



Tatoeage verwijdering

Q-switched Nd:YAG laser van 1064 nm

Onderzoeksrapport

Studenten en studentnummer:

Roos Visser
Kim van der Meer
H4D
Peter Vermeulen

1546076
1548613

Klas:

Tutor:

Hogeschool Utrecht Opleiding B Huidtherapie

Utrecht, mei 2012

Afbeelding titelpagina uit: “Verwijderen tatoeages”. (n.d.).

Auteursrechten



“De auteur verklaart het volledige auteursrecht op zijn/haar werk te bezitten. Hij vrijwaart de Opleiding huidtherapie van de Hogeschool Utrecht voor alle vorderingen van derden betreffende de inhoud en vorm van het onderzoeksrapport. Vermenigvuldiging en verspreiding van dit onderzoeksrapport is, zonder toestemming van de Opleiding huidtherapie, Hogeschool Utrecht, niet toegestaan. De auteur zal bij eventuele publicatie, gebaseerd op het onderzoeksrapport, de Opleiding huidtherapie slechts vermelden: “na verleende toestemming”.

Samenvatting

Probleemstelling

Tatoeages zijn moeilijk te verwijderen met lasertherapie. Tevens is het risico op complicaties hierbij sterk aanwezig. Dit maakt tezamen met onvoldoende kennis tatoeages een moeilijk te behandelen indicatie binnen de huidtherapie.

Doelstelling

Het doel van dit onderzoeksrapport is om een bijdrage te leveren aan de kennisontwikkeling op het gebied van het verwijderen van tatoeages met lasertherapie.

Vraagstelling

Wat zijn de wetenschappelijk aantoonbare behandelresultaten bij het verwijderen van donker gepigmenteerde tatoeages met de Q-switched Nd:YAG laser van 1064 nanometer?

Materiaal en methode

Dit onderzoeksrapport bevat een beschrijvend literatuuronderzoek welke is gebaseerd op de beschikbare relevante literatuur geselecteerd uit verschillende medische databanken.

Resultaten

Het ontbreken en inconsequent vermelden van gegevens over behandelvariabelen en het heterogene karakter van de onderzoeken wordt weergegeven binnen de resultaten. Uit de onderzoeken blijkt dat behandelvariabelen vanuit diens onderlinge samenhang alle in meer of mindere mate invloed hebben op de mate van verwijdering en het optreden van complicaties. De resultaten geven weer dat met het toenemen van verwijdering van het tatoeage pigment, de hoeveelheid complicaties stijgt. Complicaties komen frequent voor bij een gemiddeld tot donker huidtypen. Echter wordt inconsequent onderscheid gemaakt tussen tijdelijke en permanente complicaties en zijn gegevens met betrekking tot het huidtypen beperkt beschikbaar.

Conclusie

Uit de resultaten kan geconcludeerd worden dat de Q-switched Nd:YAG laser (1064 nm) donker gepigmenteerde professionele en amateuristische tatoeages bij lichte, gemiddelde en donkere huidtypen verwijdert. De effectiviteit, efficiëntie en veiligheid van de behandeling verdienen nadere optimalisatie. De behandelvariabelen blijken hiervoor bepalend. Nader onderzoek naar de ideale behandelvariabelen en diens samenhang kan dit bewerkstelligen.

Trefwoorden: tatoeage, verwijdering, complicaties, Q-switched laser

Summary

Problem thesis

Tattoos are difficult to remove with laser therapy. Furthermore, the risk of adverse effects is strongly present. In addition, insufficient knowledge makes it difficult to treat this indication within the skin therapy.

Objective

The aim of this report is to contribute to knowledge development in the area of removing tattoos with laser therapy.

Research question

What are the scientifically proven treatment results in the removal of dark pigmented tattoos with the Q-switched Nd: YAG laser of 1064 nanometer?

Materials and methods

This report contains a descriptive study based on the available and relevant scientific literature which were selected from several medical databases.

Results

The lack of mentioning, inconsistent data on treatment variables and the heterogeneity of the studies are shown in the results. The studies show that treatment variables from its interdependence are all more or less of influence on the extent of removal and the occurrence of complications. The results indicate that with increasing the removal of tattoo pigment, the quantity of complications increases. Complications occur frequently in medium to dark skin types. However an inconsistent distinction is made between temporary and permanent complications and data with respect to the skin types are limited.

Conclusion

The results conclude that the Q-switched Nd: YAG laser (1064 nm) removes dark pigmented professional and amateur tattoos in light, medium and dark skin types. The effectiveness, efficiency and safety of treatment deserve further optimization. All treatment variables are thereby relevant. Further research into the ideal treatment variables and its dependency may realize these.

Keywords: tattoo, removal, adverse effects, Q-switched laser

Voorwoord

Dit onderzoeksrapport is het resultaat van een literatuuronderzoek naar de behandelresultaten bij tatoeage verwijdering, welke met de Q-switched Nd:YAG laser (1064 nm) kunnen worden gerealiseerd. Het onderzoeksrapport is geschreven in het kader van Uitvoeren Van Onderzoek ter afronding van de opleiding Huidtherapie aan Hogeschool Utrecht, Faculteit Gezondheidszorg.

Door het bijwonen van een internationaal dermatologisch congres in september 2011, waar uitgebreid werd gesproken over tatoeage verwijdering met lasertherapie, is onze affiniteit en interesse ten aanzien van dit onderwerp ontstaan. Het verwijderen van tatoeages middels lasertherapie is een uitdaging gebleken voor zowel de therapeut als de patiënt waardoor wij het interessant vinden om onze kennis omtrent dit onderwerp te ontwikkelen en te delen met huidtherapeuten, studenten huidtherapie en andere geïnteresseerden.

Wij hebben het uitvoeren van literatuuronderzoek en het schrijven van het onderzoeksrapport als zeer leerzaam en uitdagend ervaren. Tijdens dit proces hebben wij elkaar uitstekend aangevuld waarbij een goede en prettige samenwerking centraal stond.

Onze dank gaat uit naar onze tutor Peter Vermeulen voor zijn adequate begeleiding bij het uitvoeren van het literatuuronderzoek en het schrijven van dit onderzoeksrapport. Ook willen wij co-beoordelaar Hania Bojanowicz bedanken voor haar waardevolle feedback.

Kim van der Meer en Roos Visser

Mei 2012

Inhoudsopgave

Inleiding	1
Probleemomschrijving	2
Probleemverkenning	2
Probleemstelling	2
Vraagstelling	2
Doelstelling	2
Relevantie	2
Definiëren centrale begrippen.....	3
Materiaal en methoden.....	5
Onderzoekstype en -design	5
Zoektermen en databanken	5
Afbakeningen	5
Zoek- en analyseprocedure	6
Resultaten.....	7
Selectieprocedure.....	7
Behandelvariabelen.....	7
Behandelresultaten.....	9
Overzicht behandelresultaten	11
Conclusie.....	14
Behandelresultaten.....	14
Behandelvariabelen.....	14
Discussie	15
Behandelresultaten.....	15
Behandelvariabelen.....	15
Aanbevelingen.....	17
Literatuurlijst	18
Bijlagen	21
Bijlage 1. Werkingsmechanisme Q-switched Nd:YAG laser (1064 nm).....	22
Bijlage 2. Fysiologische respons Q-switched Nd:YAG laser (1064 nm).....	23
Bijlage 3. Lokale huidreacties en complicaties	24
Bijlage 4. Huidtypen volgens Fitzpatrick	25
Bijlage 5. PICO vraagstelling.....	26
Bijlage 6. Zoekstrategie.....	27

Bijlage 7.	Schematisch overzicht gebruikte literatuur	29
Bijlage 8.	Mate van bewijskracht.....	30
Bijlage 9.	Datapreparatie.....	36

Inleiding

Tatoeages worden onderverdeeld in vijf categorieën (Choudhary, Elsaie, Leiva & Nouri, 2010). Deze komen over de hele wereld voor en worden al jaren in toenemende mate geplaatst (Latreille, Levy & Guinot, 2011). De incidentie voor het verwijderen van tatoeages neemt tevens toe (Elsaie et al., 2009; Ho, Ying, Chan & Chan, 2006; Jow, Brown & Goldberg, 2010). Volgens Latreille en collega's (2011) zijn de voornaamste motivaties voor het verwijderen van tatoeages ontevredenheid, schaamte en arbeidsgerelateerde redenen.

Ontwikkelingen op het gebied van tatoeage verwijdering door middel van lasertherapie hebben zich de laatste decennia in hoog tempo voorgedaan (Burris & Kim, 2007; Ho et al., 2006; Pfirrmann, Karsai, Roos, Hammes & Raulin, 2007). Het verwijderen van tatoeages kan middels verschillende therapieën geschieden, waarbij het verwijderen van tatoeages middels Q-switched lasers de voorkeur heeft (Boehncke, Hibst & Kaufman, 1994; Elsaie et al., 2009). Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen drie verschillende Q-switched lasers, waaronder de Nd:YAG laser van 1064 nm (Choudhary et al., 2010). Q-switched lasers worden ingezet als een relatief veilige en effectieve behandelmethode (Aurangabadkar & Mysore, 2009; Burris et al., 2007; Ferguson, Andrew, Jones & August, 1997; Ferguson & August, 1996; Ho et al., 2006; Jow et al., 2010). Om deze reden worden Q-switched lasers als gouden standaard gezien binnen het verwijderen van tatoeages middels lasertherapie (Burris et al., 2007; Jow et al., 2010; Lin, Jai, Rong, Li & Zhou, 2009). Desondanks kan het behandelresultaat sterk variëren (Aurangabadkar et al., 2009; Jow et al., 2010; Kent & Graber, 2012). Volgens Jow en collega's (2010) is de samenwerking tussen patiënt en therapeut essentieel om tot een optimale verwijdering van het tatoeage pigment te komen.

Het verwijderen van tatoeages door middel van lasertherapie wordt momenteel beperkt toegepast binnen het vakgebied van de Huidtherapie. De kennis van zowel patiënten als huidtherapeuten omtrent het verwijderen van tatoeages met lasertherapie kan dan ook worden vergroot.

Na deze introductie wordt in het volgende hoofdstuk een beschrijving gegeven van de probleemverkenning. Hierbinnen komen de vraagstellingen, doelstelling, relevantie en de centrale begrippen aan bod. Vervolgens wordt een korte beschrijving gegeven van het materiaal en de methode die zijn ingezet om de vraagstelling te kunnen beantwoorden. Dit betreft het onderzoekstype en -design, de zoektermen en databanken, de afbakeningen en de zoek- en analyseprocedure. Nadat het onderzoeksontwerp beschreven is zullen de resultaten worden weergegeven. Aan de hand van de resultaten zal binnen de conclusie antwoord worden gegeven op de vraagstelling. Kritische punten ten aanzien van de geselecteerde onderzoeken worden beschreven binnen de discussie en verwerkt in de vorm van aanbevelingen voor nader onderzoek.

.

Probleemomschrijving

Binnen dit hoofdstuk wordt de probleem-, vraag- en doelstelling besproken. Daarnaast zal de relevantie worden beschreven en zullen de centrale begrippen worden gedefinieerd.

Probleemverkenning

Uit de verkenning van de beschikbare literatuur blijkt dat door de vele behandelvariabelen tatoeages moeilijk te behandelen zijn. Hierdoor kan het behandelresultaat sterk variëren. De mate van verwijdering valt vaak tegen voor zowel de therapeut als patiënt. Volgens Jow en collega's (2010) is dit te verklaren door een onjuist verwachtingspatroon, onvoldoende informatieoverdracht en ontmoediging door het tegenvallende behandelresultaten wat kan leiden tot het ondergaan van onvoldoende behandelingen. Naast het vaak tegenvallende behandelresultaat blijkt het risico op complicaties groot. De mogelijke complicaties en lokale huidreacties ten gevolge van de laserbehandeling worden nader toegelicht in bijlage 3. Ook zijn er bij zowel de patiënt als de huidtherapeut veel onduidelijkheden omtrent verwijderen van tatoeages met lasertherapie.

Probleemstelling

Er is een stijgende vraag naar het verwijderen van tatoeages, waarbij sprake is van onvoldoende kennis over deze moeilijk te behandelen indicatie met lasertherapie.

Vraagstelling

De probleemstelling leidt tot de volgende vraagstelling:

Wat zijn de wetenschappelijk aantoonbare behandelresultaten bij het verwijderen van donker gepigmenteerde** tatoeages*** met de Q-switched Nd:YAG laser van 1064 nanometer?*

* Het verwijderen of het minder zichtbaar maken van het tatoeage pigment middels fysiologische mechanismen

** Blauw, zwart, zwart-blauw en blauw-zwart gekleurd tatoeage pigment

*** Op een amateuristische of professionele wijze in de dermis gebrachte pigmenten ter permanente decoratie van de huid

Om een goed onderbouwd antwoord te geven op bovenstaande vraagstelling wordt onderstaande deelvraag beantwoord.

Welke behandelvariabelen hebben in meer of mindere mate invloed op het behandelresultaat?

Doelstelling

Het doel van dit onderzoek is het leveren van een bijdrage aan de kennisontwikkeling op het gebied van het verwijderen van tatoeages met lasertherapie.

Relevantie

Tatoeage verwijdering met lasertherapie heeft zich sterk ontwikkeld. Het aanbod van het verwijderen van tatoeages met lasertherapie is binnen de huidtherapie echter beperkt ondanks de toenemende vraag. Daarnaast zijn er bij zowel de patiënt als de huidtherapeut veel onduidelijkheden omtrent deze moeilijk te behandelen indicatie.

De recente ontwikkelingen in combinatie met de stijgende vraag, het lage aanbod en de vermeende moeilijkheid van het behandelen van deze indicatie maken het relevant om dit onderwerp inzichtelijk te maken middels een literatuuronderzoek.

Definiëren centrale begrippen

De begrippen die binnen het onderzoeksrapport frequent aan bod zullen komen worden hieronder nader gedefinieerd.

Decoratieve tatoeage

Een decoratieve tatoeage bestaat uit voor het lichaam onbekende pigmentpartikels welke ter decoratie in de dermis worden geïmplant (Jow et al., 2010; Kent et al., 2012). Deze pigmentpartikels worden opgenomen in residente macrofagen en fibroblasten binnen diens lysosomen (Ferguson et al., 1997; Jow et al., 2010.; Levine & Geronemus, 1995; Pfirmann et al., 2007).

Professionele tatoeage

Een voldoende hoeveelheid pigment welke door middel van vibrerende naalden door een professionele tatoeage artiest tussen de reticulaire en papillaire dermis wordt geplaatst (Chaudhary et al., 2010; Kent et al., 2012; Levine et al., 1995).

Amateuristische tatoeage

Een beperkte hoeveelheid pigment welke door een amateur door middel van verschillende scherpe voorwerpen in de dermale en/of subcutane huidlaag wordt geplaatst (Chaudhary et al., 2010; Kent et al., 2012; Levine et al., 1995).

Tatoeage pigment

Deze pigmenten bestaan uit oncontroleerbare organische en/of anorganische verbindingen, welke variëren van grootte, samenstelling, dichtheid en dermale diepten (Aurangabadkar et al., 2009; Bäumlner et al., 2000).

Q-switched laser

Laser is een smalle coherente lichtbundel welke monochromatisch is en niet of nauwelijks convergeert of divergeert ("Wikipedia Laser licht", 2012). Q-switched of quality-switched lasers zijn lasers welke extreem korte pulsen geven, waarbij een additioneel fotoakoestisch effect optreedt (Aurangabadkar et al., 2009; Jow et al., 2010, Kilmer, Lee, Grevelink, Flotte & Anderson, 1993). Het werkingsmechanisme van deze laser en de fysiologische respons hierop worden nader toegelicht in bijlagen 1 en 2.

Behandelvariabelen

De behandelvariabelen omvatten het aantal behandelingen, diens interval, het type tatoeage, de bestaansduur en lokalisatie van de tatoeage, het tatoeage pigment (kleuren, dichtheid, samenstelling en diepte) het huidtype van de patiënt en de laser parameters. (Bäumlner et al., 2000; Burris et al., 2007; Choudhary et al., 2010; Ho et al., 2006; Jow et al., 2010; Kent et al., 2012; Prinz, Vavricka, Graf, Brug & Dummer, 2004; Werner, Drosner & Raulin, 1999).

Laser parameters

De eigenschappen en variabelen bijbehorend aan de laserapparatuur. Deze omvatten de golflengte, energie, pulsduur en spotgrootte.

Joules

De hoeveelheid energie per cm^2 welke per puls door de laser wordt gegenereerd.

Nanometers

De golflengte wordt uitgedrukt in nanometers (nm) en staat gelijk aan 10^{-9} meter ("Wikipedia Nanometer", 2012).

Nanoseconden

De pulsduur wordt uitgedrukt in nanoseconden (ns) wat gelijk staat aan 10^{-9} van één seconde ("Wikipedia Nanoseconde", 2012).

Behandelresultaat

Het klinisch zichtbare resultaat ten aanzien van de tatoeage dat na behandeling met lasertherapie optreedt.

Mate van verwijdering

De hoeveelheid verwijdering of verlichting van tatoeage pigment naar aanleiding van de laserbehandeling uitgedrukt in percentages.

Permanente en tijdelijke complicaties

Tijdelijke complicaties zijn nadelige lichamelijke effecten ten gevolge van een behandeling welke na verloop van tijd volledig verdwijnen zonder dat hiervoor aanvullende behandelingen nodig zijn. Permanente complicaties zijn blijvende lichamelijke nadelige effecten ten gevolge van de behandeling. De mogelijke complicaties en lokale huidreacties ten gevolge van de laserbehandeling worden nader toegelicht in bijlage 3.

Materiaal en methoden

Binnen het hoofdstuk materiaal en methoden is een beschrijving gegeven van het onderzoeksontwerp waarbij de wijze van het zoeken naar literatuur wordt beschreven.

Onderzoekstype en -design

Dit onderzoeksrapport betreft een beschrijvend literatuuronderzoek aan de hand van een PICO vraagstelling welke staat beschreven in bijlage 5. Het literatuuronderzoek omvat zowel kwalitatieve als kwantitatieve wetenschappelijke onderzoeken met alle mogelijke onderzoeksdesigns.

Zoektermen en databanken

Het literatuuronderzoek heeft plaatsgevonden binnen PubMed, The Cochrane Library, EMBASE, CINAHL en ScienceDirect aan de hand van de volgende zoektermen:

- Tattoo
- Laser
- Q-switched
- Nd:YAG 1064 nm
- Removal
- Review

MeSH en Emtree termen zijn wanneer mogelijk toegepast, net als synoniemen voor bovenstaande zoektermen. Deze zoektermen zijn gecombineerd met AND en OR. In bijlage 6 wordt het gebruik van verschillende zoektermen binnen de databanken beschreven.

Afbakeningen

De volgende limits zijn bij het zoeken naar literatuur gehanteerd:

- Humans
- Full tekst
- German, Dutch, English
- Gepubliceerd in de periode 1993 – 2012*
- Gepubliceerd in de periode 2007 – 2012**

De volgende inclusiecriteria zijn bij het zoeken naar literatuur gehanteerd:

- Q-switched Nd:YAG laser van 1064 nm
- Permanente decoratieve tatoeages
- Donker tatoeage pigment
- Complicaties die op kunnen treden bij het verwijderen van tatoeages
- Motivatie voor het verwijderen van tatoeages
- Level of evidence 5 of hoger*
- Level of evidence 6 of hoger**
- Kosteloos op te vragen artikelen

* *Wetenschappelijke literatuur welke direct antwoord geven op vraagstelling*

** *Wetenschappelijke literatuur ter algemene beschrijving*

De exclusiecriteria welke binnen dit onderzoek zijn gehanteerd vloeien logischerwijs voort uit de beschreven afbakeningen. Onderzoeken welke zich richten op permanente make-up zijn binnen dit literatuuronderzoek geëxcludeerd.

Zoek- en analyseprocedure

Aan de hand van de beschreven zoekstrategie in bijlage 6, is er op systematische wijze naar literatuur gezocht. Deze zoekstrategie is zo vorm gegeven dat alle beschikbare wetenschappelijke literatuur betreffende het onderzoeksonderwerp is gevonden. Door het op een nauwkeurige wijze analyseren en selecteren van de gevonden wetenschappelijke literatuur zijn alle relevante onderzoekspublicaties geïncludeerd binnen het literatuuronderzoek. Een schematische weergave van de toegepaste zoekstrategie is gegeven in bijlage 7.

Na het analyseren van de gevonden wetenschappelijke literatuur is het level of evidence bepaald aan de hand van Kuiper, Verhoef, Cox en De Lauw (2008) en is de methodologische kwaliteit bepaald aan de hand van de Evidence-Based Richtlijn Ontwikkeling [EBRO] (n.d.). Deze procedures zijn schematisch weergegeven in bijlage 8.

De wetenschappelijke literatuur, welke door het toepassen van de zoekstrategie is verkregen, is geanalyseerd waarna resultaten van relevante wetenschappelijke literatuur is verwerkt binnen het volgende hoofdstuk.

