

Dermatologisk laserbehandling

Lene Hedelund¹, Berit C. Carlsen², Hans Bredsted Lomholt^{3,4}, Susanne Vissing⁵ & Merete Hædersdal²



STATUSARTIKEL

- 1) Dermatologisk Afdeling, Aarhus Universitetshospital
- 2) Dermatologisk Afdeling, Bispebjerg Hospital
- 3) Hudlægecenter Nord
- 4) Aalborg Universitet
- 5) Dermatologisk speciallægeklinik, Hørsholm

Ugeskr Læger
2017;179:V10160741

I de senere år har der været en hastig teknologisk udvikling inden for dermatologisk behandling med laser og lys. Nyt apparatur er introduceret og har gjort det muligt at behandle hudforandringer, hvor behandlingsmulighederne tidligere var begrænsede. I denne artikel gives en oversigt over hvilke hudforandringer der i dag med fordel kan behandles med laser, og de basale behandlingsprincipper forklares. Samtidig opsummeres anbefalingerne fra Dansk Dermatologisk Selskabs Laserudvalg for afgrænsning af medicinsk behandling, der kan udføres vederlagsfrit i offentligt regi versus kosmetisk behandling, der udføres i privat regi mod egenbetaling.

VEDERLAGSFRI VERSUS IKKEVEDERLAGSFRI BEHANDLING

Patienter, som henvises til behandling med laser og intens pulseret lys (IPL), visiteres i dag på baggrund af fagligt baserede retningslinjer, som er udarbejdet af

HOVEDBUDSKABER

- ▶ Lasere kan anvendes til selektivt at destruere uønskede kar, hår og pigmenterede læsioner/tatoveringer samt til mindre excisionskirurgi og til behandling af ar og elastoid degeneration.
- ▶ I artiklen gives en oversigt over, hvilke hudforandringer der i dag med fordel kan behandles med laser, de basale behandlingsprincipper forklares, og der gives en opdateret oversigt over Dansk Dermatologisk Selskabs Laserudvalgs anbefalinger for afgrænsning af vederlagsfri behandling, der kan udføres i offentligt regi versus kosmetisk behandling, der udføres i privat regi mod egenbetaling.
- ▶ Laserområdet er i hastig udvikling, og nye laserapparaturer, teknikker og behandlingsindikationer introduceres løbende. Dermatologisk Selskabs Laserudvalg opdaterer jævnligt sine anbefalinger til vederlagsfri versus ikkevederlagsfri behandling på selskabets hjemmeside.

TABEL 1

Afgrænsning af medicinsk vederlagsfri laserbehandling versus kosmetisk ikkevederlagsfri laserbehandling for udvalgte dermatologiske lidelser^a.

| Hudlidelse | Ætologi | Laserbehandling ^b | |
|---|---|---|---|
| | | medicinsk vederlagsfri | kosmetisk ikkevederlagsfri |
| <i>Vaskulære læsioner</i> | | | |
| Nævus flammeus, vaskulære malformationer og angiokeratomer | Endogen | Sædvanligvis | - |
| Hæmangiomer | Endogen | Evt. | - |
| <i>Venous lake</i> | Endogen | Moderate-svære | Lette |
| Senile angiomer, <i>spider-nævi</i> | Endogen | Undtagelsesvist | Sædvanligvis |
| Telangiektasier på baggrund af hudsygdomme eller tidligere behandling af hudsygdomme ^c | Optræder som led i hudsygdom eller sekundært til behandling | Moderate-svære tilfælde i ansigt og hals | Lette tilfælde |
| Telangiektasier på baggrund af solesponering | Aktinisk degeneration | Undtagelsesvist | Sædvanligvis |
| Telangiektasier på baggrund af tidligere strålebehandling | Optræder som led i anden behandling for livstruende sygdom | Sædvanligvis | Undtagelsesvist |
| Telangiektasier, essentielle | Endogen | Moderate-svære tilfælde i ansigt, hals, hænder og underar | Lette tilfælde |
| <i>Uønsket hårvækst</i> | | | |
| Hirsutisme | Endogen | Moderate-svære tilfælde med sorte terminalhår i ansigt og hals, som er iatrogen betinget eller relateret til endokrin dysfunktion | Lette tilfælde |
| Hypertrikose | iatrogen Relateret til endokrin dysfunktion ^d | Svære tilfælde, uanset om de er iatrogen betinget eller relateret til endokrin dysfunktion | Moderate tilfælde, som ikke er iatrogen betinget eller relateret til endokrin dysfunktion |
| I forbindelse med Beckers nævus | Endogen | Til kosmetisk generende elementer | Undtagelsesvist |
| I forbindelse med pilonidalcyste | Endogen | Sædvanligvis | Undtagelsesvist |
| Kosmetisk | Endogen | Undtagelsesvist | Sædvanligvis |

