagneettinen spektri (Peda.net 2016)	16
Kuvio 6 Laservalon koherenttius (Larsen 2014)	17
Kuvio 7 Laservalon monokromaattisuus ja koherenttius (Discover Magazine 2011)	18
Kuvio 8 Laservalon suoraviivaisuus (Liu 2013)	19
Kuvio 9 Spontaani ja stimuloitu emissio (Abbou, Bach jne 2012)	20
Kuvio 10 Laserin rakenne (Wikipedia 2016)	21
Kuvio 11 Hiilidioksidilaser (IOptima 2016)	21
Kuvio 12 Laserin kudosvaikutukset (Benedicenti, Crippa jne 2016)	22
Kuvio 13 Lasereiden imeytyminen kromoforeihin (The Laser Market 2016)	24
Kuvio 14 Lasereiden läpäisyvyvyyksiä (Assurance 2013)	31
Kuvio 15 Ryppyjen hoito CO ₂ -laserilla (ennen ja jälkeen) (Silk Touch MedSpa 2016)	32
Kuvio 16 Keloidi, hypertrofinen ja atrofinen arpi (Scar Removal 2016)	34
Kuvio 17 Akne (Mir 2016)	35
Kuvio 18 Aknearvet (Jefferson 2015)	35
Kuvio 19 Couperosa (Eucerin 2016)	36
Kuvio 20 Kohonnut luomi (Skin Medical 2016)	37
Kuvio 21 Auringon aiheuttamia ihovaurioita (Brieva & Gordon 2012)	39
Kuvio 22 Karva (Permanence 2014)	39

Liitteet

Liite 1: Keskeisiä käsitteitä	54
-------------------------------------	----

Liite 1: Keskeisiä käsitteitä

Absorptio tarkoittaa aineiden imeytymistä ihon läpi (Wikipedia: Absorption (skin) 2016).

Bohrin atomimallin mukaan atomi on positiivisesti varautunut nukleoni, jota ympäröivät negatiivisesti varautuneet elektronit. (Wikipedia: Bohr model 2016.)

Diodi muodostuu positiivisesta anodista ja negatiivisesta katodista, jotka ovat elektrodeja. Ne ovat sähköisen virtapiirin osia, joissa sähkö siirtyy väliaineeseen tai väliaineesta virtapiiriin. Diodi päästää sähkövirran kulkemaan lävitseen vain yhteen suuntaan. (Wikipedia: Diodi 2016; Wikipedia: Elektrodi 2015.)

Elektroni. Atomin ytimen ulkopuolella on negatiivisesti varautuneita elektroneja, jotka muodostavat elektronipilven sen ympärille (Wikipedia: Atomi 2016).

Elektronikuoret. Elektronit ovat sijoittuneet nukleonin ympärille eri elektronikuorille ja muodostavat ikään kuin saturnuksen ja sen renkaat. Elektronikuoria ovat ytimestä ulospäin tasot K, L, M, N, O, P ja Q. (Wikipedia: Atomi 2016.)

Elektronien virittyminen tarkoittaa elektronin siirtymistä energiatasolta (elektronikuorelta) toiselle. Virittymisen voivat saada aikaan esimerkiksi valo. (Wikipedia: Electron excitation 2016.)

Emissio tarkoittaa säteilyä (Suomisanakirja: emissio 2015).

Fotodynaaminen hoito on valoon perustuvaa hoitoa, jossa kudosta käsitellään ensin punaiselle tai siniselle valolle herkistävällä lääkeaineella. Kudosta hoidetaan valolla, joka tuhoaa haitallisia soluja. (Terveyskirjasto: Fotodynaaminen hoito 2012.)

Fotoni on valokvantti, eli sähkömagneettisen vuorovaikutuksen perushiukkanen (Wikipedia: Photon 2016)

Hydrogeelit koostuvat polymeereistä ja niitä ovat esimerkiksi kipugeelit (Jäppinen 2009).