Resultaten

Binnen dit hoofdstuk worden de behandelresultaten van de geselecteerde wetenschappelijke literatuur beschreven en wordt aandacht besteed aan diens relatie met behandelvariabelen.

Selectieprocedure

Om homogeniteit na te streven en een betrouwbare weergave van de behandelresultaten in relatie tot de vraagstelling te geven heeft een selectieprocedure ten aanzien van de geïnccludeerde onderzoeken plaatsgevonden.

Onderzoeken zijn geselecteerd wanneer een duidelijke en vergelijkbare resultaatbeschrijving is gegeven. Hierbij zijn oorspronkelijk gemeten resultaten ten aanzien van de mate van verwijdering en de complicaties beschikbaar. Verder zijn binnen de onderzoeken minimaal tien tatoeages behandeld waarbij is vermeld welke resultaten zijn gerealiseerd na behandeling van donker tatoeage pigment met enkel de Q-switched Nd:YAG laser (1064 nm). Wanneer dit onbekend is zijn de onderzoeken niet binnen de resultaten opgenomen. Acht artikelen voldoen aan bovengenoemde criteria en worden in de resultaatbeschrijving behandeld. Een overzicht van alle geïnccludeerde literatuur is opgenomen in bijlage 9.

Behandelvariabelen

Uit alle geïnccludeerde wetenschappelijke literatuur blijkt dat behandelvariabelen van invloed zijn op de mate van verwijdering en het optreden van complicaties. Zo is onder andere het type tatoeage bepalend voor het vaststellen van de behandelvariabelen (Chaudhary et al., 2010; Kent et al., 2012). Amateuristische tatoeages kunnen effectiever verwijderd worden dan professionele tatoeages en behoeven minder behandelingen. De mate van verwijdering neemt toe naarmate de hoeveelheid behandelingen stijgt, voor optimale verwijdering zijn zes tot twintig behandelingen vereist (Aurangabadkar et al., 2009; Kent et al., 2012). Minimaal acht weken interval is hierbij ideaal (Aurangabadkar et al., 2009; Latreille et al., 2011).

Gebruik van een korte pulsduur resulteert in het effectief, efficiënt en veilig verwijderen van tatoeages (Goyal, Arndt, Stern, O'Hare & Dover, 1997; Karsai, Pfirrmann, Hammes, & Raulin 2008; Kent et al., 2012; Kilmer et al., 1993; Latreille et al., 2011; Ross et al., 1998). Tevens vergroot het gebruik van veel energie de mate van verwijdering (Kilmer et al., 1993). Hetzelfde geldt voor een grote spot (Chaudhary et al., 2010).

De golflengte 1064 nm maakt een veilige behandeling van alle huidtypen mogelijk. Het risico op complicaties is laag. Echter is de kans op het optreden van complicaties bij gemiddelde tot donkere huidtypen groter (Burris et al., 2007; Chaudhary et al., 2010; Kent et al., 2012; Lapidoth & Aharonowitz, 2004; Pfirrmann et al., 2007; Prinz et al., 2004). De kenmerken van de huidtypen zijn vermeld in bijlage 4. Daarnaast neemt het risico op complicaties toe naarmate de hoeveelheid behandelingen stijgt (Elsaie et al., 2009; Kent et al., 2012; Pfirrmann et al., 2007). Dit geldt tevens voor gebruik van veel energie (Burris et al., 2007; Ho et al., 2006; Jow et al., 2010).

Volgens alle wetenschappelijke literatuur wordt de effectiviteit van de behandeling gewaarborgd door het instellen van de laser parameters aan de hand van het klinische eindpunt van de behandeling, bestaande uit lokale huidreacties zoals beschreven in bijlage 3. De geselecteerde onderzoeken beschrijven dit proces echter niet.

De behandelvariabelen van de geselecteerde onderzoeken zijn weergegeven in tabel 1. Per onderzoek wordt het huidtype, het aantal en typen tatoeages en het aantal behandelingen, diens interval en de follow-up benoemd. Tevens zijn de laser parameters golflengte, energie, pulsduur en spotgrootte vermeld.

De tabel geeft een weergave van de sterke variatie in behandelvariabelen en daarmee de aanwezige heterogeniteit van de onderzoeken. Daarnaast wordt enkel in de onderzoeken van Boehncke en collega's (1994), Ho en collega's (2006), Mungnirandr en collega's, (2011) en Werner en collega's (1999) het huidtype van de patiënten weergegeven.

Onderzoek	Huidtype	Aantal tatoeages	Type tatoeage	Aantal behandelingen	Interval (weken)	Follow-up (maanden)	Golflengte (nm)	Energie (J/cm ²)	Pulsduur (ns)	Spot (mm)
Ross en collega's (1998)	-	16	15* / 1**	4	3-4	1	1064	0.65	10	1.4
Karsai en collega's (2008)	-	36	36*	5	4	-	1064	3.2-9	8-10	3.6-7.6
Boehncke en collega's (1994)	I-III	31	31**	5	2	0,5/9	1064	9 / 4	10	0.6 / 1.8
Leuenberger en collega's (1999)	-	42	-	3-6	6-7	1	1064	5-10	10-20	3
Kilmer en collega's (1993)	-	39	25* / 14**	4	3-4	1	1064	6, 8, 10, 12	10	2.5
Mungnirandr en collega's (2011)	III-IV	162	1* / 114**	1-5	8	-	1064	3.5-7.5	6	3
Ho en collega's (2006)	III-V	68	68*	4-8	8-10	3	1064	3.6-4.8	6	3
Werner en collega's (1999)	I , II III, V	14	2* / 12**	7-20	-	-	1064	≤12	5-7	2-6

Tabel 1: Behandelvariabelen

* *Professionele tatoeage*
 ** *Amateuristische tatoeage*
 - *Gegevens ontbreken*

Behandelresultaten

Aangezien uit alle geïncludeerde wetenschappelijke literatuur een relatie blijkt tussen het behandelresultaat en de behandelvariabelen, zal aan de hand van de gegevens binnen tabel 1 per onderzoek een mogelijke verklaring worden gegeven van de mate van verwijdering en het optreden van complicaties.

Alle behandelresultaten van de geselecteerde onderzoeken zijn voorafgaand aan de behandeling en bij de follow-up gemeten middels (gestandaardiseerde) klinische fotografie. Aan de hand hiervan is de mate van verwijdering vastgesteld in de vorm van variërende gradaties. Ten aanzien van het registreren van complicaties is enkel in de onderzoeken van Boehncke en collega's (1994), Ho en collega's (2006), Leuenberger en collega's (1999) en Ross en collega's (1998) onderscheid gemaakt in tijdelijke of permanente complicaties. Bij het benoemen van de behandelresultaten wordt in alle onderzoeken geen onderscheid gemaakt in het type tatoeage.

De behandelresultaten zijn vastgesteld door één of meerdere onderzoekers, welke bekend zijn met het verwijderen van tatoeages. Enkel in de onderzoeken van Karsai en collega's (2008), Kilmer en collega's (1993) en Ross en collega's (1998) is vermeld dat de onderzoekers getraind zijn in het meten van behandelresultaten gerelateerd aan het verwijderen van tatoeages.

De oorspronkelijke onderzoeksresultaten zijn bewerkt zodat zij op een vergelijkbare wijze in percentages en aantallen kunnen worden weergegeven en geïnterpreteerd. Nadere categorisering van de onderzoeken heeft plaatsgevonden om logischerwijs tussenconclusies te formuleren. De onderzoeken zijn gecategoriseerd naar de mate van verwijdering van tatoeage pigment in combinatie met het optreden van complicaties. De mate van verwijdering is dan ook ingedeeld naar gering (0%-30%) in combinatie met het uitblijven van complicaties, matig tot goed (31%-76%) tezamen met weinig complicaties (1%-10%) en goed tot uitstekend ($\geq 77\%$) waarbij veel complicaties ($\geq 10\%$) optreden.

Geringe mate van verwijdering, geen complicaties

Ross en collega's (1998) beschrijven de behandelresultaten binnen vier behandelingen bij vijftien professionele tatoeages en bij één amateuristische tatoeage. Acht tatoeages vertoonden 0% tot 10% verwijdering, drie tatoeages vertoonden 22% tot 34% verwijdering en vijf tatoeages vertoonden 52% tot 69,5% verwijdering van het tatoeage pigment, waarbij geen tijdelijke en/of permanente complicaties voorkwamen. Binnen dit onderzoek is behandeld met een kleine hoeveelheid aan energie en een relatief kleine spotgrootte. Deze aspecten zouden de geringe verwijdering van het tatoeage pigment en de afwezigheid van complicaties kunnen verklaren.

Uit het onderzoek van Ross en collega's (1998) blijkt dat een geringe mate van verwijdering van tatoeage pigment gepaard gaat met de afwezigheid van complicaties.

Matige tot goede mate van verwijdering, weinig complicaties

Zesendertig professionele tatoeages zijn binnen het onderzoek van Karsai en collega's (2008) vijf keer behandeld. Twaalf tatoeages vertoonden 0% tot 25% verwijdering, zes tatoeages vertoonden 26% tot 50% verwijdering, zes tatoeages vertoonden 51% tot 75% verwijdering, elf tatoeages vertoonden 76% tot 95% en één tatoeage vertoonde 96% tot 100% verwijdering van het tatoeage pigment. Complicaties werden in 8,5% van de tatoeages gerapporteerd, waarbij hyperpigmentatie bij twee tatoeages is opgetreden en hypopigmentatie bij één tatoeage. Hierbij is het onduidelijk of het om tijdelijke en/of permanente complicaties gaat.

Eenendertig amateuristische tatoeages zijn behandeld in het onderzoek van Boehncke en collega's (1994). Hiervan zijn zeventien tatoeages vijf keer behandeld met een fiber systeem,

waarbij tien tatoeages 25% tot 50% verwijdering vertoonden, vijf tatoeages 51% tot 75% verwijdering vertoonden twee tatoeages >75% verwijdering van het tatoeage pigment vertoonden. De overige veertien tatoeages zijn behandeld met het prisma systeem en gaven 25% tot 50% verwijdering bij twee tatoeages, 51% tot 75% verwijdering bij acht tatoeages en >75% verwijdering van het tatoeage pigment bij vier tatoeages. In enkele gevallen zijn tijdelijke textuurveranderingen opgetreden. De mate van verwijdering is na een follow-up van twee weken vastgesteld. Echter blijkt uit onderzoek van Ferguson en collega's (1997) en Pfirrmann en collega's (2007) dat het proces van tatoeage verwijdering vier weken in beslag neemt.

In het onderzoek van Leuenberger en collega's (1999) zijn tweeënveertig tatoeages drie tot zes keer behandeld. Na drie behandelingen vertoonde één tatoeage >95% verwijdering. Na vier behandelingen vertoonden vier tatoeages >95% verwijdering, waarbij een gemiddelde verwijdering van 60% te zien was. Na zes behandelingen vertoonde zes tatoeages een verwijdering van >95%, waarbij een gemiddelde verwijdering van 73% te zien was. Tijdelijke hyperpigmentatie is bij drie tatoeages opgetreden.

In het onderzoek van Kilmer en collega's (1993) zijn vijftientwintig professionele en veertien amateuristische tatoeages behandeld. Na één behandeling trad 25% tot 50% verwijdering op bij alle tatoeages. Na vier behandelingen trad >75% verwijdering op bij dertig tatoeages en >95% verwijdering bij elf tatoeages welke zijn behandeld met een hoge energie. Sporen van permanente textuurveranderingen van de huid waren aanwezig bij twee tatoeages en sporen van hyperpigmentatie, veroorzaakt door overmatige uv-exposie van het behandelgebied, was in één tatoeages aanwezig. Hiervan is onbekend of deze permanent of tijdelijk zijn.

De behandelresultaten van Boehncke en collega's (1994), Karsai en collega's (2008), Kilmer en collega's (1993) en Leuenberger en collega's (1999) kunnen niet nader worden verklaard aan de hand van de gebruikte parameters, het aantal behandelingen, huidtypen en de typen tatoeages. Deze variëren sterk of zijn onbekend, zowel binnen de onderzoeken als tussen de onderzoeken onderling. Wel blijkt uit deze onderzoeken dat een matige tot goede mate van verwijdering van tatoeagepigment gepaard gaat met weinig complicaties.

Goede tot uitstekende mate van verwijdering, veel complicaties

Mungrnirand en collega's (2011) behandelden honderdtweeënzestig tatoeages bij honderdvijftien patiënten, waarvan één patiënt één of meerdere professionele tatoeages had en honderdveertien patiënten amateuristische tatoeages hadden. De tatoeages zijn tussen de één en vijf maal behandeld. Bij vier tatoeages trad <25% verwijdering op, bij veertien tatoeages trad 26% tot 50% verwijdering op, bij tweeëntwintig tatoeages trad 51% tot 75% verwijdering op en bij honderdtweeëntwintig tatoeages trad 76% tot 100% verwijdering van het tatoeage pigment op. Lichte textuurveranderingen van de huid kwamen bij negenenvijftig tatoeages voor. Matige textuurveranderingen kwamen bij acht tatoeages voor. Lichte hyperpigmentatie kwam bij vijf tatoeages voor, net als lichte hypopigmentatie. Hierbij is het onduidelijk of het om tijdelijke en/of permanente complicaties gaat. Lichte cicatrix vorming kwam bij negentien tatoeages voor en matige cicatrix vorming kwam bij negen tatoeages voor. Een mogelijke verklaring voor de grote hoeveelheid complicaties is de patiëntenpopulatie, welke bestaat uit patiënten van enkel Thaise afkomst met relatief donkere huidtypen.

De achtenzestig professionele tatoeages welke vier tot acht keer behandeld zijn binnen het onderzoek van Ho en collega's (2006) gaven een verwijdering tussen 60% en 100%. Hierbij trad gemiddeld 80,4% verwijdering van tatoeage pigment op. Zestien tatoeages vertoonde cicatrix, vier tatoeages vertoonde permanente hypopigmentatie en vijf tatoeages vertoonde tijdelijke hyperpigmentatie. Binnen dit onderzoek zijn patiënten behandeld met een gemiddeld tot donker huidtype wat het risico op complicaties mogelijk vergroot. Volgens Ho

en collega's (2006) is de kans op complicaties groter bij behandeling van professionele tatoeages.

In het onderzoek van Werner en collega's (1999) zijn twee professionele en twaalf amateuristische tatoeages behandeld totdat het maximale behandelresultaat gerealiseerd was. 100% verwijdering is opgetreden bij acht amateuristische tatoeages en 70% tot 99% verwijdering van het tatoeage pigment is opgetreden bij vier amateuristische en twee professionele tatoeages. Bij één tatoeage is bullae vorming opgetreden. Bij één tatoeage is hyperpigmentatie opgetreden en bij vier tatoeages is hypopigmentatie opgetreden. Hierbij is het onduidelijk of het om tijdelijke en/of permanente pigmentverschuivingen gaat. De uitstekende mate van verwijdering van tatoeage pigment is mogelijk het gevolg van de vele behandelingen, de mogelijk grote hoeveelheid energie, relatief grote spot en het lichte tot gemiddelde huidtype van de patiënten in vergelijking met de onderzoeken van Ho en collega's (2006) en Mungnirandr en collega's (2011).

De goede tot uitstekende mate van verwijdering van Ho en collega's (2006), Mungnirandr en collega's (2011) en Werner en collega's (1999) zijn mogelijk deels verklaarbaar door de korte pulsduur en de relatief lange interval. Echter maakt de variatie in het aantal behandelingen, de typen tatoeages, de hoeveelheid energie en de spotgrootte het goede tot uitstekende behandelresultaat niet geheel verklaarbaar. Uit deze onderzoeken blijkt dat een goede tot uitstekende mate van verwijdering van tatoeage pigment gepaard gaat met veel complicaties.

Overzicht behandelresultaten

Uit de resultaten komt naar voren dat vele behandelvariabelen in meer of mindere mate van invloed zijn op het behandelresultaat. Het is aangetoond dat met het toenemen van de mate van verwijdering het aantal complicaties stijgt.

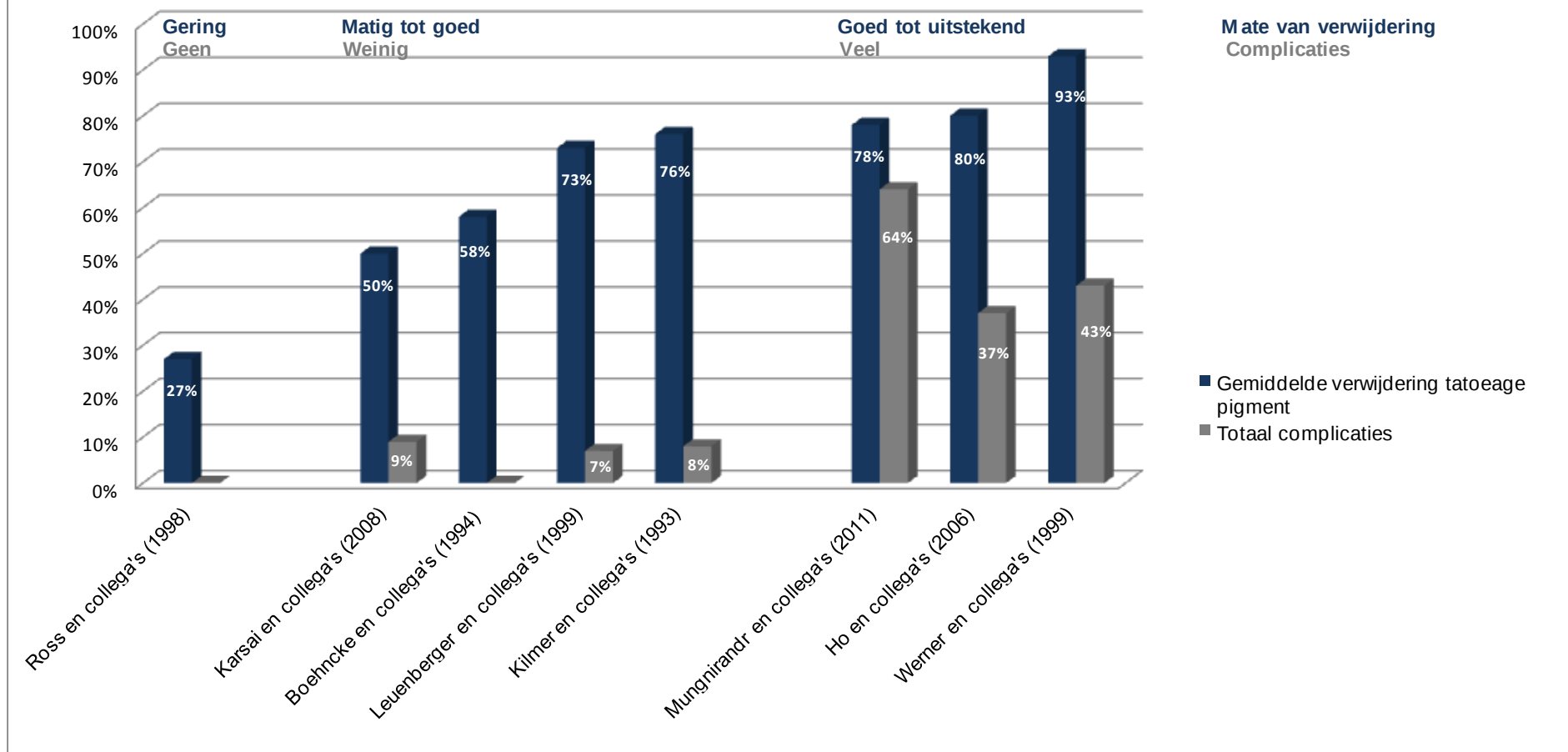
In tabel 2 is de relatie tussen de mate van verwijdering en het optreden van complicaties weergegeven door alle behandelresultaten per onderzoek samen te vatten. Hierbij zijn de gemiddelde mate van verwijdering en het totaal aan complicaties berekend en vermeld. De gegevens zijn verwerkt in figuur 1, waardoor een visueel overzicht wordt gegeven van alle behandelresultaten. Deze tabel en figuur vormen, tezamen met de tussenconclusies, de basis voor het beantwoorden van de vraagstelling binnen de conclusie.