FORTSÆTTES »

TABEL 1, FORTSAT

Afgrænsning af medicinsk vederlagsfri laserbehandling versus kosmetisk ikkevederlagsfri laserbehandling for udvalgte dermatologiske lidelser^a.

| Hudlidelse | Ætiologi | Laserbehandling ^b | |
|---|--|---|----------------------------|
| | | medicinsk vederlagsfri | kosmetisk ikkevederlagsfri |
| <i>Tatoveringer</i> | | | |
| Kosmetiske tatoveringer | Aktivt foretaget på eget initiativ | Kun undtagelsesvist og under særlige omstændigheder til ansigt, hals og hænder | Sædvanligvis |
| Traumatiske tatoveringer | F.eks. asfalt, krudt | Til kosmetisk generende tatoveringer | - |
| Strålemarkeringstatoveringer | Optræder som led i anden behandling for livstruende sygdom | Til kosmetisk generende tatoveringer | - |
| <i>Pigmenterede læsioner</i> | | | |
| Epidermale pigmentforandringer: | | | |
| Efelider | Soleksponering | Undtagelsesvist | Sædvanligvis |
| Solare lentiginos | Soleksponering | Undtagelsesvist | Sædvanligvis |
| Seboriske keratoser | Endogen | Undtagelsesvist | Sædvanligvis |
| Café au lait-maculæ | Endogen Optræder som led i anden sygdom | Undtagelsesvist ^e | Sædvanligvis |
| Dermale, blandede dermale/epidermale pigmentforandringer: | | | |
| Kongenitte pigmenterede nævi | Endogen | Gigantiske nævi: altid Intermediære og små nævi: kosmetisk generende elementer i ansigt, på hals og hænder | Undtagelsesvist |
| Pigmenterede nævi | Endogen | Aldrig | Aldrig |
| Melasma | Endogen Orale antikonceptiva | Undtagelsesvist | Sædvanligvis |
| Nævus of Ota | Endogen | Sædvanligvis | |
| Beckers nævus | Endogen | Undtagelsesvist | Sædvanligvis |
| <i>Cikatricer</i> | | | |
| Aknekikatricer | Optræder som led i hudsygdom | Behandling til kosmetisk generende moderate-svære tilfælde i ansigt og hals | Lette tilfælde |
| Cikatricer efter operative indgreb | Optræder som led i anden behandling | Behandling til kosmetisk generende svære tilfælde i ansigt, hals og hænder | Lette og moderate tilfælde |
| Traumatiske cikatricer inkl. brandsårscikatricer | Traumatisk | Kosmetisk generende svære tilfælde i ansigt, hals og hænder samt ved funktionelle gener | Lette og moderate tilfælde |
| Erytematøse hypertrofiske ar og keloider | Optræder efter operative indgreb eller traumatisk | Kosmetisk generende svære tilfælde på synlige områder, der ikke kan dækkes af tøj | Lette-moderate tilfælde |
| <i>Andet</i> | | | |
| Xanthelasma | Endogen | Sædvanligvis i ansigtet | Uden for ansigtet |
| Syringomer | Endogen | Sædvanligvis i ansigtet | Uden for ansigtet |
| Benigne tumorer i øjenomgivelserne | Endogen | Moderate-svære tilfælde | Lette tilfælde |
| Rhinophyma | Optræder som led i hudsygdom | Moderate-svære tilfælde | Lette tilfælde |
| Rynker | Aktinisk degeneration | Aldrig | Sædvanligvis |
| Verrucae vulgares og condyloma acuminatum | Infektiøst betinget | Terapieresistente vorter uden effekt af tidligere behandling ved speciallæge | Øvrige |