Koherenttius on yksi laserin ainutlaatuisista ominaisuuksista. Valon aallonpituudet ovat vaiheessa ja niillä on sama taajuus. Aallonhuiput ja aallonpohjat eivät kosketa toisiaan. (Wikipedia: Coherence (physics) 2016)

Kollimaatio eli suoraviivaisuus on yksi laserin ainutlaatuisista ominaisuuksista. Laservalon aallonpituudet etenevät yhdensuuntaisesti eivätkä hajaannu ympäristöön. Tämä ominaisuus tekee lasersäteestä hyvin tarkkarajaisen. (Wikipedia: Collimated light 2016)

Kromofori on epidermiksessä tai dermiksessä sijaitseva kohde, joka absorboi lasersäteen lämpöenergian (Hill & Owens 2009, 14).

Kvanttiteoria on ”teoria, jonka mukaan tietyt suureet (esim. sähkömagneettinen säteily) koostuvat kvanteista” (Suomisanakirja: kvanttiteoria 2015). Kvantti on suureen, kuten säteilyn, perusosanen (Suomisanakirja: kvantti 2015).

Laser on väline, joka tuottaa suoraviivaisen valonsäteen, joka koostuu yhdestä aallonpituudesta. Lasersäde on yksivärinen ja koherentti. Laser tulee sanoista ”Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation” eli se tarkoittaa valon vahvistamista säteilyn stimuloidulla emissiolla. (Rabindra 2009.)

Laseroiva aktiivinen väliaine on aine, joka tuottaa lasersäteen stimuloidulla emissiolla. Siinä epävakaut elektronit siirtyvät korkeammalta energiatasolta alhaisemmalle saaden aikaan lasersäteen. (Rabindra 2009.)

Monokromaattisuus eli yksivärisyys on yksi laserin ainutlaatuisista ominaisuuksista. Lasersäde sisältää vain yhtä aallonpituutta ja taajuutta ja on siksi yksivärinen. (Wikipedia: Monochrome 2016)

Neutroni. Atomin ydin muodostuu protonien lisäksi varauksettomista neutroneista (Wikipedia: Atomi 2016).

Nukleoni on atomin ydin, joka koostuu protoneista ja neutroneista (Wikipedia: Atomi 2016).

Okklusio tarkoittaa suoraan käännettynä tukkeutumista (Tohtori: okklusio 2014). Kosmetiikan yhteydessä se tarkoittaa sitä, että aine muodostaa ihon pinnalle kalvon. Tämä kalvo estää kosteutta haihtumasta ihosta ja aineita imeytymästä siihen.

Protoni. Atomin ydin muodostuu neutronien lisäksi positiivisesti varautuneista protoneista (Wikipedia: Atomi 2016).

Pulssi eli elektromagneettinen pulssi on elektromagneettisen energian lyhytkestoinen purkaus, ”sykäys” (Wikipedia: Electromagnetic pulse 2016). Osa lasereista on pulssitettuja.

Puolijohteet ovat materiaaleja, jotka voivat lämpötilasta riippuen toimia joko eristeinä tai johteina. Niiden sähkönjohto-ominaisuuksia voidaan muunnella epäpuhtauksilla, sähkökentällä tai valolla. (Wikipedia: Puolijohde 2015)

Resonaattori saa laser-laitteessa aikaan fotonien edestakaisen liikkeen aktiivisessa väliaineessa. Sitä voidaan pitää optisena takaisinkytkentälaitteena.

(http://www.student.oulu.fi/~miklaine/2012-2013/K13/Aaltoliike%20ja%20optiikka/766329A_luku_13.pdf)

Resonaattorin optinen kaviteetti muodostuu kahdesta peilistä, jotka ympäröivät laserin aktiivisen väliaineen. Optinen kaviteetti vahvistaa lasersädettä. (Wikipedia: Optical cavity 2016)

Sähkömagneettinen spektri käsittää sähkömagneettisen säteilyn kaikki aallonpituudet. Lueteltuna suurimmasta aallonpituudesta pienempään siihen kuuluvat radioaallot, mikroaallot, infrapunasäteily, näkyvä valo, ultraviolettisäteily, röntgensäteily ja gammasäteily. (Wikipedia: Sähkömagneettinen spektri 2016)

Sylinteri eli lieriö, kolmiulotteinen geometrinen kappale. (Wikipedia: Sylinteri 2015)