Onderzoek	Verwijdering	Gemiddelde verwijdering	Complicaties	Totaal aan complicaties
Geringe mate van verwijdering, geen complicaties				
Ross en collega's (1998)	0% - 10% (n=8) 22% - 34% (n=3) 52% - 69,5% (n=5)	27%	Geen	0%
Matige tot goede mate van verwijdering, weinig complicaties				
Karsai en collega's (2008)	0-25% (n=12) 26-50% (n= 6) 51-75% (n= 6) 76-95% (n= 11) 96-100% (n=1)	50%	Hyperpigmentatie 6% *** Hypopigmentatie 3% ***	9%
Boehncke en collega's (1994)	25-50% (n=12) 51-75% (n=13) >75% (n=6)	58%	Textuurveranderingen - **	-
Leuenberger en collega's (1999)	≤95% (n=36) >95% (n=6)	73%	Hyperpigmentatie 7% **	7%
Kilmer en collega's (1993)	≤ 75% (n=8,7) >75% (n=30,3)	76%	Hyperpigmentatie 3% *** Textuurveranderingen 5% *	8%
Goede tot uitstekende mate van verwijdering, veel complicaties				
Mungnirandr en collega's (2011)	<25% (n=4) 26-50% (n=14) 51-75% (n=22) 76-100% (n=122)	78%	Hyperpigmentatie 3% *** Hypopigmentatie 3% *** Textuurveranderingen 41% *** Cicatrix 17% *	64%
Ho en collega's (2006)	60-100% (n=68)	80%	Hyperpigmentatie 7% ** Hypopigmentatie 6% * Cicatrix 24% *	37%
Werner en collega's (1999)	100% (n=8) 70-99% (n=6)	93%	Blaren 7% ** Hyperpigmentatie 7% *** Hypopigmentatie 29% ***	43%

Tabel 2: Behandelresultaten

- * Permanent
- ** Tijdelijk
- *** Onbekend of tijdelijk/permanent
- Aantal onbekend

Behandelresultaten



Figuur 1: Behandelresultaten

Conclusie

Aan de hand van de eerder beschreven onderzoeksresultaten wordt antwoord gegeven op onderstaande vraagstelling.

Wat zijn de wetenschappelijk aantoonbare behandelresultaten bij het verwijderen van donker gepigmenteerde tatoeages met de Q-switched Nd:YAG laser van 1064 nanometer?

Uit de wetenschappelijke literatuur kan geconcludeerd worden dat de Q-switched Nd:YAG laser van 1064 nm donker gepigmenteerde professionele en amateuristische tatoeages verwijdert bij zowel licht, gemiddeld als donkere huidtypen. Het verwijderen van tatoeages gaat veelal gepaard met zowel tijdelijke als permanente complicaties en komen bij al deze huidtypen voor. Het is tevens aangetoond dat alle behandelvariabelen vanuit hun onderlinge samenhang in meer of mindere mate bepalend zijn voor het behandelresultaat.

Behandelresultaten

De mate van verwijdering varieert van gering tot uitstekend. Uit onderzoek blijkt dat bij 26% verwijdering van het tatoeage pigment geen complicaties optreden. Wanneer de mate van verwijdering zich tussen de 50% en 76% bevindt treden weinig complicaties op en wanneer de mate van verwijdering zich tussen de 78% en 93% bevindt neemt het aantal complicaties sterk toe. Hieruit kan geconcludeerd worden dat wanneer de mate van verwijdering toeneemt, het risico op complicaties stijgt.

De complicaties die binnen de onderzoeken voorkomen zijn hyperpigmentatie, hypopigmentatie, textuurveranderingen, cicatrix en bullae. Het optreden van deze complicaties varieert van geen tot veel. Hierbij werd echter bij enkele onderzoeken onderscheid gemaakt in tijdelijke en permanente complicaties.

Behandelvariabelen

Uit alle onderzoeken is een relatie tussen de behandelvariabelen en het behandelresultaat gebleken. Geconcludeerd is dat voor het verwijderen van tatoeages meerdere behandelingen noodzakelijk zijn. Een uitstekende mate van verwijdering gaat gepaard met veel complicaties wanneer wordt doorbehandeld tot de maximale mate van verwijdering (Werner et al., 1999). Daarnaast is het aannemelijk dat een korte pulsduur leidt tot een goede tot uitstekende mate van verwijdering (Ho et al., 2006; Mungnirand et al., 2011; Werner et al., 1999). Uit het literatuuronderzoek blijkt dat een voldoende mate van energie nodig is voor het effectief verwijderen van tatoeage pigment (Ross et al., 1998). Tevens blijkt dat een interval van minimaal 8 weken hieraan bijdraagt (Ho et al., 2006; Mungnirand et al., 2011). Deze conclusies ondersteunen de bevindingen binnen wetenschappelijke literatuur, vermeldt binnen de resultaten.

Complicaties komen frequent voor bij patiënten met een gemiddeld tot donker huidtype (Ho et al., 2006; Mungnirand et al., 2011). Echter is het huidtypen in de helft van de onderzoeken vastgelegd.

Ondanks de aangetoonde relatie tussen behandelvariabelen en behandelresultaat is het door het ontbreken en/of sterk variëren van de behandelvariabelen niet mogelijk eenduidige conclusie hierover te formuleren.

Discussie

Binnen dit hoofdstuk zijn de kritische punten beschreven ten aanzien van de wetenschappelijke onderzoeken welke binnen de resultaten aan bod zijn gekomen. Deze komen voort uit het individuele perspectief van beide auteurs.

Behandelresultaten

Het gebruik van verschillende graderingen voor het beschrijven van de mate van verwijdering heeft de vergelijkbaarheid van de onderzoeken verkleind. De originele behandelresultaten zijn berekend om dit mogelijk te maken. Hierdoor is een lichte vertekening van de mate van verwijdering mogelijk.

Geconcludeerd is dat complicaties regelmatig voorkomen. Echter is in verschillende onderzoeken binnen de resultaatbeschrijving geen onderscheid gemaakt tussen tijdelijke en/of permanente pigmentverschuivingen en textuurveranderingen, waardoor beide in het literatuuronderzoek zijn opgenomen. Hierdoor is sprake van 'bias' en kan ten aanzien van het literatuuronderzoek geen waardeoordeel worden gegeven over de ernst en daarmee de relevantie van de complicaties.

De bevindingen binnen het literatuuronderzoek zijn tegenstrijdig met de beschrijvingen binnen de wetenschappelijke literatuur, welke vermelden dat het risico op complicaties bij een dergelijke behandeling laag is. Het is waarschijnlijk dat enkel permanente complicaties zijn opgenomen in verband met diens relevantie. Dit verklaart mogelijk de tegenstrijdigheid.

De bekwaamheid van de onderzoekers is veelal onbekend. Dit kan de resultaten van de onderzoeken mogelijk beïnvloed hebben waardoor de betrouwbaarheid af kan nemen.

Behandelvariabelen

Uit dit literatuuronderzoek is gebleken dat complicaties frequent voorkomen bij patiënten met een gemiddeld tot donker huidtype. Echter wordt in de wetenschappelijke literatuur vermeld dat de Nd:YAG laser (1064 nm) goed inzetbaar is voor de behandeling van alle huidtypen ondanks dat donkere huidtypen meer risico hebben op complicaties. Deze tegenstrijdigheid is niet verklaarbaar door de verschillende behandelvariabelen binnen de afzonderlijke onderzoeken. Hierdoor kan het huidtype niet als eenduidige oorzaak van het optreden van complicaties worden beschouwd. Tevens maakt het frequent ontbreken van gegevens, waaronder het huidtype, de conclusie betreffende de invloed van het huidtype op het optreden van complicaties onvoldoende betrouwbaar.

In meerdere onderzoeken wordt vermeld dat een korte pulsduur effectiever en veiliger is dan een langere pulsduur. Deze bevindingen komen gedeeltelijk overeen met de behandelresultaten binnen dit literatuuronderzoek. Er kan geconcludeerd worden dat de onderzoeken welke een korte pulsduur gebruikten een betere mate van verwijdering hebben bewerkstelligd dan onderzoeken welke een lange pulsduur hanteerde. Echter traden bij gebruik van een korte pulsduur meer complicaties op. Door de grote variatie in variabelen binnen de geselecteerde onderzoeken is het waarschijnlijk dat andere behandelvariabelen de oorzaak zijn voor de grote hoeveelheid aan complicaties.

Volgens alle wetenschappelijke literatuur staat het aantal behandelingen direct in relatie tot het behandelresultaat. De geselecteerde onderzoeken hebben voor zover bekend gebruik gemaakt van een beperkt aantal behandelingen. Dit in vergelijking met de marges welke de wetenschappelijke literatuur beschrijft om een optimale mate van verwijdering te realiseren. Hierdoor zijn de beschreven behandelresultaten, met uitzondering van het onderzoek van Werner en collega's (1999), mogelijk niet maximaal. Dit geeft 'bias' van het aantal benodigde behandelingen in relatie tot de maximale mate van verwijdering.

Het eindpunt van de behandeling, wat zich uit in het optreden van lokale huidreacties, wordt in de geselecteerde onderzoeken niet duidelijk als indicator voor het instellen van de laser parameters beschreven. Echter wordt in alle literatuur vermeld dat het afstemmen van de laser parameters op het eindpunt van de behandeling resulteert in effectiviteit en veiligheid. Door het ontbreken van gegevens is het onduidelijk of de tatoeages een optimale behandeling hebben ondergaan en dus of de beschreven behandelresultaten tevens de maximaal bereikbare zijn, wat resulteert in 'bias'.

In de beschrijvende literatuur is vermeld dat het type tatoeage invloed heeft op het vaststellen van de behandelvariabelen en het behandelresultaat. Doordat er in de resultaatbeschrijving van de onderzoeken geen onderscheid wordt gemaakt in verschillende typen tatoeages is 'bias' ontstaan en is het onmogelijk deze conclusie te bevestigen. Tevens kan hierdoor de mate van invloed van de behandelvariabelen in dit verband niet worden bepaald.

Het ontbreken en inconsequent vermelden van gegevens over behandelvariabelen, de niet optimale methodologische kwaliteit, het regelmatig optreden van 'bias' en het heterogene karakter van de onderzoeken, heeft geleid tot onvoldoende vergelijkbare resultaten om eenduidige conclusies te formuleren over de invloed hiervan op het behandelresultaat. Tevens kan de wetenschappelijke betrouwbaarheid van de conclusie niet als hoog worden beschouwd door een beperkte hoeveelheid aan onderzoeken met een hoog level of evidence en beperkt voorkomen van onderzoeken met een grote omvang.

De resultaten en conclusie binnen dit onderzoeksrapport zijn bruikbaar voor (para)medici, waaronder de huidtherapie. Door een beschrijving te geven van alle relevante wetenschappelijke literatuur wordt inzicht gegeven in de mogelijke behandelresultaten bij het verwijderen van tatoeages met lasertherapie. Daarnaast geeft dit literatuuronderzoek de (on)duidelijkheden over de invloed en de samenhang tussen het behandelresultaat en de variabelen weer. Het in kaart brengen hiervan kan leiden tot het verbreden en verdiepen van kennis binnen de beroepsgroep huidtherapie. Door zowel de mogelijkheden als onduidelijkheden inzichtelijk te maken worden huidtherapeuten in staat gesteld een weloverwogen keuze te maken ten aanzien van het verwijderen van tatoeages met lasertherapie.

Aanbevelingen

Aangezien uit de resultaten blijkt dat de behandelresultaten niet optimaal zijn, wordt aanbevolen verder onderzoek te verrichten naar het efficiënter, effectiever en veiliger verwijderen van tatoeages met lasertherapie. Dit kan worden gerealiseerd door vast te stellen wat de invloed van de behandelvariabelen is op het behandelresultaat en door de mogelijkheid te creëren de behandeling hier passend op af te stemmen. Over de invloed van en de onderlinge samenhang tussen deze variabelen is het één en ander bekend. Verder onderzoek wordt aanbevolen om de kennis hierover te vergroten. Onderstaande specifieke aanbevelingen met betrekking tot een aantal behandelvariabelen komen direct voort uit de resultaten binnen het literatuuronderzoek en leveren een bijdrage aan het vergroten van deze kennis.

De Nd:YAG laser wordt binnen de literatuur als zeer geschikt bevonden voor een veilige en effectieve behandeling van alle huidtypen. Dit gegeven is niet duidelijk te herleiden uit de resultaten door het frequent voorkomen van complicaties bij verschillende huidtypen. Nader onderzoek naar de mate van invloed van het huidtypen op het optreden van complicaties wordt dan ook aanbevolen. Geadviseerd wordt de behandelresultaten bij verschillende huidtypen afzonderlijk van elkaar te analyseren en te registreren. Hierbij dient onderscheid te worden gemaakt in het optreden van tijdelijke en/of permanente complicaties.

Aan de hand van de resultaten kan geen eenduidige conclusie worden geformuleerd over het aantal benodigde behandelingen voor maximale verwijdering en het optreden van een minimum aan complicaties. Verder onderzoek hiernaar wordt dan ook aanbevolen. Het is hierbij van belang dat onderscheid wordt gemaakt tussen de typen tatoeages aangezien in de literatuur wordt vermeld dat dit van invloed is op het aantal behandelingen en mede bepalend is voor het uiteindelijke behandelresultaat.

Uit het literatuuronderzoek blijkt onvoldoende afstemming en samenhang tussen de verschillende laser parameters en het optreden van lokale huidreacties. Registratie hiervan zou kunnen leiden tot een betere benadering van het klinisch eindpunt van dergelijke behandelingen waardoor optimalisatie plaatsvindt.

De resultaten geven weer dat een korte pulsduur een positieve invloed heeft op de mate van verwijdering en leidt tot veel complicaties. In de literatuur wordt echter vermeld dat gebruik van een korte pulsduur veiligheid bevordert. Deze tegenstrijdigheid maakt vergelijkend onderzoek naar het gebruik van een korte en lange pulsduur in relatie tot het behandelresultaat aan te bevelen.

Bij het uitvoeren van verdere onderzoeken dient een adequate en complete beschrijving te worden gegeven van de behandelvariabelen zodat de bruikbaarheid, vergelijkbaarheid en tevens de methodologische kwaliteit wordt vergroot. Hierbij adviseren wij vergelijkend onderzoek van voldoende omvang met een intra individueel design toe te passen. Tevens is randomisering en blinding wenselijk om onderzoeken met een hoge mate van wetenschappelijke bewijskracht te bewerkstelligen. Daarnaast is het aanbevolen dat de onderzoeksresultaten worden vastgelegd door hiervoor opgeleide onderzoekers. Aanbevolen wordt de behandelresultaten te beoordelen aan de hand van klinische fotografie en humane beoordeling om deze vervolgens in te delen middels universele gradaties. Door deze factoren wordt homogeniteit en de vergelijkbaarheid van behandelresultaten bevorderd.

Het is aan te bevelen dat de aanbevolen onderzoeken leiden tot het vastleggen van een behandelrichtlijn waarbij de laser parameters in marges worden afgestemd op de overige behandelvariabelen. Hierdoor wordt het uitvoeren van evidence-based behandelingen mogelijk binnen de cosmetische en (para)medische zorg, waaronder huidtherapie.

Literatuurlijst

Ashinoff, R., Levine, V.J. & Soter, N.A. (1995). Allergic reactions to tattoo pigment after laser treatment. *Dermatologic Surgery*, 21, 291-294.

Aurangabadkar, S. & Mysore, V. (2009). Standard guidelines of care: Lasers for tattoos and pigmented lesions. *Indian Journal of Dermatology, Venereology and Leprology*, 75, 111-126.

Bäumler, W., Eibler, E.T., Hohenleutner, U., Sens, B., Sauer, J. & Landthaler, M. (2000). Q-switch laser and tattoo pigments: first results of the chemical and photophysical analysis of 41 compounds. *Lasers in Surgery and Medicine*, 26, 13-21.

Boehncke, W.H., Hibst, R. & Kaufman, R. (1994). Within-individual comparison of Q-switched Nd:YAG and alexandrite lasers in the treatment of monochromatic black amateur tattoos. *Journal of Dermatological Treatment*, 5, 29-32.

Burris K, & Kim, K. (2007). Tattoo removal. *Clinical Dermatology*, 25, 388-392.

Choudhary, S., Elsaie, M.L., Leiva, A. & Nouri, K. (2010). Lasers for tattoo removal: a review. *Lasers in medical science*, 25, 619-627.

Elsaie, M.L., Nouri, K., Vejjabhinanta, V., Rivas, M.P., Villafradez-Diaz, L.M., Martins, A., et al. (2009). Topical imiquimod in conjunction with Nd:YAG laser for tattoo removal. *Lasers in medical science*, 24, 871-875.

Evidence-Based Richtlijn Ontwikkeling [EBRO]. (n.d.). Formulieren voor het beoordelen van studiekwaliteit. Gevonden op 11 maart 2012 op:
<http://dcc.cochrane.org/beoordelingsformulieren-en-andere-downloads>

Ferguson, J.E., Andrew, S.M., Jones, C.J. & August, P.J. (1997). The Q-switched neodymium:YAG laser and tattoos: a microscopic analysis of laser-tattoo interactions. *British Journal of Dermatology*, 137, 405-410.

Ferguson, J.E. & August, P.J. (1996). Evaluation of the Nd:YAG laser for treatment of amateur and professional tattoos. *British Journal of Dermatology*, 135, 586-591.

Goyal, S., Arndt, K.A., Stern, R.S., O'Hare, D. & Dover, J.S. (1997). Laser treatment of tattoos: a prospective, paired, comparison study of the Q-switched Nd:YAG (1064 nm), frequency-doubled Q-switched Nd:YAG (532 nm), and Q-switched ruby lasers. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 36, 122-125.

Grevelink, J.M., Duke, D., Leeuwen van, R.L., Gonzalez, E., DeCoste S.D. & Anderson, R.R. (1996). Laser treatment of tattoos in darkly pigmented patients: efficacy and side effects. *Journal American Academy of Dermatology*, 34, 653-656.

Ho, W.S., Ying, S.Y., Chan, P.C. & Chan, H.H. (2006). Use of onion extract, heparin, allantoin gel in prevention of scarring in Chinese patients having laser removal of tattoos: A Prospective Randomized Controlled Trial

Inan, F. (n.d.). Huidtypes. Gevonden op 10 mei 2012 op
<http://www.pathofysiologie.nl/anatomie/de-huid/huidskleur/>

Jones, A., Roddey, P., Orenge, I. & Rosen, T. (1996). The Q-switched ND:YAG laser effectively treats tattoos in darkly pigmented skin. *Dermatologic Surgery*, 22, 999-1001.

Jow, T., Brown, A. & Goldberg, D.J. (2010). Patient compliance as a major determinant of laser tattoo removal success rates: a 10-year retrospective study. *Journal of Cosmetic and Laser Therapy*, 12, 166-169.

Karsai, S., Pfirrmann, G., Hammes, S. & Raulin, C. (2008). Treatment of resistant tattoos using a new generation Q-switched Nd:YAG laser: influence of beam profile and spot size on clearance success. *Lasers in Surgery and Medicine*, 40, 139-145.

Kent, K.M. & Graber, E.M. (2012). Laser tattoo removal: a review. *Dermatologic Surgery*, 38, 1-13.

Kilmer, S.L., Lee, M.S., Grevelink, J.M., Flotte, T.J. & Anderson, R.R. (1993). The Q-switched Nd:YAG laser effectively treats tattoos. A controlled, dose-response study. *Archives of dermatology*, 129, 971-978.

Kuiper, C., Verhoef, J., Cox, K & de Louw, D. (2008). *Evidence-Based practice voor paramedici*. Den Haag: LEMMA.

Lapidoth, M. & Aharonowitz, G. (2004). Tattoo removal among Ethiopian Jews in Israel: tradition faces technology. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 51, 906-909.

Lapidoth, M. & Akerman, L. (2007). Pain inhibition in Q-switched laser tattoo removal with pneumatic skin flattening (PSF): a pilot study. *Journal of Cosmetic and Laser Therapy*, 9, 164-166.

Latreille, J., Levy, J.L. & Guinot, C. (2011). Decorative tattoos and reasons for their removal: A prospective study in 151 adults living in South of France. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 25, 181-187.

Leuenberger, M.L., Mulas, M.W., Hata, T.R., Goldman, M.P., Fitzpatrick, R.E. & Grevelink J.M. (1999). Comparison of the Q-switched alexandrite, Nd:YAG, and ruby lasers in treating blue-black tattoos. *Dermatologic Surgery*, 25, 10-14.

Levine, V.J. & Geronemus, R.G. (1995). Tattoo removal with the Q-switched ruby laser and the Q-switched Nd:YAG laser: a comparative study. *Cutis*, 55, 291-296.

Lin, T., Jai, G., Rong, H., Li, J. & Zhou, Z. (2009). Comparison of a single treatment with Q-switched ruby laser and Q-switched Nd:YAG laser in removing black-blue Chinese tattoos. *Journal of Cosmetic and Laser Therapy*, 11, 236-239.

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J. Altman, D.G. The PRISMA Group (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta Analyses: The PRISMA Statement. *PLoS Medicine* 6(6): e1000097. doi:10.1371/journal.pmed100009

Mungnirand, A., Manuskiatti, W., Hatthanirun, P., Outtarawichian, W., Sookruen, S., Buathong, C. et al. (2011). Laser tattoo removal in Thai students. *Medical Laser Application*, 26, 126-132.

Pfirrmann, G., Karsai, S., Roos, S., Hammes, S. & Raulin, C. (2007). Tattoo removal--state of the art. *Journal of the German Society of Dermatology*, 5, 889-897.