a) Opdateret januar 2016 af Dansk Dermatologisk Selskabs Laserudvalg. b) Med »undtagelsesvist« forstår, at behandlingen som udgangspunkt ikke udføres, men dog kan foretages i særlige, specielle og velbegrundede tilfælde. Til dokumentation af, at en sådan særlig tilstand foreligger, kan evt. anvendes billeddokumentation. c) F.eks. rosacea, lupus erythematosus, steroidatrofi. d) F.eks. polycystiske ovarier, hormonproducerende tumor. e) F.eks. neurofibromatose med kosmetisk generende elementer.

Dansk Dermatologisk Selskabs Laserudvalg [1]. Disse retningslinjer følges på hospitalsafdelinger, mens retningslinjerne i speciallægepraksis bygger på aftaler med de enkelte regioner. En ensretning af retningslinjer for hospitalsafdelinger og speciallægepraksis anbefales.

Tabel 1 viser, hvilke hudforandringer der i dag kan behandles med laser og IPL, og der gives en opdateret oversigt over de nuværende anbefalede retningslinjer

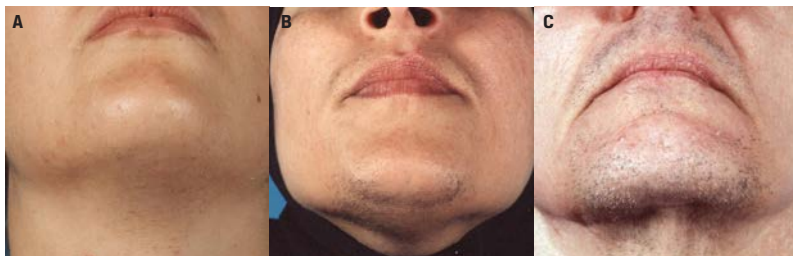
til en afgrænsning mellem vederlagsfri og ikkevederlagsfri behandling. Supplerende kliniske billeder understøtter tabellen og kan være en hjælp ved visitation af patienter med uønsket hårvækst, telangiektasier og aknekikatricer (**Figur 1**, **Figur 2** og **Figur 3**). Som det fremgår af Tabel 1 behandles kun sygdomsrelaterede hudforandringer vederlagsfrit, hvilket er bestemt på baggrund af diagnose, ætiologi, sværhedsgrad og lokalisering af den pågældende hudforandring. Ofte tilby-

 **FIGUR 1**

Kliniske eksempler på telangiektasier. A. I let grad. B. I moderat grad. C. I svær grad.


 **FIGUR 2**

Kliniske eksempler på hirsutisme. A. I let grad. B. I moderat grad. C. I svær grad.


 **FIGUR 3**

Kliniske eksempler på aknecikatricer. A. i let grad. B. I moderat grad. C. I svær grad.



des der kun et vist antal behandlinger, hvorefter rehenvisning på samme indikation ikke kan imødekommes. I hvert enkelt tilfælde vil den behandlende læge skulle afgøre, om en hudforandring kan behandles med et tilfredsstillende resultat.

LASERTYPER OG LASER-HUD-INTERAKTIONER

En laser udsender monokromatisk lys, som består af en enkelt bølgelængde. Lyset er ensrettet med fotonerne i fase (koherent). Det er derfor muligt at fokusere laserstrålen til en meget høj intensitet og afgive fotonerne præcist til huden. IPL er blitzlampelys, som er polykromatisk (dvs. det består af et spektrum af bølgelængder), inkoherent og divergent. Ved brug af filtre selekteres de ønskede bølgelængder [2]. Absorption af lys er afgørende for at opnå en biologisk effekt i huden. Ved lysabsorption omdannes lysenergi til varme lokalt på energiafsættelsesstedet. Huden indeholder lysabsorbende stoffer, kromoforer (oxyhæmoglobin, melanin og vand), som absorberer specifikke bølgelængder. Melanin forekommer i hårfollikler og epidermis og absorberer primært lys i det ultraviolette og det synlige område med faldende absorption i det nærinfrarøde spektrum. Hæmoglobin absorberer overvejende lys fra 530-585 nm og i nogen grad i fra 700-1100 nm. Vand absorberer infrarødt lys med stigende absorption fra det midt-infrarøde område. Eksogene kromoforer som tatoeringspigment absorberer lys ved forskellige bølgelængder afhængigt af tatoeringsfarven. Penetrationsdybden af lys øges med bølgelængden frem til det midt-infrarøde område, hvor penetrationsdybden falder på grund af stigende absorption i vand [3].

Varigheden af lysets pulslængde har afgørende betydning for, om der opnås en selektiv termisk vævspåvirkning, uden at det omkringliggende væv beskadiges (princippet om selektiv fototermolyse) [2]. Puls-længder kan variere fra mikro- til nano-/pikosekunder, afhængigt af lasertypen. Ved pulslængder i millisekunderområdet opnås der en fototermisk effekt med deraf følgende koagulation, denaturering eller fordampning, hvilket udnyttes ved behandling af kar og hår samt ved kirurgisk laserbehandling. Ved ultrakorte pulser i nano- og picosekunderområdet skabes en temperaturgradient i forhold til de omkringliggende strukturer, hvilket resulterer i en termisk ekspansion med dannelse af en foto-akustisk chokbølge, som mekanisk fører til en fragmentering af vævspartiklerne (dette udnyttes ved behandling af tatoeringer og pigmenterede læsioner) [4].

HUDFORANDRINGER, SOM KAN BEHANDLES MED LASER

Vaskulære læsioner

Lasere og IPL-systemer med bølgelængder i det synlige (380-750 nm) og nær-infrarøde (750-1.400 nm) om-

råde er velegnede til behandling af vaskulære læsioner, hvor den primære kromofor er intravaskulær oxyhæmoglobin (Tabel 2) [5]. Ved behandlingen konverteres lysenergien til varme, som fra blodets hæmoglobin diffunderer til karvæggen, hvorved karret selektivt destrueres ved koagulation. Melanin er en konkurrerende kromofor til oxyhæmoglobin, og mængden af epidermalt melanin har derfor afgørende betydning for graden af uspecifik energisættelse og dermed risikoen for bivirkninger [4]. Risikoen for forbrænding fra laseren øges, hvis patienten har en mørk hudtype, og hvis huden er solpigmenteret på behandlingstidspunktet.

Naevus flammeus er en medfødt karmisdannelse, som består af ektatiske kapillærer og venoler i midt og øvre dermis. Farvestoflaser er den bedst dokumenterede og foretrukne behandling (Tabel 2). En række faktorer influerer på effekten af behandlingen, herunder læsionens anatomiske lokalisering, hudens tykkelse, kardybde og kardiameter [6, 7]. Behandlingen tilbydes fra en tidlig alder ved læsioner i ansigtet, hvor de bedste omstændigheder for at opnå et godt resultat synes at være til stede. Hos børn foregår behandlingen som udgangspunkt i generel anæstesi.