Prinz, B.M., Vavricka, S.R., Graf, P., Brug, G. & Dummer, R. (2004). Efficacy of laser treatment of tattoos using lasers emitting wavelengths of 532 nm, 755 nm and 1064 nm. *British Journal of Dermatology*, 150, 245-251.

Ross, V., Naseef, G., Lin, G., Kelly, M., Michaud, N., Flotte, T.J., et al. (1998). Comparison of responses of tattoos to picosecond and nanosecond Q-switched neodymium: YAG lasers. *Archives of dermatology*, 134, 167-171.

Verwijderen tatoeages. (n.d.). Gevonden op 15 mei 2012, op <http://www.helon.nl/behandeling/verwijderen-tatoeages>

Werner, S., Drosner, M. & Raulin, C. (1999). Tattoo removal Q-switched ruby laser (694 nm) and the Q-switched Nd:YAG laser (532 and 1064 nm). A retrospective study. *Hautarzt*, 50, 174-180.

Wikipedia Nanometer. (2012). Gevonden op 28 2012, op <http://nl.wikipedia.org/wiki/Nanometer>

Wikipedia Nanoseconde. (2012). Gevonden op 28 maart 2012, op <http://nl.wikipedia.org/wiki/Nanoseconde>

Bijlagen

Bijlage 1. Werkingsmechanisme Q-switched Nd:YAG laser (1064 nm)

Bijlage 2. Fysiologische respons Q-switched Nd:YAG laser (1064 nm)

Bijlage 3. Lokale huidreacties en complicaties

Bijlage 4. Huidtypen volgens Fitzpatrick

Bijlage 5. PICO vraagstelling

Bijlage 6. Zoekstrategie

Bijlage 7. Mate van bewijskracht

Bijlage 8. Schematisch overzicht gebruikte literatuur

Bijlage 9. Datapreparatie

Bijlage 1. Werkingmechanisme Q-switched Nd:YAG laser (1064 nm)

Q-switched lasers werken volgens het principe van selectieve fotothermolyse. Hierbij wordt de golflengte gekozen welke door absorptie enkel thermale schade veroorzaakt aan de tatoeage pigmenten zonder het omliggende weefsel te beschadigen. Kenmerkend hiervoor is dat de pulsduur korter dient te zijn dan de thermale relaxatietijd, wat staat voor de tijd dat het omliggende weefsel nodig heeft om af te koelen (Chaudhary et al., 2010; Kent et al., 2012). Het effect van de selectieve fotothermolyse op het tatoeage pigment is redelijk onbekend (Boehnke et al., 1994; Chaudhary et al., 2010; Pfirrmann et al., 2007; Ross et al., 1998). In onderzoeken komt naar voren dat dit resulteert in fotopyrolyse en fotoakoestische verstoring van de gefagocyteterde tatoeage pigment partikels. Dit uit zich in het opbreken en loslaten van de pigmentpartikels waardoor deze zich extracellulair bevinden en op een natuurlijke wijze door het lichaam afgescheiden kunnen worden (Chaudhary et al., 2010; Elsaie et al., 2009; Ferguson et al., 1997; Grevelink et al., 1995; Leuenberger et al., 1999). Dit geschiedt via het vasculair- en lymfesysteem, eliminatie via de epidermis of refagosytose in mononucleaire cellen (Boehnke et al., 1994; Ferguson et al., 1997; Jow et al., 2010; Kilmer et al., 1993; Lapidoth et al., 2004; Prinz, et al., 2004). Door het verkleinen van de pigment partikels worden deze tevens minder zichtbaar ten gevolge van verstrooiing van licht in de dermis (Ross et al., 1998).

De Q-switched Nd:YAG laser van 1064 nm wordt geabsorbeerd door zwart en blauw tatoeage pigment in de dermis en penetreert tot 2–3 mm diepte in de dermis en is daarmee de diepst penetrerende golflengte (Burris et al., 2007; Choudhary et al., 2010; Kent et al., 2012). Kenmerkend aan de golflengte van de Nd:YAG laser is dat deze weinig interactie vertoont met melanine en melanosomen, welke dezelfde grootte en locatie hebben als donker tatoeage pigment en binnen hetzelfde absorptie spectrum vallen, waardoor beschadiging van melanocyten wordt voorkomen (Ferguson et al., 1997; Grevelink et al., 1996; Jones Roddey, Orenge & Rosen, 1996; Kent et al., 2012; Kilmer et al., 1993). Hierdoor is de Nd:YAG laser (1064 nm) door de golflengte geschikt voor het behandelen van alle huidtypen (Burris et al., 2007; Chaudhary et al., 2010; Grevelink et al., 1996; Ho et al. 2006; Jones et al., 1996; Kent et al., 2012; Lapidoth et al., 2004; Pfirrmann et al., 2007). Naast de geringe affiniteit met melanosomen en melanine veroorzaakt de Q-switched Nd:YAG laser (1064 nm) tevens weinig schade aan collageen (Kilmer et al. 1993). Dit bewerkstelligd een laag risico op complicaties welke gerelateerd zijn aan thermale schade (Burris et al., 2007; Ferguson et al., 1997; Ferguson et al., 1996; Goyal et al., 1997; Grevelink et al., 1996; Jones et al., 1996).

In bijlage 9, de datapreparatie, wordt de wetenschappelijke literatuur benoemd die deze theorie tevens ondersteunen.

Bijlage 2. Fysiologische respons Q-switched Nd:YAG laser (1064 nm)

Pigment partikels bevinden zich voor de laserbehandeling in mononucleaire cellen in de dermis (Ashinoff, Levine & Soter, 1995; Bäumlner et al., 2000; Jow et al., 2010; Levine et al., 1995; Pfirrmann et al., 2007). Deze pigment bevattende cellen zitten gegroepeerd in de omgeving van kleine bloedvaten in de papillaire dermis of rond de haarfollikels en talgklieren in de reticulaire dermis. In enkele gevallen bevindt het pigment zich in het subcutane vetweefsel en in de omgeving van eccrine zweetklieren (Ferguson et al., 1997; Kilmer et al., 1993; Pfirrmann et al., 2007).

Direct na de laserbehandeling is met een lichtmicroscop waargenomen dat de laser effect heeft op de dermale, pigment bevattende cellen. De elektronen microscop toont dat enkel een gedeelte van de pigment partikels op de laserbehandeling reageert (Ross et al., 1998; Bäumlner et al., 2000). Vacuolen bevinden zich in de papillaire dermis en bevatten geen tatoeage pigment. Afhankelijk van de diepte zijn vacuolen tevens aanwezig in de reticulaire dermis. In de oppervlakkige reticulaire dermis bevatten deze fragmenten van tatoeage pigment. De vacuolen zijn tot 2 mm diepte in de huid gevormd. In diepere structuren blijft het tatoeage pigment intact doordat deze zich buiten het bereik van de penetratiediepte van de Q-switched Nd:YAG laser (1064 nm) bevinden (Ferguson et al., 1997; Kilmer et al., 1993; Ross et al., 1998).

Twee dagen na de laserbehandeling is met een lichtmicroscop waargenomen dat de vacuolen in de dermis niet meer zichtbaar zijn, het acute en chronische inflammatie proces in gang is gezet en rest pigment zich extracellulair bevindt (Ferguson et al., 1997; Kent et al., 2012).

Eén week na de laserbehandeling is epidermale afschilfering minimaal of afwezig. De chronische inflammatoire infiltratie in de dermis is matig. Alle pigmentpartikels zijn gefagocyteerd en bevinden zich intracellulair binnen fibroblasten en macrofagen (Ferguson et al., 1997; Kent et al., 2012; Levine et al., 1995).

Na één maand bevindt het overige pigment zich binnen de lysosomen (Ferguson et al., 1997; Pfirrmann et al., 2007).

Drie maanden na de laserbehandeling zijn er geen inflammatoire veranderingen waargenomen (Ferguson et al., 1997).

Vervaging van tatoeage pigment blijft maanden na iedere laserbehandeling plaatsvinden (Goyal et al., 1997).

Bijlage 3. Lokale huidreacties en complicaties

De Q-switched Nd:YAG laser (1064 nm) kan ten gevolge van de laserpuls verschillende lokale huidreacties veroorzaken. Deze reacties zijn een uiting van werkingsmechanismen in de huid en de interactie met het tatoeage pigment. Deze huidreacties geven een indicatie over de mate van het behandelingsresultaat en dienen dan ook in alle gevallen in meer of mindere mate op te treden. Het optreden van lokale huidreacties wordt dan ook als klinisch eindpunt van de behandeling gezien.

Afhankelijk van de dosering kan vaporisatie optreden, welke zich uit in kortdurende witkleuring en lichte elevatie van het weefsel. Dit wordt veroorzaakt door snelle lokale verwarming van het pigment wat leidt tot gas of plasma formatie en dermale en epidermale vacuolisatie (Chaudhary et al., 2010; Ferguson et al., 1997; Kent et al., 2012; Pfirrmann et al., 2007; Werner et al., 1999). Tevens kunnen puntbloedingen en weefselschade bestaande uit debris en bloed ontstaan (Ferguson et al., 1996; Jow et al., 2010; Kent et al., 2012; Kilmer et al., 1993; Pfirrmann et al., 2007). Deze worden waarschijnlijk veroorzaakt ten gevolge van mechanische beschadiging door het fragmenteren van tatoeage partikels (Kilmer et al., 1993). Witverkleuring, gelokaliseerde puntbloedingen en weefselschade kunnen later resulteren in crustae (Kent et al., 2012). Daarnaast kan ten gevolge van de laserbehandeling tijdelijk erytheem en purpura optreden (Burris et al., 2007; Ferguson et al., 1996). Deze lokale huidreacties zijn tijdelijk en genezen volgens Ferguson et al. (1996) binnen 10-14 dagen. De puls heeft geen effecten op de normale, niet getatoeëerde huid (Ferguson et al., 1996; Ferguson et al., 1997).

Naast lokale huidreacties kan er ten gevolge van de laserbehandeling een tijdelijke lokale verandering in gevoelswaarneming plaatsvinden in de vorm van pruritus (Ashinoff et al., 1995; Chaudhary et al., 2010; Elsaie et al., 2009). Patiënten ervaren de laserbehandeling als pijnlijk (Burris et al., 2007; Elsaie et al., 2009; Lapidoth & Akerman, 2007).

Als complicaties van de laserbehandeling kunnen hyperpigmentatie ten gevolge van inflammatie, hypopigmentatie door thermale schade aan melanocyten en textuurveranderingen en permanente cicatrix ten gevolge van thermale schade aan collageen ontstaan (Burris et al., 2007; Chaudhary et al., 2010; Kent et al., 2012; Pfirrmann et al., 2007; Werner et al., 1999). De complicaties hyperpigmentatie, hypopigmentatie en textuurveranderingen kunnen van tijdelijke of permanente aard zijn. Tevens kan tijdelijke bullae vorming optreden ten gevolge van absorptie van het laserlicht in melanine (Kent et al., 2012). Mogelijk kan het behandelgebied tijdelijk geïnfecteerd raken (Pfirrmann et al., 2007). Resistentie van tatoeage pigment kan voorkomen in relatie tot bepaalde parameters van de laserapparatuur. Dit afhankelijk van een ander absorptiespectrum, de diepte van het tatoeage pigment, het type tatoeage pigment en door fagocytose in de dermis door residente cellen (Chaudhary et al., 2010; Karsai et al., 2009; Kent et al., 2012; Kilmer et al., 1993; Ross et al., 1998; Pfirrmann et al., 2007; Werner et al., 1999).

Allergische reacties treden op wanneer pigmentpartikels zich ten gevolge van de laserbehandeling extracellulair bevinden waardoor het lichaam deze als antigeen detecteert. Allergische reacties ten gevolge van interactie tussen de laser en het tatoeage pigment kan voorkomen maar zijn niet gerapporteerd bij donker tatoeage pigment (Ashinoff et al., 1995; Bäumlér et al., 2000; Chaudhary et al., 2010; Kent et al., 2012; Pfirrmann et al., 2007). Dit geldt tevens voor het optreden van kleurveranderingen (Aurangabadkar et al., 2009; Bäumlér et al., 2000; Burris et al., 2007; Elsaie et al., 2009; Kent et al., 2012; Pfirrmann et al., 2007; Prinz et al., 2004).

In bijlage 9, de datapreparatie, wordt de wetenschappelijke literatuur benoemd die deze theorie tevens ondersteunen.

Bijlage 4. Huidtypen volgens Fitzpatrick

Onderstaande tabel geeft de Fitzpatrick classificatie van huidtypen weer. Deze wordt wereldwijd frequent toegepast (Inan, n.d.).

Huidtype	Neiging tot verbranden	Neiging tot bruining	Huid-, haar- en oogkleur	Regio van frequent voorkomen
I	Altijd	Zelden	Huidskleur: Licht, sproeten Haarkleur: Blond, rood Oogkleur: Blauw, groen	Engeland Schotland Scandinavië
II	Vaak	Soms, moeilijk	Huidskleur: Licht Haarkleur: Blond Oogkleur: Blauw, groen	Engeland Schotland Scandinavië
III	Soms	Vaak, gemiddeld	Huidskleur: Licht Haarkleur: meestal donker Oogkleur: Bruin	Centraal Europa Mediterraans
IV	Zelden	Altijd, gemakkelijk	Huidskleur: Middenbruin Haarkleur: Donker Oogkleur: Bruin	Mediterraans Aziatisch
V	Zeer zelden	Altijd, heel gemakkelijk	Huidskleur: Donkerbruin Haarkleur: Donker Oogkleur: Bruin	Midden-Oosten Indiërs
VI	Nooit	Altijd, heel gemakkelijk	Huidskleur: Heel donker bruin Haarkleur: Bruin, zwart Oogkleur: Bruin	Afrika

Uit: Huidtypen, door Inan, (n.d.).

Bijlage 5. PICO vraagstelling

Het onderzoeksdesign van het literatuuronderzoek is vormgegeven aan de hand van een PICO vraagstelling. Hierbij worden de patiëntengroep, de interventie, de controlegroep en de uitkomstmaat beschreven.

- P** Patiënten van alle huidtypen met donker gepigmenteerde decoratieve tatoeages op alle mogelijke lokalisaties
- I** Q-switched Nd:YAG laser van 1064 nm
- C** Geen behandeling, behandeling met overige Q-switched lasers en/of gebruik van verschillende laser parameters
- O** Mate van verwijdering in percentages en optreden van complicaties in voorkomen en ernst

Bijlage 6. Zoekstrategie

Onderstaande tabel geeft de zoekstrategie weer.

De limits zijn niet direct in de zoekstrategie opgenomen. Een gedeelte van de limits, welke betrekking hebben op humane studies en de taal waarin het artikel geschreven is, zijn bij de screening toegepast. De overige limits en de in- en exclusiecriteria zijn aan de hand van de gelezen artikelen bepaald en vervolgens toegepast.

Databank	Zoektermen	Hits	Artikelen na screening van titel en abstract op relevantie, limits en inclusie criteria / Ontdubbelen	Artikelen welke na lezen aan limits en inclusie criteria voldoen	Artikel nummer
Pubmed	Review AND Laser tattoo removal	28	7/3	3	23, 24 & 25
Pubmed	Laser tattoo removal	150	26/3	0	Geen
Pubmed	('Tattooing' OR Tattoo OR Tattoos OR Tattoo's OR Tattooes OR Tattooed OR ('Tattooing' AND 'Ink') OR (Tattoo AND 'Ink')) AND ('Laser Therapy' OR 'LASERS' OR 'Laser Therapy, Low-level' OR 'Lasers, Solid-State') AND (Q-switched OR Quality Switched OR Q-SW)	140	28/4	0	Geen
Pubmed	('Tattooing' OR Tattoo OR Tattoos OR Tattoo's OR Tattooes OR Tattooed OR ('Tattooing' AND 'Ink') OR (Tattoo AND 'Ink')) AND ('Laser Therapy' OR 'LASERS' OR 'Laser Therapy, Low-level' OR 'Lasers, Solid-State') AND (Q-switched OR Quality Switched OR Q-SW) AND (nd:yag OR 1064 nm OR neodymium yttrium aluminium garnet)	64	22/19 +1*	15+1*	7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15*, 16, 17, 18, 19, 20, 21 & 22
Cochrane Library	Tattooing AND Laser	17	6/6 + 1*	6	1, 2, 3, 4 5 & 6
EMBASE	('Low level laser therapy' OR 'Solid state laser' OR Lasers Or	164	37/0	0	Geen

	'laser') AND (('Tattooing' OR 'Tattoo' OR 'Ink' OR (('Tattooing' AND 'Ink') OR ('Tattoo' AND 'Ink') OR Tatooes) AND Q- Switched OR Quality Switched OR Q-SW)				
EMBASE	(('Low level laser therapy' OR 'Solid state laser' OR Lasers Or 'laser') AND (('Tattooing' OR 'Tattoo' OR 'Ink' OR (('Tattooing' AND 'Ink') OR ('Tattoo' AND 'Ink') OR Tatooes) AND Q- Switched OR Quality Switched OR Q-SW AND (1064 AND nm) OR 1064nm OR 1064 OR 'Neodymium laser')	87	32/5	2	26 & 27
EMBASE	(('Laser' AND 'Tattoo' AND removal)	131	28/3	1	28
CINAHL	(Tattoo AND Laser AND Removal)	11	1/0	0	Geen
CINAHL	(Tattooing AND Laser AND Removal)	14	1/0	0	Geen
CINAHL	(Ink AND Removal)	3	0/0	0	Geen
CINAHL	(Ink AND Laser)	3	0/0	0	Geen
CINAHL	(Tattooing AND Laser therapy)	28	1/0	0	Geen
CINAHL	(Tattoo AND Laser therapy)	13	1/0	0	Geen
CINAHL	(Tattoo AND Q- switched)	1	1/0	0	Geen
CINAHL	(Tattooing AND Q- switched)	5	1/0	0	Geen
Science Direct	"Laser tattoo removal"	52	7/2	0	Geen
Totaal			199/45 + 2*	27 + 1*	

* artikel(en) via literatuurlijst(en) van ontdebeld(e) artikel(en)

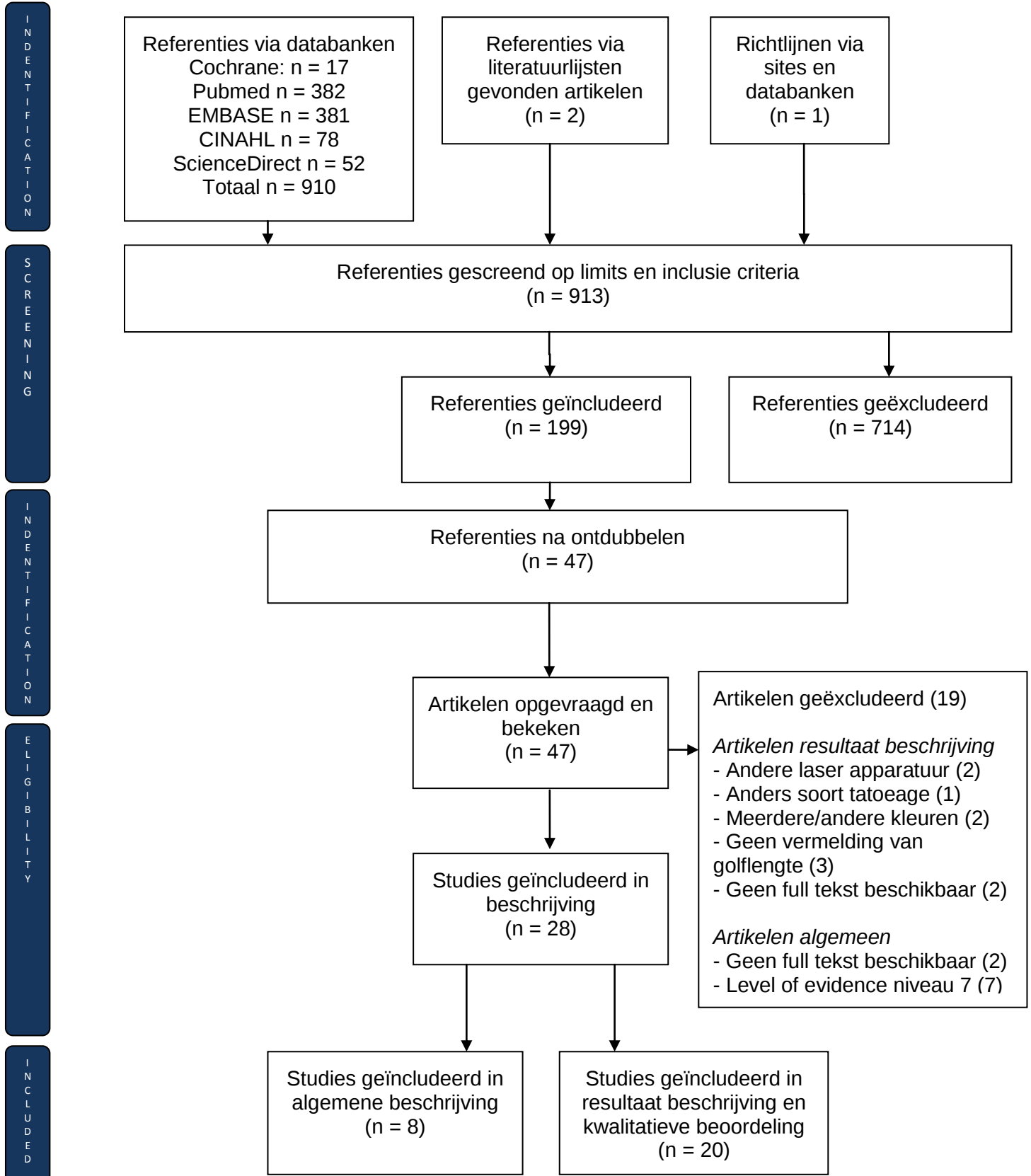
'...' MeSH of Emtree term

"..." Aanhalingstekens bij search inbegrepen

Bijlage 7. Schematisch overzicht gebruikte literatuur

Uit: Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta Analyses: The PRISMA Statement, door Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D.G. The PRISMA Group (2009). *PLoS Medicine* 6(6): e1000097.
doi:10.1371/journal.pmed100009

Versie aangepast aan uitvoeren literatuuronderzoek.