Infantile hæmangiomer forekommer hos 3-10% af børn ved etårsalderen, og det kliniske forløb er præget af tidlig proliferation efterfulgt af spontan regression. Systemisk behandling med propranolol er i dag førstevalg til komplicerede hæmangiomer. Vaskulære lasere kan i udvalgte tilfælde anvendes til behandling af ukomplicerede hæmangiomer i proliferationsfasen, eventuelt i kombination med topikale betablokkere. Primært anvendes de vaskulære lasere dog til behandling af karforandringer, der resterer efter involution af hæmangiomet. Resthæmangiomer kan behandles med fraktionerede lasere (jf. afsnittet kirurgisk laserbehandling), der i et vist omfang kan glatte en ujævn hudstruktur, som ofte er tilbage, når hæmangiomet er regredieret [8, 9].

Telangiektasier kan opstå idiopatisk (essentielle telangiektasier), som led i en række hudsygdomme (rosacea, lupus erythematosus, sklerodermi og dermatomyositis), som sequelae til en medicinsk eller fysisk behandling (steroidatrofi, strålebehandling) samt efter solesponering (Tabel 1). Telangiektasier er forårsaget af dilatation af præeksisterende kapillærer eller venoler. Kapillære telangiektasier fremtræder ofte symmetriske og konfluerende, de medfører diffus rødme og eventuelt ledsagende *flushing*. *Flushing* kan være et dominerende symptom hos patienter med rosacea, men er ofte vanskelig at behandle, da intensiteten af rødmen er svingende [10].

Erytematøse ar kan behandles med vaskulære lasere og IPL-systemer. Ofte drejer det sig om hypertrofiske ar, som er opstået efter traume eller operative indgreb (Tabel 1).

TABEL 2

Dermatologiske lasere og intenst pulseret lys.

| IPL/lasertype | Bølgelængde, nm | Dermatologisk applikation |
|--------------------|-----------------|--|
| KTP | 532 | Pigmenterede læsioner, rød/orange/gul tatoveringsfarve, <i>quality-switched mode</i> Vaskulære læsioner |
| Farvestoflaser | 585, 595 | Vaskulære læsioner |
| Rubin | 694 | Pigmenterede læsioner, blå/stort/grøn tatoveringsfarve, <i>quality-switched mode</i> Hårfjernelse |
| Alexandrit | 755 | Pigmenterede læsioner, blå/stort/grøn tatoveringsfarve, <i>quality-switched mode</i> Hårfjernelse, vaskulære læsioner |
| Diode | 800, 810 | Hårfjernelse, vaskulære læsioner |
| Nd:YAG | 1.064 | Pigmenterede læsioner, blå/stort/grøn tatoveringsfarve, <i>quality-switched mode</i> Hårfjernelse, vaskulære læsioner |
| Nd:YAG, langpulset | 1.320 | Ikkeablative remodelering |
| Diode, langpulset | 1.450 | Ikkeablative remodelering |
| Erbium:glas | 1.540 | Ikkeablative remodelering |
| Erbium:YAG | 2.090 | Ablative <i>skin resurfacing</i> , epidermale/dermale læsioner |
| YSGG | 2.790 | Ablative <i>skin resurfacing</i> , epidermale/dermale læsioner |
| CO ₂ | 10.600 | Ablative <i>skin resurfacing</i> , epidermale/dermale læsioner |
| IPL | 515-1.200 | Superficielle pigmenterede læsioner, vaskulære læsioner, hårfjernelse |

IPL = intenst pulseret lys; KTP = kalium-titanyl-fosfat; Nd:YAG = neodymium-yttrium-aluminium-garnet; YSGG = yttrium-scandium-gallium-garnet.

Pigmenterede læsioner og strukturer

Uønskede pigmenterede hår kan behandles med IPL og nærinfrarøde lasere (Tabel 2). Ved behandlingen udnyttes, at lyset optages i hårskaftets melanin, hvorfra varmen diffunderer til hårsækken, som destrueres. Behandlingen er veldokumenteret, men varig effekt er ikke påvist. Lyse hår uden melanin optager ikke lys og kan derfor ikke behandles. Flere behandlinger er påkrævet, da behandlingen kun rammer hår i vækstfasen [11, 12]. Eflornithin kan tilbydes ved recidiv og kan have en mindre effekt ved daglig og langvarig brug [13]. Patienter, som henvises til behandling af hirsutisme, bør forud for henvisningen have gennemgået en endokrinologisk udredning, og en eventuel medicinsk behandling bør være iværksat (Tabel 1). Huden må ikke være solpigmenteret på behandlingstidspunktet, da det øger risikoen for forbrænding pga. stort lysoptag i epidermis.