Bijlage 8. Mate van bewijskracht

De mate van bewijskracht wordt deels bepaald door de kwaliteit van onderzoek en het artikel en het level of evidence, wat staat voor het soort onderzoek dat in het artikel staat beschreven.

Level of evidence

Het level of evidence is bepaald aan de hand van Kuiper en collega's (2008). Zie hiervoor onderstaande tabel.

Level of evidence	Soort onderzoek
Niveau 1	Systematische review met statistische pooling (= meta-analyse)
Niveau 2	Systematische review
Niveau 3	Grote gerandomiseerde studie (RCT)
Niveau 4	Kleine RCT
Niveau 5	Gecontroleerde studie
Niveau 6	Richtlijnen en dergelijke
Niveau 7	Opinie van een geraadpleegde expert

Uit: *Evidence-Based practice voor paramedici*, door Kuiper, C., Verhoef, J., Cox, K & de Louw, D. (2008). Den Haag: LEMMA.

Gerandomiseerde gecontroleerde onderzoeken (RCT), waarbij twintig of meer personen zijn behandeld zijn geclassificeerd als grote RCT. Indien minder dan twintig patiënten zijn behandeld zijn deze geclassificeerd als kleine RCT.

In onderstaande tabel wordt een overzicht gegeven van de artikelen met bijbehorend level of evidence.

Artikel nummer	Doel artikel binnen literatuur onderzoek	Artikel	Level of evidence
1	Resultaat beschrijving	Elsaie, M.L., Nouri, K., Vejjabhinanta, V., Rivas, M.P., Villafradez-Diaz, L.M., Martins, A., et al. (2009). Topical imiquimod in conjunction with Nd:YAG laser for tattoo removal. <i>Lasers in medical science</i> , 24, 871-875.	Niveau 4
2	Resultaat beschrijving	Ross, V., Naseef, G., Lin, G., Kelly, M., Michaud, N., Flotte, T.J., et al. (1998). Comparison of responses of tattoos to picosecond and nanosecond Q-switched neodymium: YAG lasers. <i>Archives of dermatology</i> , 134, 167-171.	Niveau 4
3	Resultaat beschrijving	Goyal, S., Arndt, K.A., Stern, R.S., O'Hare, D. & Dover, J.S. (1997). Laser treatment of tattoos: a prospective, paired, comparison study of the Q-switched Nd:YAG (1064 nm), frequency-doubled Q-switched Nd:YAG (532 nm), and Q-switched ruby lasers. <i>Journal of the American Academy of Dermatology</i> , 36, 122-125.	Niveau 3
4	Resultaat beschrijving	Boehncke, W.H., Hibst, R. & Kaufman, R. (1994). Within-individual comparison of Q-switched Nd:YAG and alexandrite lasers in the treatment of monochromatic black amateur tattoos. <i>Journal of Dermatological Treatment</i> , 5, 29-32.	Niveau 3

5	Resultaat beschrijving	Kilmer, S.L., Lee, M.S., Grevelink, J.M., Flotte, T.J. & Anderson, R.R. (1993). The Q-switched Nd:YAG laser effectively treats tattoos. A controlled, dose-response study. <i>Archives of dermatology</i> , 129, 971-978.	Niveau 3
6	Resultaat beschrijving	Ho, W.S., Ying, S.Y., Chan, P.C. & Chan, H.H. (2006). Use of onion extract, heparin, allantoin gel in prevention of scarring in Chinese patients having laser removal of tattoos: A Prospective Randomized Controlled Trial	Niveau 3
7	Algemene beschrijving	Jow, T., Brown, A. & Goldberg, D.J. (2010). Patient compliance as a major determinant of laser tattoo removal success rates: a 10-year retrospective study. <i>Journal of Cosmetic and Laser Therapy</i> , 12, 166-169.	Niveau 5
8	Algemene beschrijving	Choudhary, S., Elsaie, M.L., Leiva, A. & Nouri, K. (2010). Lasers for tattoo removal: a review. <i>Lasers in medical science</i> , 25, 619-627.	Niveau 6
9	Resultaat beschrijving	Lin, T., Jai, G., Rong, H., Li, J. & Zhou, Z. (2009). Comparison of a single treatment with Q-switched ruby laser and Q-switched Nd:YAG laser in removing black-blue Chinese tattoos. <i>Journal of Cosmetic and Laser Therapy</i> , 11, 236-239.	Niveau 5
10	Resultaat beschrijving	Karsai, S., Pfirrmann, G., Hammes, S. & Raulin, C. (2008). Treatment of resistant tattoos using a new generation Q-switched Nd:YAG laser: influence of beam profile and spot size on clearance success. <i>Lasers in Surgery and Medicine</i> , 40, 139-145.	Niveau 5
11	Resultaat beschrijving	Lapidoth, M. & Akerman, L. (2007). Pain inhibition in Q-switched laser tattoo removal with pneumatic skin flattening (PSF): a pilot study. <i>Journal of Cosmetic and Laser Therapy</i> , 9, 164-166.	Niveau 5
12	Resultaat beschrijving	Lapidoth, M. & Aharonowitz, G. (2004). Tattoo removal among Ethiopian Jews in Israel: tradition faces technology. <i>Journal of the American Academy of Dermatology</i> , 51, 906-909.	Niveau 5
13	Resultaat beschrijving	Prinz, B.M., Vavricka, S.R., Graf, P., Brug, G. & Dummer, R. (2004). Efficacy of laser treatment of tattoos using lasers emitting wavelengths of 532 nm, 755 nm and 1064 nm. <i>British Journal of Dermatology</i> , 150, 245-251.	Niveau 5
14	Algemene beschrijving	Bäumler, W., Eibler, E.T., Hohenleutner, U., Sens, B., Sauer, J. & Landthaler, M. (2000). Q-switch laser and tattoo pigments: first results of the chemical and photophysical analysis of 41 compounds. <i>Lasers in Surgery and Medicine</i> , 26, 13-21.	Niveau 5
15*	Resultaat beschrijving	Ferguson, J.E. & August, P.J. (1996). Evaluation of the Nd/YAG laser for treatment of amateur and professional tattoos. <i>British Journal of Dermatology</i> , 135, 586-591.	Niveau 5
16	Resultaat beschrijving	Werner, S., Drosner, M. & Raulin, C. (1999). Tattoo removal Q-switched ruby laser (694 nm) and the Q-switched Nd:YAG laser (532 and 1064 nm). A retrospective study. <i>Hautarzt</i> , 50, 174-180.	Niveau 5
17	Resultaat beschrijving	Leuenberger, M.L., Mulas, M.W., Hata, T.R., Goldman, M.P., Fitzpatrick, R.E. & Grevelink J.M. (1999). Comparison of the Q-switched alexandrite, Nd:YAG, and ruby lasers in treating blue-black tattoos. <i>Dermatologic Surgery</i> , 25, 10-14.	Niveau 5

18	Resultaat beschrijving	Ferguson, J.E., Andrew, S.M., Jones, C.J. & August, P.J. (1997). The Q-switched neodymium:YAG laser and tattoos: a microscopic analysis of laser-tattoo interactions. <i>British Journal of Dermatology</i> , 137, 405-410.	Niveau 5
19	Resultaat beschrijving	Jones, A., Roddey, P., Orenge, I. & Rosen, T. (1996). The Q-switched ND:YAG laser effectively treats tattoos in darkly pigmented skin. <i>Dermatologic Surgery</i> , 22, 999-1001.	Niveau 5
20	Resultaat beschrijving	Grevelink, J.M., Duke, D., Leeuwen van, R.L., Gonzalez, E., DeCoste S.D. & Anderson, R.R. (1996). Laser treatment of tattoos in darkly pigmented patients: efficacy and side effects. <i>Journal American Academy of Dermatology</i> , 34, 653-656.	Niveau 5
21	Resultaat beschrijving	Levine, V.J. & Geronemus, R.G. (1995). Tattoo removal with the Q-switched ruby laser and the Q-switched Nd:YAG laser: a comparative study. <i>Cutis</i> , 55, 291-296.	Niveau 5
22	Resultaat beschrijving	Ashinoff, R., Levine, V.J. & Soter, N.A. (1995). Allergic reactions to tattoo pigment after laser treatment. <i>Dermatologic Surgery</i> , 21, 291-294.	Niveau 5
23	Algemene beschrijving	Kent, K.M. & Graber, E.M. (2012). Laser tattoo removal: a review. <i>Dermatologic Surgery</i> , 38, 1-13.	Niveau 6
24	Algemene beschrijving	Pfirrmann, G., Karsai, S., Roos, S., Hammes, S. & Raulin, C. (2007). Tattoo removal--state of the art. <i>Journal of the German Society of Dermatology</i> , 5, 889-897.	Niveau 6
25	Algemene beschrijving	Burris K, & Kim, K. (2007). Tattoo removal. <i>Clinical Dermatology</i> , 25, 388-392.	Niveau 6
26	Resultaat beschrijving	Mungrnirand, A., Manuskiatti, W., Hatthanirun, P., Outtarawichian, W., Sookruen, S., Buathong, C. et al. (2011). Laser tattoo removal in Thai students. <i>Medical Laser Application</i> , 26, 126-132.	Niveau 5
27	Algemene beschrijving	Aurangabadkar, S. & Mysore, V. (2009). Standard guidelines of care: Lasers for tattoos and pigmented lesions. <i>Indian Journal of Dermatology, Venereology and Leprology</i> , 75, 111-126.	Niveau 6
28	Algemene beschrijving	Latreille, J., Levy, J.L. & Guinot, C. (2011). Decorative tattoos and reasons for their removal: A prospective study in 151 adults living in South of France. <i>Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology</i> , 25, 181-187.	Niveau 5

* Als referentie via literatuurlijst artikel 14.

Beoordelingen methodologische kwaliteit

In onderstaande tabel is de methodologische kwaliteit van **Gerandomiseerde gecontroleerde studies** beoordeeld aan de hand van onderstaande vragen uit het beoordelingsformulier (EBRO, n.d.).

1. Was de toewijzing van de interventie aan de patiënten gerandomiseerd?
2. Degene die patiënten in het onderzoek insluit hoort niet op de hoogte te zijn van de randomisatie volgorde. Was dat hier het geval?
3. Waren de patiënten geblindeerd voor de behandeling?

4. Waren de behandelaars geblindeerd voor de behandeling?
5. Waren de effectbeoordelaars geblindeerd voor de behandeling?
6. Waren de groepen aan het begin van de trial vergelijkbaar?
7. Is van een voldoende proportie van alle ingesloten patiënten een volledige follow-up beschikbaar? Is selectieve loss-to-follow-up voldoende uitgesloten?
8. Zijn alle ingesloten patiënten geanalyseerd in de groep waarin ze waren gerandomiseerd?
9. Zijn de groepen, afgezien van de interventie, gelijk behandeld?

Vraag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Valide en toepasbaar
Artikel										
1 Kleine RCT	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Voldoende
2 Kleine RCT	T.w.i.	T.w.i.	T.w.i.	Nee/ Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Voldoende
3 Grote RCT	T.w.i.	T.w.i.	T.w.i.	Nee	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Voldoende
4 Grote RCT	Ja	T.w.i.	T.w.i.	Nee	Ja	Ja	Nee, ja	Ja	Ja	Voldoende
5 Grote RCT	Ja	T.w.i.	T.w.i.	Nee	Ja	Ja	T.w.i.	Ja	Ja	Voldoende

In onderstaande tabel is de methodologische kwaliteit van **Cohortonderzoeken** beoordeeld aan de hand van onderstaande vragen uit het beoordelingsformulier (EBRO, n.d.).

1. Zijn de te vergelijken onderzoeksgroepen duidelijk gedefinieerd?
2. Kan selectiebias voldoende worden uitgesloten?
3. Is de blootstelling duidelijk gedefinieerd en is de methode voor beoordeling van blootstelling adequaat?
4. Is de uitkomst duidelijk gedefinieerd en is de methode voor beoordeling van de uitkomst adequaat?
5. Is de uitkomst blind voor de blootstellingstatus bepaald? Is dit van invloed op beoordeling van de uitkomst?
6. Is er een voldoende lange follow-up?
7. Kan selectieve loss-to-follow-up voldoende worden uitgesloten?
8. Zijn de belangrijkste confounders of prognostische factoren geïdentificeerd en is er adequaat rekening mee gehouden in het ontwerp van het onderzoek of in de analyse?

Vraag	1	2	3	4	5	6	7	8	Voldoende valide en toepasbaar
Artikel									
9 Cohortonderzoek	Ja	T.w.i.	Ja	Nee	Nee, Ja	Ja	T.w.i.	Nee	Onvoldoende
10 Cohortonderzoek	Ja	T.w.i.	Ja	Ja	Ja	T.w.i.	T.w.i.	Ja	Voldoende
12 Cohortonderzoek	Nee	T.w.i.	Ja	Ja	T.w.i.	Ja	T.w.i.	Nee	Twijfel
13 Cohortonderzoek	Ja	T.w.i.	Ja	Ja	Nee, Ja	T.w.i.	Ja	Nee	Voldoende
15 Cohortonderzoek	Ja	T.w.i.	Ja	Ja	T.w.i.	Ja	T.w.i.	Nee	Voldoende
16 Cohortonderzoek	Ja	T.w.i.	Ja	Ja	T.w.i.	T.w.i.	Ja	Nee	Voldoende
17 Cohortonderzoek	Ja	Ja	Ja	Ja	T.w.i.	Ja	T.w.i.	Nee	Voldoende
18 Cohortonderzoek	Ja	T.w.i.	Ja	Ja	Nee, nee	Ja	T.w.i.	Nee	Voldoende
19 Cohortonderzoek	Nee	T.w.i.	Ja	Ja	T.w.i.	T.w.i.	T.w.i.	Nee	Onvoldoende
20 Cohortonderzoek	Nee	T.w.i.	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nee	Twijfel

21 Cohortonderzoek	Ja	T.w.i.	Ja	Nee	T.w.i.	T.w.i.	T.w.i.	Nee	Onvoldoende
26 Cohortonderzoek	Nee	T.w.i.	Ja	Ja	T.w.i.	T.w.i.	Ja	Nee	Twijfel

In onderstaande tabel is de methodologische kwaliteit van **Patiënt-controle onderzoek** beoordeeld aan de hand van onderstaande vragen uit het beoordelingsformulier (EBRO, n.d.).

1. Is de patiëntengroep duidelijk en adequaat gedefinieerd?
2. Is de controlegroep duidelijk en adequaat gedefinieerd?
3. Kan selectiebias voldoende worden uitgesloten?
4. Is de blootstelling duidelijk gedefinieerd en is de methode voor beoordeling van blootstelling adequaat?
5. Is de blootstelling blind voor de ziektestatus vastgesteld? Is dit van invloed op beoordeling van de blootstelling?
6. Zijn de belangrijkste confounders geïdentificeerd en is er adequaat rekening mee gehouden in het ontwerp van het onderzoek of in de analyse?

	Vraag	1	2	3	4	5	6	Voldoende valide en toepasbaar
Artikel								
11 Patiënt-controle onderzoek	Ja	Ja	Ja	Ja	Nee, Ja	Nee	Twijfel	

Bijlage 9. Datapreparatie

In onderstaande tabellen zijn de data van de gevonden wetenschappelijke literatuur verwerkt.

Auteur(s), Titel & Jaartal	Elsaie, M.L., Nouri, K., Vejjabhinanta, V., Rivas, M.P., Villafradez-Diaz, L.M., Martins, A., et al. Topical imiquimod in conjunction with Nd:YAG laser for tattoo removal. (2009)
Level of evidence	4
Design, Methode en Deelnemers	Gerandomiseerd gecontroleerd onderzoek. Vergelijkende studie. Patiënten (n=3) beide seksen Fitzpatrick huidtype 1-4 Tatoeages (n=6) Vergelijkbaar maximum oppervlak van <25 cm ² en oudheid Donker blauw of zwart tatoeage pigment Gelokaliseerd op lichaamsdelen welke met kleding afgedekt kunnen worden.
Exclusie	Patiënten behandeld met imiquimod na laserbehandeling
Meetmethode	Klinische fotografie is voor de behandeling, 2, 6 en 10 weken na de laser behandeling. Verwijdering tatoeage pigment 0 = geen 1= <25% 2 = 25-50% 3 = 51-75% 4 = 76-99% 5 = 100% Pijn is gemeten aan de hand van een analoge pijnschaal (1-10) Lokale huidreacties zijn uitgevraagd aan patiënt. Onderzoekers hebben pigment en vasculaire veranderingen geëvalueerd.
Interventies	Beide tatoeages zijn 1 maal behandeld met Q-switched Nd:YAG laser 1064 nm 10 ns 3 mm spotgrootte

	4 J/cm² Gebruik placebo crème zonder werkzame stoffen 3x weeks gedurende 1 maand. Gebruik van intracutane lokale anesthesie Patiënt advies: Tatoeage afdekken met kleding en uv-exposie vermijden.
Follow-up	10 en 14 weken na laser behandeling
Resultaat	Onderzoekers over de effectiviteit van het verwijderen van tatoeage pigment: 2.7 Patiënten over de effectiviteit van het verwijderen van tatoeage pigment: 2.3 Pigmentatie (n=0) en vascularisatie (n=0) veranderingen van de huid volgens onderzoekers. Pruritus (n=1) Pijn tijdens de laserbehandeling was matig.
Conclusie	Het combineren van Q-switched Nd:YAG (1064 nm) laserbehandeling met imiquimod crème geeft significant meer verwijdering van tatoeage pigmenten na één behandeling dan de laserbehandeling op zich.
Discussie	N.v.t.
Algemeen	Binnen het artikel wordt naast het onderzoek informatie gegeven over: - Populariteit van tatoeages plaatsen en verwijderen - Redenen voor het verwijderen van tatoeages - Andere therapieën voor tatoeage verwijdering en diens complicaties - Soorten Q-switched lasers - Werkingsmechanisme - Selectieve thermolyse - Behandelvariabelen - Complicaties en lokale huidreacties

Auteur(s), Titel & Jaartal	Ross, V., Naseef, G., Lin, G., Kelly, M., Michaud, N., Flotte, T.J., et al. Comparison of responses of tattoos to picosecond and nanosecond Q-switched neodymium: YAG lasers. (1998)
Level of evidence	4
Design, Methode en Deelnemers	Gerandomiseerd gecontroleerd onderzoek. Vergelijkende studie. Patiënten (n=16) Tatoeages (n=16) waarvan professioneel (n=15) en amateuristisch (n=1) Zwarte tatoeages (n=5) Tatoeages zijn opgesplitst in drie gelijke delen.

Exclusie	Groen, rood en ander licht gekleurd tatoeage pigment Picoseconde laser
Meetmethode	De hoeveelheid energie geverifieerd met een energiemeter. Het profiel van de straal en spotgrootte zijn bepaald met een lading gekoppeld component in een camera. Klinische fotografie is voor iedere behandeling gestandaardiseerd toegepast. Verwijdering tatoeage pigment 0-1 geen (0-9%) 2-3 slecht (10-34%) 4-7 voldoende (35-69%) 8-9 goed (70-90%) 10 uitstekend (>90%) Complicaties zijn geclassificeerd als: afwezig, sporen aanwezig, aanwezig. Onderzoekers (n=8) hebben schaal toegepast. Stansbiopten van 2 mm groot zijn bij patiënten (n=10) uit een klinisch zwart gedeelte van de tatoeage verwijderd voor de behandeling, direct na de laser behandeling, 30 dagen na de behandeling en na de laatste behandeling. Deze zijn met een lichtmicroscop en transmissie elektronenmicroscop onderzocht.
Interventies	Gedeelte (n=1) is behandeld met Q-switched Nd:YAG laser 1064 nm 10 ns 1.4 mm spotgrootte 0.65 J/cm² 10 Hz. Gedeelte (n=1) is behandeld met Q-switched Nd:YAG laser zoals deze in de praktijk wordt toegepast 1064 nm 10 ns 2.5 mm spotgrootte 8.0 J/cm² 10 Hz. Behandelingen per gedeelte (n=4) met een interval van 3-4 weken. Voor behandeling hebben patiënten welke hier behoefte aan hadden hebben lokale intracutane anesthesie gekregen

Follow-up	1 maand na de 4 ^e en tevens laatste behandeling
Resultaat	Modale score voor verwijdering van zwart tatoeage pigment nanoseconden: 0 (n=3), 1 (n=1), 1,5 (n=1), 2 (n=3), 2,5 (n=1), 3 (n=2), 5 (n=1), 6.5 (n=1) 7(n=1) 7.5 (n=2). Modale score voor verwijdering van zwart tatoeage pigment picoseconden: 0 (n=2), 1 (n=1), 3 (n=1), 5 (n=1), 8 (n=2), 8.5 (n=1), 9 (n=6), 10 (n=2). Deze resultaten zij vergelijkbaar met de verwijdering van zwart pigment met de nanoseconden en hoge energie. Cicatrix bij hoge energie (n=2). De lichtmicroscop toont de reacties die door de laserbehandeling worden veroorzaakt en dat deze het hevigst bij het gebruik van conventionele hoge energie en het minst na lage energie bij de nanoseconden lasers. De transmissie elektronenmicroscop toont de door de laserbehandeling veroorzaakte huidreacties en toont dat direct na de behandeling ongeveer 30% van de pigmenten heeft gereageerd. Er is geen verschil tussen de pico- en nanoseconden lasers.
Conclusie	Zwart tatoeage pigment reageert het beste op de behandeling met de Nd:YAG laser (1064 nm) in tegenstelling tot licht gekleurd pigment. Zwart pigment wordt het beste verwijderd met de behandeling met picoseconden laser. Uit dit onderzoek is gebleken dat de pulsduur een significante rol speelt bij het verwijderen van tatoeages met laser. Met picoseconden is het mogelijk met minder energie tatoeages goed te verwijderen.
Discussie	Het verschil in profiel van de laserstraal van de pico- en nanoseconden lasers is klein wat kan leiden tot vertekening van de resultaten. De onderzoekers achten dit onwaarschijnlijk.
Algemeen	Binnen het artikel wordt naast het onderzoek informatie gegeven over: - Werkingsmechanisme - Selectieve fothermolyse - Absorptie golflengte in kleurt tatoeage pigment - Fysiologische reactie op laser behandeling - Behandelvariabelen - Complicaties
Auteur(s), Titel & Jaartal	Goyal, S., Arndt, K.A., Stern, R.S., O'Hare, D. & Dover, J.S. Laser treatment of tattoos: a prospective, paired, comparison study of the Q-switched Nd:YAG (1064 nm), frequency-doubled Q-switched Nd:YAG (532 nm), and Q-switched ruby lasers. (1997)
Level of evidence	3

Design, Methode en Deelnemers	Gerandomiseerd gecontroleerd onderzoek. Prospectief vergelijkende studie. Patiënten (n=20), man (n=11), vrouw (n=9) Leeftijd van 19-61 jaar Niet eerder behandelde tatoeages (n=20) waarvan zwart (n=12) en polychromatisch (n=8) waaronder zwart pigment. Professionele tatoeages (n=14) 1-40 jaar, voornamelijk 17.8 jaar, oud Amateuristische tatoeages (n=6) 3-25 jaar, voornamelijk 16.5 jaar, oud. De tatoeages zijn verdeeld in 3 gelijke gedeelten.
Exclusie	Q-switched Nd:YAG laser (532 nm) en Q-switched Ruby laser (694 nm). Licht gekleurd tatoeage pigment.
Meetmethode	Klinische fotografie voor en na de behandeling op gestandaardiseerde wijze toegepast. Verlichting tatoeage pigment 0 = geen 1 = gering 2 = matig 3 = totaal Onderzoekers (n=3) hebben deze schaal toegepast. Complicaties zijn door onderzoekers (n=3) geschaald op basis van: 1 geen/geringe verandering, 2 matige verandering en 3 hevige verandering. Patiënten (n=20) hebben de mate van discomfort tijdens de behandeling geregistreerd en hebben een mening gegeven over de totale genezing van ieder afzonderlijk behandeld gebied.
Interventies	De Q-Switched Nd:YAG laser 1064 nm 10-20 ns 3.0 mm spotgrootte 10 Hz 5.0 J/cm² De tatoeage is 1 maal behandeld.
Follow-up	8-9 weken na de behandeling.
Resultaat	4 punt schaal voor verlichting pigment bij Nd:YAG 1064 nm 3.3% scoort 0, 38.3% scoort 1, 58.3% scoort 2 en 0.0% scoort 3.

	Complicaties waren niet significant aanwezig, met uitzondering van hypopigmentatie.
Conclusie	De Q-switched Nd:YAG laser (1064 nm) kan na 1 behandeling verlichting van het tatoeage pigment bewerkstelligen, is minder effectief dan de Q-switched Ruby laser (694 nm), maar geeft significant minder complicaties. 60% van de patiënten gaf aan de Q-switched Nd:YAG laser (1064 nm) het meest pijnlijk te vinden, er was geen significant verschil in de totale genezing na de behandeling met de verschillende lasers.
Discussie	Om maximaal mogelijke verwijdering van het tatoeagepigment te bewerkstelligen zijn 4-8 behandelingen met een minimale interval van 8 weken noodzakelijk, tijdens dit onderzoek zijn tatoeages 1 maal behandeld, wat vertekening in resultaten kan geven.
Algemeen	Binnen het artikel wordt naast het onderzoek informatie gegeven over: - Andere methoden van tatoeage verwijdering en diens complicaties - Soorten Q-switched lasers - Selectieve fotothermolyse - Behandelvariabelen

Auteur(s), Titel & Jaartal	Boehncke, W.H., Hibst, R. & Kaufman, R. Within-individual comparison of Q-switched Nd:YAG and alexandrite lasers in the treatment of monochromatic black amateur tattoos. (1994)
Level of evidence	3
Design, Methode en Deelnemers	Gerandomiseerd gecontroleerd onderzoek. Vergelijkende studie. Patiënten (n=38) waarvan patiënten (n=31), man (n=25), vrouw (n=6) de studie hebben afgemaakt Patiënten met een blanke huid (n=31) Amateuristische tatoeages met zwart pigment (n=62) Tatoeages (n=63) gelokaliseerd op de armen Patiënten groep 1 (n=17) en patiënt groep 2 (n=14) met tatoeages (n=2) ontvingen ieder een behandeling met of de Q-switched Nd:YAG of de Alexandrite waarbij onderscheid werd gemaakt in behandeling via fiber of prisma.
Exclusie	Q-switched Alexandrite laser (755 nm)
Meetmethode	Energie level van de puls gemeten met een Joulemeter Klinische fotografie voor iedere behandeling en 2 weken na de laatste behandeling

	Verbetering: <25% = geen 25-50% = matig 51-75% = groot >75%= compleet Onderzoeker (n=1) hebben deze schaal toegepast aan de hand van klinische fotografie.
Interventies	Q-switched Nd:YAG 1064 nm 10 ns Fiber → 0.6 mm spotgrootte en 9 J/cm² Prisma → 1.8 mm spotgrootte en 4 J/cm² Tatoeages (n=17) behandeld met Nd:YAG met fiber en behandeld met prisma (n=14) Passes (n=1), behandelingen (n=5) met een interval van 2 weken. Na behandeling is antibacteriële zalf 2x daags voor 3 dagen na iedere behandeling aangebracht.
Follow-up	Tot 9 maanden
Resultaat	Fiber Tatoeages (n=10) vertoonde matige verbetering Tatoeages (n=5) vertoonde grote verbetering Tatoeages (n=2) vertoonde totale verwijdering Tatoeages (n=12) reageerde beter op de behandeling met de Q-switched Nd:YAG laser (1064 nm) dan tatoeages op de Q-switched Alexandrite laser (755 nm). Tatoeages (n=5) gaven een gelijke reactie. Prisma Tatoeages (n=2) vertoonde matige verbetering Tatoeages (n=8) vertoonde grote verbetering Tatoeages (n=4) vertoonde totale verwijdering Er zijn geen complicaties als cicatrix, hyperpigmentatie en pijn opgetreden. Textuurveranderingen van de huid zijn in sommige gevallen aanwezig gebleven na de follow-up.
Conclusie	De lokale huidreactie na de behandeling met de lasers waren gelijk, er is tevens geen verschil waar te nemen ten aanzien

	van de fiber en prisma. Op basis van vergelijking van de tatoeage bij de individuele patiënt geeft de Q-switched Nd:YAG laser (1064 nm) een overall beter resultaat bij de tatoeages ten aanzien van de mate van tatoeage pigment verwijdering. De effectiviteit van de Nd:YAG laser was meer significant aanwezig bij de behandeling van tatoeages met de prisma in plaats van een fiber. De homogeniteit van het toedienen van energie is van belangrijkere waarde voor een succesvolle therapie dan het gebruik van hoge energie. Nd:YAG laser met prisma of niet divergerende straal wordt aangeraden voor het verwijderen van amateuristische tatoeages met zwart tatoeage pigment.
Discussie	Auteurs zijn zich bewust van het feit dat de variabele parameters van beide lasers niet vergelijkbaar zijn. Er is getracht deze zo vergelijkbaar mogelijk toe te passen.
Algemeen	Binnen het artikel wordt naast het onderzoek informatie gegeven over: - Lokalisatie tatoeage pigment in de dermis - Soorten Q-switched lasers - Werkingsmechanisme - Penetratiediepte golflengte - Behandelvariabelen

Auteur(s), Titel & Jaartal	Kilmer, S.L., Lee, M.S., Grevelink, J.M., Flotte, T.J. & Anderson, R.R. The Q-switched Nd:YAG laser effectively treats tattoos. A controlled, dose-response study. (1993)
Level of evidence	3
Design, Methode en Deelnemers	Gerandomiseerd gecontroleerd onderzoek. Vergelijkende studie. Patiënten (n=25), man (n=20) en vrouw (n=5) Leeftijd 19-64 jaar Tatoeages (n=39) waarvan professioneel (n=25) en amateuristisch (n=14) Eerder behandelde tatoeages zijn Q-switched Ruby laser resistent (>7 behandelingen of 2 proefbehandelingen met minimale verwijdering van tatoeage pigment) Tatoeage is opgesplitst in 4 gedeelten.
Exclusie	Licht gekleurd tatoeage pigment
Meetmethode	Energie is gemeten met energiemeter voor iedere verandering in Joules. Klinische fotografie voor iedere behandeling op gestandaardiseerde wijze toegepast.

	Verlichting tatoeage pigment 1 = mager (<25%) 2 = matig (25-50%) 3 = goed (51-75%) 4 = uitstekend (76-95%) 5 = compleet (100%) Complicaties zijn geclassificeerd naar: afwezig, sporen aanwezig en aanwezig. Onderzoekers (n=9) hebben deze schalen toegepast aan de hand van klinische fotografie 1-2 Stansbiopsieën bij patiënten (n=4) na de laatste behandeling voor onderzoek met transmissie elektronenmicroscopie naar complicaties. Patiënten (n=25) hebben de mate van discomfort tijdens de behandeling geregistreerd en hebben een mening gegeven over de totale genezing van ieder afzonderlijk behandeld gebied.
Interventies	Q-switched Nd:YAG laser 1064 nm 10 ns 2.5 mm spotgrootte 6, 8, 10 of 12 J/cm² in ieder afzonderlijk gedeelte. Behandelingen (n=4) met een interval van 3-4 weken. Tatoeages (n=2) behoefde lokale anesthesie. Wondbehandeling: reiniging met water en zeep/ hydrogen peroxide en 2x daags aanbrengen antibacteriële zalf tot genezing
Follow-up	Onbekend
Resultaat	Behandeling (n=1) 25-50% verwijdering van zwart tatoeagepigment bij alle tatoeages (n=39) Behandeling (n=4) >75% verwijdering van zwart tatoeage pigment bij 77% van tatoeages en >95% van het zwarte pigment is verwijderd bij 28% van de tatoeages (n=11) bij 10-12 J/cm² Niet eerder behandelde tatoeages (n=14) >75% verwijdering van tatoeagepigment (n=11) waarvan tatoeages (n=4) na behandelingen (n=4) >95% verwijdering van zwart tatoeagepigment lieten zien. De Q-switched Ruby laser resistente tatoeages reageerde ongeveer gelijk aan de onbehandelde tatoeages (n=18). >75% verwijdering van zwart tatoeagepigment (n=14) waarvan tatoeages (n=6) na behandelingen (n=4) > 95% pigmentverwijdering lieten zien.

Conclusie	Sporen van permanente textuurveranderingen van huid aanwezig (n=2), hypopigmentatie (n=0) en hyperpigmentatie (n=1) Zwart gepigmenteerde tatoeages worden effectief en veilig met de Q-switched Nd:YAG laser (1064 nm) behandeld. Het gebruik van 12 J/cm² is significant meer effectief dan 6-8 J/cm². Kleine verandering in structuur van de dermis, geen tot minimale fibrose in de papillaire dermis, geen toename in vaatjes en haar- en zweetklieren leken onveranderd. Meeste patiënten ervaarden de behandeling als pijnlijk tijdens de puls, daarna niet meer. Hoe meer behandelingen de patiënt had ondergaan, hoe minder pijn er werd gerapporteerd.
Discussie	Hyperpigmentatie is ontstaan na vervroegde uv-exposie.
Algemeen	Binnen het artikel wordt naast het onderzoek informatie gegeven over: - Andere methoden voor het verwijderen van tatoeage pigment en diens complicaties - Werkingsmechanisme - Selectieve fothermolyse - Penetratiediepte golflente - Absorptie golflengte in melanine en kleur tatoeage pigment - Complicaties en lokale huidreacties - Behandelvariabelen - Fysiologische respons op laser

Auteur(s), Titel & Jaartal	Ho, W.S., Ying, S.Y., Chan, P.C. & Chan, H.H. Use of onion extract, heparin, allantoin gel in prevention of scarring in Chinese patients having laser removal of tattoos: A Prospective Randomized Controlled Trial (2006)
Level of evidence	3
Design, Methode en Deelnemers	Gerandomiseerd gecontroleerd onderzoek. Prospectief vergelijkende studie. Patiënten (n=120), patiënten (n=107) hebben de studie afgemaakt Fitzpatrick huidtype III-V Professionele blauw-zwarte tatoeages (n=144) Controle groep Patiënten (n=55) waarvan man (n=31) en vrouw (n=24)

	Leeftijd 37.6 ± 6.2 jaar en tussen de 29 en 54 jaar Professionele blauw-zwarte tatoeages (n=68) Bestaansduur tatoeage 15.5 ± 5.9 tussen de 6 en 28 jaar
Exclusie	Contractubex
Meetmethode	Klinische zichtbare verwijdering van tatoeage pigment en complicaties zijn door onderzoeker (n=1) onderzocht.
Interventies	Q-Switched Nd:YAG laser 1064 nm 6 ns 10 Hz 3 mm spotgrootte $3.6\text{--}4.8 \text{ J/cm}^2$ en gemiddeld $4.1 \pm 0.7 \text{ J/cm}^2$ Parameter energie is ingesteld aan de hand van lokale huidreactie en type tatoeage 1 uur voor behandeling is EMLA crème aangebracht Na de behandeling is bactroban met antibacteriële crème aangebracht, de patiënt is geadviseerd dit 2x daags te herhalen tot genezing is ingetreden. Patiënten zijn geadviseerd tussen de behandelingen antizonnebrandcrème (SPF 15) aan te brengen op de behandellocatie. Behandelingen (n=4-8) gemiddeld 5.4 ± 1.3 met een interval van 8-10 weken
Follow-up	3 maanden
Resultaat	Tussen de 60-100% verwijdering van tatoeage pigment, gemiddeld $80.4 \pm 11.3\%$ verwijdering van tatoeage pigment. Tatoeages (n=16) bij patiënten (n=14) vertoonde cicatrix (23.5%). Patiënten (n=4) vertoonde permanente hypopigmentatie (7.2%). Patiënten (n=5) vertoonde tijdelijke hyperpigmentatie (9%)
Conclusie	Contractubex gel is effectief, veilig en gemakkelijk aan te brengen ten aanzien van preventie van cicatrix bij het verwijderen van tatoeages met lasertherapie bij Chinese patiënten. Het risico op cicatrix werd hierdoor significant verlaagd, van 23.5% naar 11.5%
Discussie	De kans op cicatrix neemt toe met een hoge mate van energie. Uit ervaring is gebleken dat voor een effectieve verwijdering van tatoeages binnen deze patiëntenpopulatie een hogere mate van energie nodig is, wat vertekening van resultaten kan geven.
Algemeen	Binnen het artikel wordt naast het onderzoek informatie gegeven over: - Populariteit decoratieve tatoeages plaatsen en verwijderen

- Penetratiediepte golflengte
- Absorptie golflengte in melanine en kleur tatoeage pigment
- Behandelvariabelen
- Complicaties en lokale huidreacties

Auteur(s), Titel & Jaartal	Jow, T., Brown, A. & Goldberg, D.J. Patient compliance as a major determinant of laser tattoo removal success rates: a 10-year retrospective study. (2010)
Level of evidence	5
Design, Methode en Deelnemers	Patiënt-controle onderzoek. Retrospectieve studie. Patiënten (n=238) waarvan man (n=95) en vrouw (n=143) Leeftijd mannen gemiddeld 34.4 jaar Leeftijd vrouwen gemiddeld 31.9 jaar Variërende type tatoeages en huidtypen volgens Fitzpatrick Behandeld met Q-switched Nd:YAG laser (1064 nm): Tatoeages met zwart en blauw tatoeage pigment Fitzpatrick huidtypen IV-VI
Exclusie	Q-switched Ruby laser (694 nm) en de Q-switched Nd:YAG laser (532 nm)
Meetmethode	Onderzoeker (n=1) heeft de effectiviteit van de behandeling bepaald aan de hand van klinische fotografie, status onderzoek en telefoongesprekken met de patiënten. De mate van verwijdering tatoeage pigment, het aantal behandelingen, de instellingen van de laser apparatuur en de follow-up duur en het voorkomen van complicaties zijn geregistreerd. Succesvolle behandeling = geen tatoeage pigment meer zichtbaar
Interventies	Q-Switched Nd:YAG laser 1064 nm Gemiddeld 4.11 J/cm² 4-5 mm spotgrootte Minimaal aantal behandelingen (n=1) en maximaal aantal behandelingen (n=17) met een interval tussen de 6-8 weken en enkele jaren.

Follow-up	Onbekend
Resultaat	Gemiddeld aantal behandelingen 3.57 Bij patiënten (n=3) is totale verwijdering van tatoeage pigment bewerkstelligd.
Conclusie	Patiënten komen follow-up van behandelingen onvoldoende na en ondergaan dan ook onvoldoende behandelingen om een optimaal behandelresultaat te verkrijgen. Het motiveren van deze patiëntengroep moet dan ook als uitdaging worden gezien.
Discussie	De onrealistische verwachtingen van patiënten zijn voor aanvang van de behandeling onvoldoende weg genomen waardoor het waarschijnlijk is dat zij ontmoedigd raakten door het resultaat, complicaties en de kosten. Er zijn bij vele patiënten minder behandelingen dan benodigd uitgevoerd waardoor het behandelresultaat niet optimaal is. De behandelingen zijn uitgevoerd met een relatief lage hoeveelheid energie. Hierdoor kunnen de resultaten vertekenend zijn. Het volledig verwijderd zijn van het tatoeage pigment is binnen deze studie als eindpunt genomen. De resultaten waren mogelijk positiever uitgevallen wanneer het vervagen van tatoeage pigment tevens als eindpunt was meegenomen, dit aangezien vele patiënten tevreden zijn met dit als behandelresultaat.
Algemeen	Binnen het artikel wordt naast het onderzoek informatie gegeven over: - Frequentie tatoeages plaatsen en verwijderen - Categorieën tatoeages - Kenmerken en locatie van tatoeage pigment - Soorten Q-switched lasers - Werkingsmechanisme - Selectieve fothermolyse - Absorptie golflengte in kleur tatoeage pigment - Fysiologische respons op laser - Behandelvariabelen - Complicaties en lokale huidreacties

Auteur(s), Titel & Jaartal	Choudhary, S., Elsaie, M.L., Leiva, A. & Nouri, K. Lasers for tattoo removal: a review. (2010)
Level of evidence	6
Design	Review.
Exclusie	Licht gekleurd pigment

	Q-switched lasers van 532 nm, 694 nm, 755 nm of CO ₂ lasers
Resultaten	De meest gebruikte lasers zijn de Q-switched lasers, de typen worden vermeld. Daarnaast zijn er nieuwe methoden en technieken in de ontwikkeling voor het verwijderen van tatoeages met lasertherapie. Deze ontwikkelingen worden beschreven. Het proces van selectieve fothermolyse wordt toegelicht. Binnen het artikel wordt beschreven welke behandelvariabelen van invloed zijn op het behandelresultaat. De eigenschappen en het werkingsmechanisme van de Q-switched lasers en de lokale huidreacties worden vermeld. Daarnaast wordt er uitgebreid ingegaan op de verschillende complicaties die op kunnen treden met Q-switched lasers. Verskillende golflengten zijn vaak nodig om een goed behandelresultaat te kunnen realiseren. Classificatie van tatoeages kan geschieden op basis van de kleur van het pigment of de stijl van de tatoeage. Zwarte tatoeages kunnen in principe met alle lasers behandeld worden omdat alle golflengten worden geabsorbeerd door zwart. Er wordt toelichting gegeven op de werking van de Nd:YAG laser (1064 nm), waarbij informatie wordt gegeven over andere onderzoeken die naar deze golflengten zijn gedaan. Hierin worden verschillende kwantitatieve resultaten besproken en schematisch weergegeven.
Conclusie	Het fysische mechanisme van het afbreken van pigmentdeeltjes wordt nog niet goed begrepen. Alle lasers hebben hun voordelen, maar om de juiste laser in te zetten voor de juiste tatoeage, dient men rekening te houden met het type tatoeage en het huidtype van de patiënt. De Q-switched Nd:YAG laser (1064 nm) kan het beste gebruikt worden bij zwart en blauw pigment en bij donkere huidtypen door de ontbrekende interactie met melanine. Daarnaast is de penetratie van deze laser diep.
Discussie	N.v.t.