Pigmenterede læsioner som efelider, solar lentiginer, seboroiske keratoser, naevus of Ota og Beckers naevus kan behandles med laser og IPL (Tabel 1). Derimod behandler man ikke pigmenterede naevi med laser, da det er uvist, om behandlingen øger risikoen for senere udvikling af malignt melanom, og da man ved behandlingen ikke får histologi til sikring af benign histologisk diagnose. Det er derfor afgørende, at man kan skelne

de forskellige typer af pigmenterede læsioner fra hinanden, før man påbegynder en laserbehandling. Er man i tvivl, bør behandlingen forudgås af en biopsi. Melasma responderer dårligt på laser-/IPL-behandling og giver ofte betydelig postinflammatorisk hyperpigmentering. Behandling af melasma omfatter primært solcreme med høj faktor samt hydroquinoncreme evt. i kombination med lokalt tretinoin og binyrebarkhormon. Ved brug af p-piller bør seponering overvejes [14].

Tatoveringer, som er udført på medicinsk (strålemarkeringstatoveringer) eller kosmetisk indikation, kan behandles med ultrakortpulserede lasere (Tabel 1 og Tabel 2). Ved behandlingen fragmenteres pigmentpartiklerne, hvorefter de absorberes af makrofager og føres til lymfeknuderne [15]. Antallet af behandlinger afhænger af de anvendte tatoveringsfarver og pigmenttyper, samt om tatoveringen er udført af en professionel eller en amatør [16]. Patienter med allergiske reaktioner over for tatoveringsfarve behandles normalt ikke med laser, da anafylaktiske reaktioner pga. spredning af pigmentpartiklerne er beskrevet [17].

Kirurgisk laserbehandling

Ar efter akne, traumer, operationer, striae og hæmangiomer samt brandsår kan behandles med ablativ og nonablativ laser, hvor vand er den primære kromofor (Tabel 1 og Tabel 2) [18]. Ved ablativ laser-*resurfacing* sker en evaporation af epidermis, mens der ved nonablativ laserbehandling induceres en koagulation i dermis, uden at epidermis beskadiges. Behandlingen fører til en proteindenaturering, som gennem en kaskade af molekylære processer inducerer kollagenremodellering [18]. Fraktioneret laserbehandling er en relativt ny behandlingsform, hvor der laves mikroskopiske vertikale behandlingszoner i huden, mens den omgivende hud lades urørt [19]. Behandlingen kan afhængig af bølglængden udføres ablativt eller nonablativt og er påvist at kunne bedre arrets struktur og reducere arrets tykkelse og stivhed [20].

Afgrænsende hudlæsioner og tumorer som f.eks. syringomer, kondylomer, vorter mv. kan fjernes med ablativ laser (Tabel 1). Læsionerne kan evaporeres eller excideres, hvilket afhænger af, om laserlyset fokuseres eller defokuseres.

Soleksponering skal undgås i forbindelse med kirurgisk laserbehandling, da det øger risikoen for postinflammatorisk hyperpigmentering efter behandlingen.