Auteur(s), Titel & Jaartal	Lin, T., Jai, G., Rong, H., Li, J. & Zhou, Z. Comparison of a single treatment with Q-switched ruby laser and Q-switched Nd:YAG laser in removing black-blue Chinese tattoos. (2009)
Level of evidence	5
Design, Methode en Deelnemers	Cohort onderzoek. Vergelijkende studie. Chinese patiënten (n=35), man (n=12), vrouw (n=23) Tussen 16-57 jaar Fitzpatrick huidtype III-V Zwart-blauw tatoeage pigment Tatoeage opgesplitst in 2 gedeelten of 2 naast elkaar gelegen tatoeages op hetzelfde lichaamsdeel

Exclusie	Q-switched Ruby laser (694 nm)
Meetmethode	Klinische fotografie voor en bij follow-up na 1^e behandeling op gestandaardiseerde wijze toegepast Gradatie directe lokale huidreacties en complicaties: 1 = geen, 2 = een beetje, 3 = duidelijk, 4 = zeer duidelijk Behandelresultaat weinig = < 25% effectief = 25-50% uitstekend = 51-90% niet meer zichtbaar = >90 % Onderzoekers (n=2) hebben de direct ontstane huidreacties en de resultaten en complicaties bij follow-up gerapporteerd en geëvalueerd
Interventies	Q-switched Nd:YAG laser 1064 nm 3 mm spotgrootte 5-7 ns 3.05 J/cm² Behandelingen (n=1)
Follow-up	1-2 maanden
Resultaat	Er is gebruik gemaakt van een statistieke formule, waardoor de resultaten van de Nd:YAG laser op zichzelf niet kunnen worden achterhaald
Conclusie	Geen verschil directe huidreacties Q-switched Nd: YAG laser (1064 nm) en de Q-switched Ruby laser (694 nm) Q-switched Nd:YAG laser effectiever in vergelijking met de Q-switched Ruby laser Geen verschil in aantal patiënten met hyperpigmentatie Hypopigmentatie of cicatrix zijn niet opgetreden
Discussie	Er is geen onderscheid gemaakt tussen typen tatoeages (professioneel, amateuristisch, medisch enz.) Onduidelijk of tatoeage pigment zich in dezelfde diepte bevond Alleen Chinese patiënten met huidtype III-V → niet vergelijkbaar met andere huidtype en afkomsten
Algemeen	Binnen het artikel wordt naast het onderzoek informatie gegeven over: - Classificatie tatoeages - Absorptie golflengte in melanine en kleur tatoeage pigment - Lokale huidreacties

Auteur(s), Titel & Jaartal	Karsai, S., Pfirrmann, G., Hammes, S. & Raulin, C. Treatment of resistant tattoos using a new generation Q-switched Nd:YAG laser: influence of beam profile and spot size on clearance success. (2008)
Level of evidence	5
Design, Methode en Deelnemers	Cohort onderzoek. Retrospectief vergelijkende studie. Patiënten (n=32) waarvan man (n=14) en vrouw (n=18) Leeftijd gemiddeld 35.8 ±9.6 tussen de 21.4 en 73.2 jaar Professionele tatoeages met zwart tatoeage pigment (n=36) Tatoeages gelokaliseerd op bovenarm (n=12), onderarm (n=8), romp (n=12) en onderbeen (n=4) Tatoeages zijn Q-switched Nd:YAG laser (1064 nm type C3) resistent bevonden en hier minimaal 3 maanden geleden mee behandeld
Exclusie	Q-switched Nd:YAG C3 laser.
Meetmethode	Het profiel van de laserstraal is gemeten met een lading gekoppeld component in een camera. Per patiënt is iedere behandeling data omtrent de energie en spotgrootte verzameld. Hieruit is het gemiddelde en maximale van beide data berekend per individuele patiënt en de totale patiëntengroep binnen deze studie. Klinische fotografie is op gestandaardiseerde wijze toegepast. Verwijdering tatoeage pigment 1 = 0-25% 2 = 26-50% 3 = 51-75% 4 = 76-95% 5 = 96-100% Onderzoekers (n=3) hebben deze schaal aan de hand van klinische fotografie toegepast. Het klinisch wit worden van het behandelde weefsel en puntbloedingen gelden als het klinisch zichtbare bewijs voor therapeutisch effect.
Interventies	Q-switched Nd:YAG 1064 nm

	8-10 ns $E_{\max}$ 6.4±4.6 J/cm² (mediaan 6.2 J/cm² tussen 3.2-9.0 J/cm²) Gemiddelde spotgrootte 5.0±0.9 mm tussen 3.6-7.6 mm Behandelingen (n=5) met 4 weken interval Na de behandeling is antibacteriële zalf aangebracht en is tatoeage verbonden met verband.
Follow-up	Onbekend
Resultaat	33.3% van de tatoeages vertoonde 0-25% verwijdering van tatoeage pigment 16.7% van de tatoeages vertoonde 26-50% verwijdering van tatoeage pigment 16.7% van de tatoeages vertoonde 51-75% verwijdering van tatoeage pigment 30.5% van de tatoeages vertoonde 76-95% verwijdering van tatoeage pigment 2.8% van de tatoeages vertoonde 96-100% verwijdering van tatoeage pigment Complicaties traden na behandeling bij 8.5% van de tatoeages op. Hyperpigmentatie (n=2), hypopigmentatie (n=1), textuurveranderingen (n=0) en cicatrix (n=0).
Conclusie	Het behandelingsucces met de nieuwe generatie Q-switched Nd:YAG laser was significant. Het succes is te wijten aan de hogere energie en de grotere spot waardoor diepere lagen van de dermis worden bereikt, hierdoor zijn minder behandelingen nodig en is er minder lokale huidreactie. De gemiddelde energie gebruikt bij C3 behandelingen is significant lager dan de energie toegepast bij deze interventie. Ook de spot bij de C3 is significant kleiner dan gebruikt bij deze interventie waardoor deze behandeling minder effectief is. Een flat-top profiel van de laserstraal geeft homogene energie welke gelijkmatig wordt verspreid waardoor deze minder intens is aan het oppervlak en minder complicaties ontstaan. De grootte van de spot en het profiel van de laserstraal is van belang voor het effectief verwijderen van tatoeages
Discussie	Het succes van de behandeling kan toegewijd worden aan de toegepaste energie en de spotgrootte, maar is niet waarschijnlijk door de kleine mate van verschil hier in en een groot verschil in resultaten. Door het feit dat de behandelde tatoeages resistent zijn bevonden kan geen betrouwbare conclusie worden getrokken over de effectiviteit van beide laser systemen. Hiervoor is onderzoek nodig op eerder onbehandelde tatoeages.
Algemeen	Binnen het artikel wordt naast het onderzoek informatie gegeven over: - Behandelvariabelen - Complicaties

Auteur(s), Titel & Jaartal	Lapidoth, M. & Akerman, L. Pain inhibition in Q-switched laser tattoo removal with pneumatic skin flattening (PSF): a pilot study. (2007)
Level of evidence	5
Design, Methode en Deelnemers	Patiënt-controle onderzoek. Vergelijkende studie. Patiënten (n=11), waarvan man (n=9), vrouw (n=2) Leeftijd 17-25 jaar Fitzpatrick huidtype II (n=1), huidtype IV (n=1) en huidtype VI (n=9), Donker gepigmenteerde tatoeage > 10x20 mm < 30x70 mm. Gelokaliseerd op arm (n=8), gezicht (n=1) en been (n=2). Tatoeages (n=6) hebben 1-3 eerdere laserbehandelingen ondergaan. Tatoeage voor onderzoek opgesplitst in 2 tot 4 gedeelten.
Exclusie	PSF behandeling
Meetmethode	McGrill vragenlijst voor pijn Vijf level pijn schaal: I = patiënt voelt nauwelijks de laser puls, II = patiënt voelt de laser puls maar geen pijn, III = milde en te tolereren pijn, IV = acute en te tolereren pijn en V = niet te tolereren pijn. Patiënten (n=11) hebben pijn gerapporteerd.
Interventies	Q switched Nd:YAG laser 1064 nm 3-5 J/cm² 5-10 Hz 3-3.5 mm spotgrootte 1-2 gedeeltes zijn met 1-2 passes behandeld zonder PSF.
Follow-up	Geen
Resultaat	Pijn zonder PSF: level 3 (n=1), level 4 (n=8), level 5 (n=2)
Conclusie	Significant verschil in pijsensatie bij de behandeling van tatoeages met de Q-switched laser met en zonder gebruik van PSF waarbij de behandeling met PSF in 91% van de patiënten minder pijn heeft.
Discussie	Patiënten waren niet geblindeerd en waren op de hoogte van het feit dat PSF mogelijk pijnreductie geeft. Dit heeft de subjectieve waarneming van pijn mogelijk beïnvloed wat de validiteit van dit onderzoek verminderd.
Algemeen	Binnen het artikel wordt naast het onderzoek informatie gegeven over:

- Complicatie
- Toegepaste anesthesie

Auteur(s), Titel & Jaartal	Lapidoth, M. & Aharonowitz, G. Tattoo removal among Ethiopian Jews in Israel: tradition faces technology. (2004)
Level of evidence	5
Design, Methode en Deelnemers	Cohort onderzoek. Niet vergelijkende studie. Patiënten (n=404), waarvan vrouw (n=401), man (n=3) Tussen 15-53 jaar oud Fitzpatrick huidtype V-VI Blauw/zwart gepigmenteerde tatoeages Tatoeages gelokaliseerd op voorhoofd (n=392), waarvan voorhoofd en slaap (n=312), nek in of zonder combinatie met voorhoofd (n=96) en bovenste lichaamsdelen (n=12) Q-switched Nd:YAG laser (1064 nm) werd in 94% van de gevallen gebruikt.
Exclusie	Q-switched Ruby laser (694 nm)
Meetmethode	Klinische fotografie voor 1^e behandeling en 3 maanden na laatste behandeling Verwijdering tatoeage pigment 1 = 0%-25% 2 = 26%-50% 3 = 51%-75% 4 = 75%-100% Classificatie pigmentverschuivingen en textuurveranderingen: geen, mild, gematigd, duidelijk Onafhankelijke onderzoekers (n=2) hebben deze schaal toegepast aan de hand van klinische fotografie
Interventies	Q-switched Nd:YAG laser (94%) 1064 nm 3 mm spotgrootte 10 ns 4.2 tot 7.0 J/cm² Behandelingen (n=3-6) (gem. 3.6), minimaal 8 weken interval

	Antibacteriële zalf na elke behandeling
Follow-up	6-8 maanden na laatste behandeling
Resultaat	92 % van patiënten (n=372) had 90%-100% verwijdering van tatoeage na de laatste behandeling De overige patiënten (n=32) hadden 75%-90% verwijdering van tatoeage na laatste behandeling Meeste patiënten vertoonde geen pigment- en /of textuurveranderingen van de huid na de behandeling Na 2-4 maanden had 44% van de patiënten (n=177) last van milde hyperpigmentatie Milde textuurveranderingen zijn geconstateerd (n=2) na 2-4 maanden Geen cicatrix of permanente pigmentverschuivingen
Conclusie	Tatoeage verwijdering met lasertherapie bij tatoeages bestaande uit koolstof bij patiënten uit Ethiopië geeft goede tot uitstekende behandelresultaten zonder complicaties, welke vergelijkbaar zijn bij lichte huidtypen.
Discussie	Goede behandelresultaten werden bevestigd door eerder gedane onderzoeken
Algemeen	Binnen het artikel wordt naast het onderzoek informatie gegeven over: - Redenen tatoeage verwijderen - Werkingsmechanisme - Selectieve fothermolyse - Behandelvariabelen

Auteur(s), Titel & Jaartal	Prinz, B.M., Vavricka, S.R., graf, P., Brug, G. & Dummer, R. Efficacy of laser treatment of tattoos using lasers emitting wavelengths of 532 nm, 755 nm and 1064 nm. (2004)
Level of evidence	5
Design, Methode en Deelnemers	Cohort onderzoek. Niet vergelijkende studie. Patiënten (n=74), waarvan vrouw (n=43), man (n=34) Tussen 15-68 jaar 40% huidtype I en II en 30% huidtype III Professionele tatoeages (n=44), waarvan blauw-zwart (n=24) en licht gekleurd (n=20) Amateuristische tatoeages (n=16), waarvan blauw-zwart (n= 15) en groen-zwart (n=1) Tatoeages gemiddeld 11.6 ± 8.1 jaar oud Gelokaliseerd op bovenarm (28%), onderarm (20%), gezicht (15%), schouders (12%), hand (7%), been (5%), onderbeen (5%), rug (4%) en borst (3%)
Exclusie	Q-switched Nd:YAG laser (532 nm) en Q-switched Alexandrite laser (755 nm)

	Permanente make-up en traumatische tatoeages Groen-zwart tatoeage pigment
Meetmethode	Klinische fotografie voor en na de behandeling op gestandaardiseerde wijze toegepast Verlichting tatoeage 1= compleet (>95%), 2 = uitstekend (76%-95%) 3 = goed (51%-75%) 4 = klein beetje (26%-50%) 5 = minimaal (0%-25%) Onderzoekers(n=2) hebben deze schaal toegepast.
Interventies	Q-switched Nd:YAG laser 1064 nm 3 mm spotgrootte 5-7 ns 5 J/cm ² Interval gemiddeld 2.6 maanden, tussen 1-6 maanden is voorgekomen Lokale anesthesie (n=6) Na behandeling is sulfadiazine, silicone pleisters of sponzig wondmateriaal gebruikt Patiënten hebben tot 6 weken na behandeling antizonnebrandcrème gebruikt
Follow-up	Onbekend
Resultaat	Professionele blauw-zwarte tatoeages Graad 1 = 25% Graad 2 = 46% Graad 3 = 17% Graad 4 = 8% Graad 5 = 4% Amateuristische blauw-zwarte tatoeages Graad 1 = 13% Graad 2 = 33% Graad 3 = 27%

	Graad 4 = 20% Graad 5 = 7% Professionele tatoeages (n=24): Tatoeages waren gemiddeld 12.1 jaar oud met een variatie van 6.5 jaar Totale behandelingen (n=97) met Q-switched Nd:YAG laser (1064 nm), gemiddeld 4 ± 2.4 behandelingen, 1-10 behandelingen zijn uitgevoerd Amateuristische tatoeages (n=15): Tatoeages waren meestal rond de 18.3 jaar oud met een variatie van 8.6 jaar Totale behandelingen (n=15) met Q-switched Nd:YAG laser (1064 nm), gemiddeld 2.8 ± 1.4 behandelingen, 1-6 behandelingen zijn uitgevoerd Algemeen: Gradatie 1 tatoeages van gemiddeld 5.5 ± 4.6 jaar oud Gradatie 2 tatoeages van gemiddeld 11.4 ± 6.7 jaar oud Gradatie 3 tatoeages van gemiddeld 10.8 ± 7.4 jaar oud Gradatie 4 tatoeages van gemiddeld 14.4 ± 8.7 jaar oud Gradatie 5 tatoeages van gemiddeld 28.5 ± 8.5 jaar oud
Conclusie	Polychromatische tatoeages hebben meer behandelingen nodig dan monochromatische tatoeages Amateuristische tatoeages hebben minder behandelingen nodig dan professionele tatoeages Distaal gelegen tatoeages zijn moeilijker te verwijderen dan proximaal gelegen tatoeages Donkere huidtypen hebben een groter risico op pigmentverschuivingen en/of cicatrix
Discussie	Meestal wordt gedacht dat oudere tatoeages beter te verwijderen zijn en minder behandelingen nodig hebben. Uit de resultaten van deze studie blijkt dit echter niet het geval. Grotere onderzoeken met meer patiënten zijn nodig om deze resultaten te bevestigen.
Algemeen	Binnen het artikel wordt naast het onderzoek informatie gegeven over: - Andere methoden voor verwijdering van tatoeages en diens complicaties - De locatie van tatoeage pigment in de dermis - Werkingsmechanisme - Selectieve fothermolyse - Penetratiediepte golflengte - Absorptie in kleur tatoeage pigment - Behandelvariabelen - Complicaties en lokale huidreacties

Auteur(s), Titel & Jaartal	Bäumler, W., Eibler, E.T., Hohenleutner, U., Sens, B., Sauer, J. & Landthaler, M. Q-switch laser and tattoo pigments: first results of the chemical and photophysical analysis of 41 compounds. (2000)
Level of evidence	5
Design, Methode en Deelnemers	Histologisch onderzoek. Samples van tatoeage pigmenten (n=41) verkregen van verschillende fabrikanten (n=5)
Exclusie	Licht gekleurd tatoeage pigment
Meetmethode	Absorptie spectrum is gemeten met spectrofotometers (n=2) Infraroodspectroscopie met IR-interferometer heeft onbekende pigmenten geïdentificeerd met behulp van digitale vergelijking met computers. De vorm en grootte van de pigmenten is vastgesteld met een transmissie elektronenmicroscopie Tevens zijn een diffractometer en spectrometer gebruikt.
Interventies	Onderzoek middels de verschillende meetmethoden
Follow-up	Geen
Resultaat	16 chemische pigmenten zijn te onderscheiden, welke worden aangeboden onder 41 verschillende namen. Blauw pigment heeft de meeste absorptie bij zichtbaar rood licht.
Conclusie	Blauw pigment absorbeert 694 nm van de Q-switched Ruby laser beter dan de golflengte 1064 nm van de Q-switched Nd:YAG laser. Pigmenten hebben verschillende vormen en kunnen individueel in de dermis zitten maar kunnen door agglomeratie tevens groepen vormen van 20-900 µm groot. De klinisch zichtbare kleur van het tatoeage pigment geeft de behandelaar onvoldoende informatie om de juiste laser apparatuur te kunnen inzetten. Hiervoor is aanvullende informatie over de gebruikte tatoeage pigmenten van groot belang.
Discussie	Niet alle verschillende soorten tatoeage pigment zijn in deze studie opgenomen waardoor deze niet representatief is voor de huidig beschikbare pigmenten.
Achtergrond	Binnen het artikel wordt naar het onderzoek informatie gegeven over: - Redenen voor verwijdering tatoeage - Andere behandelmethode en diens complicaties - Locatie van tatoeage pigment in de huid - Kenmerken tatoeage pigment

- Werkingsmechanisme
- Selectieve fotothermolyse
- Behandelvariabelen

Auteur(s), Titel & Jaartal	Ferguson, J.E. & August, P.J. Evaluation of the Nd/YAG laser for treatment of amateur and professional tattoos. (1996)
Level of evidence	5
Design, Methode en Deelnemers	Cohort onderzoek. Niet vergelijkende studie. Tatoeages (n=248), waarvan amateuristisch (n=221) en professioneel (n=27) Professionele tatoeages (n=27) waarvan tatoeages (n=14) met een rood component Patiënten (n=43) tussen 17-77 jaar Huidtype I-IV Verschillende lichaamsdelen Alle zwart, blauw of groen gepigmenteerde tatoeages werden behandeld met de Q-switched Nd:YAG laser (1064 nm). Rood en oranje pigment werden eerst behandeld met de 1064 nm golflengte en daarna met de 532 nm golflengte.
Exclusie	Q-switched Nd:YAG laser (532 nm) Licht gekleurd tatoeage pigment
Meetmethode	Klinische fotografie op gestandaardiseerde wijze toegepast Energiemeter Pulsduur gemeten met fotodetector en oscilloscoop Verwijdering tatoeages: uitstekend = > 90% heel goed = 75-89% goed = 50-74% redelijk = 25-49% slecht = < 25%
Interventies	Q-switched Nd:YAG laser 1064 nm 2 mm spotgrootte

	10 ns 10 J/cm ² Proefbehandeling (n=248) EMLA crème is in sommige gevallen gebruikt en 2 uur voor de behandeling aangebracht. Direct voor de behandeling werd bij sommige patiënten lokale intracutane anesthesie toegepast 3 cm afstand van de huid door middel van gestandaardiseerde afstandhouder 4-6 weken interval Behandeld tot maximale verwijdering was bereikt		
Follow-up	Onbekend		
Resultaat	% Tatoeage verwijderd (zwart)	Amateur	Professioneel
	>90	149	14
	> 75	19	6
	> 50	11	6
	> 25	12	0
	< 25	22	1
	Bij amateuristische tatoeages waren gemiddeld 2 behandelingen nodig om >75% tatoeage verwijdering te krijgen. Bij professionele tatoeages waren gemiddeld 6.3 behandelingen nodig om >75% tatoeage verwijdering te krijgen. Cicatrix (n=3), enkel bij tatoeages met een rood component en behandeld met Nd:YAG laser (1064 nm). Hyperpigmentatie (n=31) kwam regelmatig voor bij de 1064 nm golflengte, waarbij huidtype I het minste hyperpigmentatie vertoonde. Hyperpigmentatie welke na de eerste behandeling was ontstaan herstelde zich vanzelf binnen 6 maanden. Van alle professionele tatoeages (n=27) reageerde er 5 met hypopigmentatie na 8 of meer behandelingen, waarbij gedurende de 6 maanden repigmentatie zichtbaar was. Pruritus kwam voor bij 25% van de patiënten na 1-3 dagen of soms na 14 dagen na de behandeling en herstelde zich binnen 2-3 dagen na het ontstaan hiervan.		
Conclusie	De Q-switched Nd:YAG laser is een effectieve behandelmethode voor zwart en rood gekleurde tatoeages, waarbij weinig complicaties optreden. Amateuristische tatoeages hebben over het algemeen minder behandelingen nodig en geven een meer volledige verwijdering van de tatoeage. Reactie op professionele tatoeages is daarentegen langzamer en geeft een incompletere verwijdering van de tatoeage. De Nd:YAG golflengten zijn ongeschikt voor het verwijderen van licht gekleurde tatoeages. De Q-switched Nd:YAG laser (532 nm) is geschikt voor het verwijderen van rood gepigmenteerde tatoeages.		