PERSPEKTIVER

Brugen af laser er i hastig udvikling, og nye behandlingsindikationer introduceres løbende. Inden for de senere år er ablativ fraktioneret laserbehandling blevet introduceret som en metode til at facilitere lægemidlers optag i huden. Man udnytter, at der ved ablativ fraktioneret laserbehandling genereres vertikale behandlings-

zoner i epidermis og dermis, hvilket letter optaget og øger koncentrationen af det pågældende lægemiddel i huden [21]. Teknikken anvendes i dag til at potentiere effekten af fotodynamisk terapi ved behandling afaktiske keratoser og basalcellehudkræft (BCC) [22], og perspektiverne er mange. På caseniveau og i ukontrollerede studier er der desuden beskrevet effekt af fraktioneret laserbehandling på granuloma annulara, necrobiosis lipoidica, kutan amyloidose, lichen sclerosus, vulvovaginal atrofi og neglesvamp [23-28], mens behandling med vaskulære og nærinfrarøde lasere i kontrollerede studier er vist signifikant at kunne reducere BCC, neglesvamp og acne vulgaris [22, 29, 30]. Nye indikationer, teknikker og laserapparaturer udvikles løbende, og Dermatologisk Selskabs Laserudvalg opdaterer jævnligt dets anbefalinger til verdelagsfri versus ikkeverdelagsfri behandling. Retningslinjerne er tilgængelige på selskabets hjemmeside.

SUMMARY

Lene Hedelund, Berit C. Carlsen, Hans Bredsted Lomholt, Susanne Vissing & Merete Hædersdal:

Dermatologic laser surgery

Ugeskr Læger 2017;179:V10160741

In this article we give an overview of which skin conditions that are currently treated with laser and explains the basic principles of treatment. In addition, we summarize recommendations of the Danish Dermatological Society for demarcation of medical treatments which can be provided free of charge from cosmetic self-payment treatments.

KORRESPONDANCE: Lene Hedelund. E-mail: lenhed@rm.dk

ANTAGET: 13. december 2016

PUBLICERET PÅ UGESKRIFTET.DK: 20 februar 2017

INTERESSEKONFLIKTER: Forfatterens ICMJE-formularer er tilgængelige sammen med artiklen på Ugeskriftet.dk

LITTERATUR

- Hædersdal M, Lomholt HB, Bjerring P et al. Dermatologisk behandling med laser og intenst pulserende lys: afgrænsning af medicinske verdelagsfri versus kosmetiske ikkeverdelagsfri behandlinger. Ugeskr Læger 2005;167:4091-4.
- Barlow RJ, Hruza GJ. Lasers and light tissue interactions. I: Goldberg DJ, red. Laser and light. Elsevier Saunders, 2005:1;1-9.
- Weber RJ, Taylor BR, Engelman DE. Laser-induced tissue reactions and dermatology. Curr Probl Dermatol 2011;42:24-34.
- Izlikson L, Farinelli W, Sakamoto F et al. Safety and effectiveness of black tattoo clearance in a pig model after a single treatment with a novel 758 nm 500 picosecond laser: a pilot study. Lasers Surg Med 2010;42:640-6.
- Galeckas KJ. Update on lasers and light devices for the treatment of vascular lesions. Semin Cutan Med Surg 2008;27:276-84.
- Savas JA, Ledon JA, Franca K et al. Pulsed dye laser-resistant port-wine stains: mechanisms of resistance and implications for treatment. Br J Dermatol 2013;168:941-53.
- Chapas AM, Eickhorst K, Geronemus RG. Efficacy of early treatment of facial port wine stains in newborns: a review of 49 cases. Lasers Surg Med 2007;39:563-8.
- Tawfik AA, Alsharnoubi J. Topical timolol solution versus laser in treatment of infantile hemangioma: a comparative study. Pediatr Dermatol 2015;32:369-76.
- Kwon SH, Choi JW, Byun SY et al. Effect of early long-pulse pulsed dye laser treatment in infantile hemangiomas. Dermatol Surg 2014;40:405-11.
- Gupta R, Gautam RK, Bhardwaj M et al. A clinical approach to diagnose patients with localized telangiectasia. Int J Dermatol 2015;54:e294-301.

11. McGill DJ, Hutchison C, McKenzie E et al. Randomised, split-face comparison of facial hair removal with the alexandrite laser and intense pulsed light system. *Lasers Surg Med* 2007;39:767-72.
12. Goldberg DJ. Laser- and light-based hair removal: an update. *Expert Rev Med Devices* 2007;4:253-60.
13. Vissing AC, Taudorf EH, Haak CS et al. Adjuvant eflornithine to maintain IPL-induced hair reduction in women with facial hirsutism: a randomized controlled trial. *J Eur Acad Dermatol Venereol* 2016;30:314-9.
14. Rivas S, Pandya AG. Treatment of melasma with topical agents, peels and lasers: an evidence-based. *Am J Clin Dermatol* 2013;14:359-76.
15. Herd RM, Alora MB, Smoller B et al. A clinical and histologic prospective controlled comparative study of the picosecond titanium:sapphire (795 nm) laser versus the Q-switched alexandrite (752 nm) laser for removing tattoo pigment. *J Am Acad Dermatol* 1999;40:603-6.
16. Ferguson JE, August PJ. Evaluation of the Nd/YAG laser for the treatment of amateur and professional tattoos. *Br J Dermatol* 1996;135:586-91.
17. Zemtsov A, Wilson L. CO2 laser treatment causes local tattoo allergic reaction to become generalized. *Acta Derm Venereol* 1997;77:497.
18. Ozog DM, Moy RL. Discussing fractional carbon dioxide laser and other physical treatments for scar prevention with patients. *JAMA Dermatol* 2015;151:815-6.
19. Manstein D, Herron GS, Sink RK et al. Fractional photothermolysis: a new concept for cutaneous remodeling using microscopic patterns of thermal injury. *Lasers Surg Med* 2004;34:426-38.
20. Taudorf EH, Danielsen PL, Paulsen IF et al. Non-ablative fractional laser provides long-term improvement of mature burn scars – a randomized controlled trial with histological assessment. *Lasers Surg Med* 2015;47:141-7.
21. Haedersdal M, Sakamoto FH, Farinelli WA et al. Fractional CO(2) laser-assisted drug delivery. *Lasers Surg Med* 2010;42:113-22.
22. Ortiz AE, Anderson RR, Avram MM. 1064 nm long-pulsed Nd:YAG laser treatment of basal cell carcinoma. *Lasers Surg Med* 2015;47:106-10.
23. Kineston D, Kwan JM, Uebelhoefer NS et al. Use of a fractional ablative 10.6- μ m carbon dioxide laser in the treatment of a morphea-related contracture. *Arch Dermatol* 2011;147:1148-50.
24. Liu A, Hexsel CL, Moy RL et al. Granuloma annulare successfully treated using fractional photothermolysis with a 1,550-nm erbium-doped yttrium aluminum garnet fractionated laser. *Dermatol Surg* 2011;37:712-5.
25. Buggiani G, Tsampou D, Krysenka A et al. Fractional CO2 laser: a novel therapeutic device for refractory necrobiosis lipoidica. *Dermatol Ther* 2012;25:612-4.
26. Esmat SM, Fawzi MM, Gawdat HI et al. Efficacy of different modes of fractional CO2 laser in the treatment of primary cutaneous amyloidosis: a randomized clinical trial. *Lasers Surg Med* 2015;47:388-95.
27. Bhatta AK, Keyal U, Huang X et al. Fractional carbon-dioxide (CO2) laser-assisted topical therapy for the treatment of onychomycosis. *J Am Acad Dermatol* 2016;74:916-23.
28. Perino A, Calligaro A, Forlani F et al. Vulvo-vaginal atrophy: a new treatment modality using thermo-ablative fractional CO2 laser. *Maturitas* 2015;80:296-301.
29. Ortiz AE, Truong S, Serowka K et al. A 1,320-nm Nd: YAG laser for improving the appearance of onychomycosis. *Dermatol Surg* 2014;40:1356-60.
30. Choi YS, Suh HS, Yoon MY et al. Intense pulsed light vs. pulsed-dye laser in the treatment of facial acne: a randomized split-face trial. *J Eur Acad Dermatol Venereol* 2010;24:773-80.