	Er zijn meerdere lasers nodig om gekleurde tatoeages te verwijderen.
Discussie	De onderzoekers zijn er niet achter gekomen waarom de groep van >75 % verwijdering minder behandelingen nodig hadden dan de groep van >50 % verwijdering. Er is nog onvoldoende onderzoek gedaan naar het verschil tussen de verschillende Q-switched lasers om te kunnen concluderen welke golflengte het meest effectief is.
Algemeen	Binnen het artikel wordt naast het onderzoek informatie gegeven over: - Andere methoden voor tatoeage verwijderen en diens complicaties - Soorten Q-switched lasers - Selectieve fothermolyse - Penetratiediepte golflengte - Absorptie golflengte in melanine en kleur tatoeage pigment - Behandelvariabelen - Complicaties en lokale huidreacties

Auteur(s), Titel & Jaartal	Werner, S., Drosner, M. & Raulin, C. Tattoo removal Q-switched ruby laser (694 nm) and the Q-switched Nd:YAG laser (532 and 1064 nm). A retrospective study (1999)
Level of evidence	5
Design, Methode en Deelnemers	Cohort onderzoek. Retrospectief vergelijkende studie. Patiënten (n=47) waarvan man (n=34) en vrouw (n=13) Leeftijd 18-84 jaar 8,5% Fitzpatrick huidtype I, 74,5% Fitzpatrick huidtype II, 14,8% Fitzpatrick huidtype III en 2.2% Fitzpatrick huidtype V. Tatoeages (n=93) waarvan professioneel (n=25) en amateuristisch (n=68) Amateuristische zwarte tatoeages (n=58), polychromatische tatoeages (n=10) Professionele zwarte tatoeages (n=10), polychromatische tatoeages (n=15) Eerder met laser behandelde zwarte tatoeages (n=2) en polychromatische tatoeages (n=1) 41,9% van tatoeages gelokaliseerd op onderarmen, 8.6% op handen, 5.4% op schouders, 4.3% op borst, 2.2% op de rug, 2.2% op de dij en 1,0% op gezicht. Amateuristische tatoeages met zwart pigment behandeld met Q-switched Nd:YAG laser (1064 nm) (n=12) Professionele tatoeages met zwart pigment behandeld met Q-switched Nd:YAG laser (1064 nm) (n=2)
Exclusie	Polychromatische tatoeages met licht gekleurd tatoeage pigment

	Q-switched Ruby laser (694 nm), de Q-switched Nd:YAG laser (532 nm) en de Q-switched Nd:YAG laser (1064 nm) in combinatie met andere laserapparatuur.
Meetmethode	Verlichting tatoeage pigment Gering = <40% Goed = 40-69% Zeer goed = 70-99% Compleet = 100% Complicaties zijn geregistreerd.
Interventies	Q-Switched Nd:YAG laser 1064 nm 5-7 ns 2-6 mm spotgrootte Max. 12 J/cm² De instellingen zijn bepaald en geoptimaliseerd per individuele patiënt. Patiënten zijn behandeld totdat dan wel complete verwijdering van de tatoeage is bewerkstelligd of het maximaal mogelijke behandelresultaat is behaald. Dit betrof bij professionele tatoeages 20,0 behandelingen en bij amateuristische tatoeages 6,9/9,3 behandelingen. Merendeel van de tatoeages zijn behandeld met lokale intracutane anesthesie. Bij 17,2% van de tatoeages is 1-3 uur voor de laserbehandeling EMLA crème aangebracht. Na de behandeling is antibacteriële zalf en verband op de tatoeages aangebracht.
Follow-up	Onbekend
Resultaat	Amateuristische zwarte tatoeages (n=8) vertoonde 100% verwijdering van pigment, tatoeages (n=4) vertoonde 70-99% verwijdering van tatoeage pigment. Professionele zwarte tatoeages (n=2) vertoonde 70-99% verwijdering van tatoeage pigment. Van de tatoeages (n=14) welke zijn behandeld met de Q-switched Nd:YAG (1064 nm) vertoonde 1,1% blaren, 4,3% hypopigmentatie, 1,1% hyperpigmentatie, 0% cicatrix en 0% infectie. Bij >5 J/cm² traden bij tatoeages puntbloedingen op. Amateuristische tatoeages met zwart pigment hebben gemiddeld 6.9 behandelingen nodig om 100% verwijdering van tatoeagepigment te bewerkstelligen. 9.3 behandelingen zijn gemiddeld nodig geweest om 70-99% verwijdering van pigment te bewerkstelligen.

	Amateuristische tatoeages die meer dan 10 behandelingen behoefde waren gelokaliseerd op onderarmen (n=13), bovenarmen (n=9), borst (n=2), schouders (n=1), hand (n=1) en gezicht (n=1). Professionele tatoeages met zwart pigment hebben gemiddeld 20.0 behandelingen nodig om 70-99% verwijdering van pigment te bewerkstelligen.
Conclusie	De Q-switched Nd:YAG laser (1064 nm) is effectief in de behandeling van zwart tatoeage pigment bij zowel professionele als amateuristische tatoeages. Deze laser geeft een gelijke lokale huidreactie na de behandeling ten opzichte van andere lasers en significant minder complicaties. Professionele tatoeages hebben meer behandelingen nodig dan amateuristische tatoeages.
Discussie	Geen
Algemeen	Binnen het artikel wordt naast het onderzoek informatie gegeven over: - Andere therapieën voor het verwijderen van tatoeages en diens complicaties - Soorten Q-switched lasers - Werkingsmechanisme - Selectieve fotothermolyse - Penetratie diepte golflengte in de huid - Absorptie golflengte in melanine en kleur tatoeage pigment - Behandelvariabelen - Complicaties en lokale huidreacties

Auteur(s), Titel & Jaartal	Leuenberger, M.L., Mulas, M.W., Hata, T.R., Goldman, M.P., Fitzpatrick, R.E. & Grevelink J.M. Comparison of the Q-switched alexandrite, Nd:YAG, and ruby lasers in treating blue-black tattoos. (1999)
Level of evidence	5
Design, Methode en Deelnemers	Cohort onderzoek. Vergelijkende studie. Patiënten (n=34) Leeftijd 18-75 jaar Tatoeages (n=42) Blauw-zwart tatoeage pigment Oppervlak van tatoeages $\geq 25 \leq 120 \text{ cm}^2$ Tatoeages opgesplitst in 3 gelijke gedeelten
Exclusie	Q-switched Alexandrite laser (755 nm)

	Q-switched Ruby laser (694 nm)
Meetmethode	Klinische fotografie voor, direct na de behandelingen en bij follow-up. Verlichting tatoeage pigment 1 = mager (<25%) 2 = matig (25-50%) 3 = goed (51-75%) 4 = uitstekend (76-95%) 5 = compleet (100%) Onderzoekers (n=2) hebben deze schaal toegepast aan de hand van klinische fotografie Zelf beoordeling door patiënten (n=34)
Interventies	Q-Switched Nd:YAG laser 1064 nm 3.0 spotgrootte 10-20 ns 5-10 J/cm² De hoeveelheid energie is gebaseerd op het klinisch zichtbare en gewenste biologische effect van de behandeling Na behandeling is antibacteriële zalf aangebracht en is behandelgebied verbonden met verband. Behandelingen (n=3-6) afhankelijk van het resultaat en de medewerking patiënt met een interval van 6-7 weken.
Follow-up	1 maand na laatste behandeling
Resultaat	>95% verwijdering van de tatoeage pigmenten na behandeling (n=3) tatoeage (n=1), na behandeling (n=4) tatoeages (n=4) en na behandeling (n=6) tatoeages (n=6). Na behandeling (n=4) is de gemiddelde verlichting van de tatoeage 3.38, na behandeling (n=6) is dit gemiddeld 3.92 Tijdelijke hyperpigmentatie (n=3), hypopigmentatie (n=0)
Conclusie	De Q-switched Ruby laser (694 nm) is significant effectiever in het verwijderen van tatoeagepigment in vergelijking met de Q-switched Alexandrite (755 nm) en de Q-switched Nd:YAG lasers (532 nm en 1064 nm) na 4 en 6 behandelingen. Alle lasers vertonen een significante relatie tussen de toename van het verwijderen van tatoeage pigment met het toenemen van het aantal behandelingen. De Q-switched Nd:YAG laser (1064 nm) veroorzaakt significant minder complicaties dan de Q-switched Alexandrite (755 nm) en Q-switched Ruby laser (694 nm).
Discussie	Tatoeages (n=26) hebben behandelingen (n=6) ondergaan. Andere patiënten hebben >95% verwijdering van tatoeagepigment in minder behandelingen bewerkstelligd, andere hebben de follow-up niet bijgewoond. De auteurs vinden de spot van de laser een belangrijke parameter voor het bewerkstelligen van verwijdering van

	tatoeagepigment. Een grote spot zorgt voor meer energie absorptie in de te treffen chromofoor. De spot moet $\geq 5\text{mm}$ zijn om de optimale diepte van de dermis te bereiken. Het verschil in spot tussen de lasers kan daarom de uitkomsten van het onderzoek hebben beïnvloed.
Algemeen	Binnen het artikel wordt naast het onderzoek informatie gegeven over: - Soorten Q-switched lasers - Werkingsmechanisme - Penetratiediepte golflengte - Absorptie golflengte in melanine en kleur tatoeage pigment - Behandelvariabelen

Auteur(s), Titel & Jaartal	Ferguson, J.E., Andrew, S.M., Jones, C.J. & August, P.J. The Q-switched neodymium:YAG laser and tattoos: a microscopic analysis of laser-tattoo interactions. (1997)
Level of evidence	5
Design, Methode en Deelnemers	Cohort onderzoek. Histologisch onderzoek. Tatoeages (n=35) waarvan amateuristisch (n=22) en professioneel (n=13) Tatoeages (n=35) bevatten zwart tatoeage pigment
Exclusie	Licht gekleurd tatoeage pigment Q-switched Nd:YAG laser (532 nm)
Meetmethode	Lichtmicroscop en transmissie elektronenmicroscop Stansbiopten (n=2) zijn per meetmoment van tatoeages (n=35) met zwart en gekleurd gedeelte afgenomen voor de behandeling, direct na de behandeling en 2, 7, 30, 60 en 90 dagen na behandeling.
Interventies	Q-Switched Nd:YAG laser 1064 nm 1-10 Hz 2.0 mm spotgrootte 10 ns 10 J/cm² Minimaal aantal behandelingen (n=3) met een interval van 1 maand. Voor afname huidbiopten is lokale intracutane anesthesie toegepast. De biopten zijn geprepareerd voor onderzoek met de

	transmissie elektronenmicroscop
Follow-up	90 dagen
Resultaat	Beschrijving van bevindingen met de lichtmicroscop en transmissie elektronenmicroscop van zwarte tatoeages voor de behandeling, direct na de laser behandeling, 2 tot 90 dagen na de laser behandeling.
Conclusie	De Q-switched Nd:YAG laser (1064 nm) heeft een interactie met het tatoeage pigment waarbij het omgevende minimaal wordt beschadigd. Na de dermale vacuoles treedt een acute en chronische ontstekingsreactie op waarna snelle genezing en complete reconstructie van de dermis plaatsvindt. Wanneer de tatoeage pigmenten zich in de oppervlakkige en mid-dermis bevinden kunnen zwarte en rode pigmenten zonder sporen worden verwijderd. Wanneer pigmenten dieper in de dermis liggen zijn deze buiten het bereik van de laser. Hierdoor blijft een schaduw van de tatoeage klinisch zichtbaar in de huid.
Discussie	Geen.
Algemeen	Binnen het artikel wordt naast het onderzoek informatie gegeven over: - Locatie van het tatoeage pigment in de dermis - Werkingsmechanisme - Selectieve fothermolyse - Absorptie golfte in melanine en kleur tatoeage pigment - Fysiologische respons op laser - Complicaties en lokale huidreacties

Auteur(s), Titel & Jaartal	Jones, A., Roddey, P., Orengo, I. & Rosen, T. The Q-switched ND:YAG laser effectively treats tattoos in darkly pigmented skin. (1996)
Level of evidence	5
Design, Methode en Deelnemers	Cohort onderzoek. Niet vergelijkende studie. Patiënten (n=8) Fitzpatrick huidtype VI (n=8) Amateuristische tatoeages met zwart tatoeage pigment (n=15) Tatoeages zijn niet eerder behandeld
Exclusie	Geen
Meetmethode	Klinische fotografie voor de laser behandelingen op gestandaardiseerde wijze toegepast. Kleur behandelgebied

	1 = tatoeage geheel verwijderd maar behandeld gebied veel lichter of donkerder dan omliggende huid 2 = tatoeage geheel verwijderd maar behandeld gebied lichter of donkerder dan omliggende huid 3 = verbeterd maar 50% tatoeage zichtbaar 4 = sterk verbeterd maar 25% tatoeage zichtbaar 5 = bijna geheel verwijderd <5% tatoeage aanwezig Onderzoekers (n=4) hebben deze schaal toegepast aan de hand van klinische fotografie. Patiënten (n=8) hebben iedere behandeling de mate van pijn tijdens de behandeling geregistreerd. Zij hebben antwoord gegeven op vragen over de veranderingen in de tatoeage na de behandeling en hen is gevraagd om veranderingen in de textuur van de huid, de huidskleur en de effectiviteit van de therapie bij het verwijderen van de tatoeage te scoren.
Interventies	Q-Switched Nd:YAG laser 1064 nm 3.0 mm spotgrootte 6 ns 3.2-8.3 J/cm² Bij de eerste behandelingen werd 3.2-5.5J/cm² gebruikt, hierna werd 5.5-8.3 J/cm² ingezet. Patiënten (n=1) hadden behoefte aan locale intracutane anesthesie. Na de behandeling is antibacteriële zalf aangebracht waarna de tatoeage is afgedekt met tape. Patiënten hebben dit 2x daags herhaald totdat genezing is opgetreden. Behandelingen (n=2-6) Gemiddeld aantal behandelingen (n=3-4) met een interval van 8 weken
Follow-up	Onbekend.
Resultaat	Tatoeages (n=13) vertoonde geen verschil in pigment ten opzichte van de onbehandelde huid. Tatoeages (n=2) vertoonde lichte hyper- of hypopigmentatie ten opzichte van de onbehandelde huid. Tatoeages (n=8) vertoonde 75-95% verwijdering van tatoeage pigment, tatoeages (n=5) vertoonde ≥50% verwijdering van tatoeage pigment. Tatoeages (n=2) vertoonde 25% verwijdering van tatoeage pigment De effectiviteit van de behandeling volgens patiënten (n=6) correspondeerde met die van de onderzoekers. Patiënt (n=1) gaf echter in plaats van 75% verwijdering van het tatoeage pigment 50% aan. Patiënt (n=1) gaf aan dat er in plaats van 25% verwijdering van het tatoeage pigment geen verandering is te zien. Patiënten (n=8) gaven aan geen hypo- en hyperpigmentatie te zien Patiënten (n=7) gaven aan de pijn mild tot matig te ervaren. Patiënten (n=0) hebben cicatrix en verdikking van de huid na laserbehandelingen bemerkt.
Conclusie	Tatoeages bij patiënten met Fitzpatrick huidtype VI kunnen effectief en veilig worden behandeld met de Q-switched Nd:YAG laser (1064 nm).
Discussie	Tatoeages (n=2) welke 25% verwijdering van het tatoeagepigment vertoonde, hebben behandelingen (n=2) ondergaan

	waarna zij niet aanwezig zijn geweest bij de follow-up. Hierdoor vertekenen de resultaten in een lichte mate.
Algemeen	Binnen het artikel wordt naast het onderzoek informatie gegeven over: - Definitie tatoeage en kenmerken tatoeage pigment - Andere methoden tatoeage verwijdering en diens complicaties - Selectieve fothermolyse - Penetratiediepte golflengte - Absorptie golflengte in melanine en kleur tatoeage pigment - Behandelvariabelen - Complicaties

Auteur(s), Titel & Jaartal	Grevelink, J.M., Duke, D., Leeuwen van, R.L., Gonzalez, E., DeCoste S.D. & Anderson, R.R. Laser treatment of tattoos in darkly pigmented patients: efficacy and side effects. (1996)
Level of evidence	5
Design, Methode en Deelnemers	Cohort onderzoek. Niet vergelijkende studie. Patiënten (n=5) waarvan vrouw (n=5) en man (n=0) Leeftijd 20-40 jaar Fitzpatrick huidtypen VI Tatoeages 9-12 jaar aanwezig Tatoeages met zwart tatoeage pigment (n=4) polychromatische tatoeage (n=1) Tatoeages gelokaliseerd op gelaat (n=1), in de nek (n=2) in het gelaat/nek (n=1) en op de borst (n=1) Tatoeages (n=2) behandeld met Nd:YAG laser (1064 nm)
Exclusie	Q-switched Ruby laser (694 nm) Patiënt (n=1) nog onder behandeling Polychromatische tatoeages met licht gekleurd tatoeage pigment
Meetmethode	Klinische fotografie is voor iedere behandeling en bij iedere follow-up toegepast. Verwijdering tatoeage pigment 1 = 0-25% 2 = <50% 3 = <75% 4 = 75-99% 5 = 100%

	Veranderingen in pigment en textuurveranderingen zijn geschaald als: geen, licht, mild en ernstig Onderzoekers (n=2) hebben deze schaal toegepast aan de hand van klinische fotografie.
Interventies	Q-Switched Nd:YAG 1064 nm 10ns 3 mm spotgrootte 4.5-7.3 J/cm ² Behandelingen (n=3-8) met een interval van 1-6 maanden 2 uur voor de behandeling is EMLA crème aangebracht. Na de behandeling is de tatoeage behandeld met antibacteriële zalf en verbonden met verband.
Follow-up	10-27 maanden
Resultaat	Patiënt (n=1) vertoonde na behandelingen (n=4) 50% verwijdering van tatoeage pigment en milde hyperpigmentatie Patiënt (n=1) vertoonde na behandelingen (n=6) 95% verwijdering van tatoeage pigment
Conclusie	Dermaal pigment kan bij patiënten met een donker huidtype het beste verwijderd worden met de Q-switched Nd:YAG laser (1064 nm).
Discussie	Geen
Algemeen	Binnen het artikel wordt naast het onderzoek informatie gegeven over: - Werkingsmechanisme - Selectieve fothermolyse - Absorptie golflengte in melanine en kleur tatoeage pigment - Behandelvariabelen - Complicaties

Auteur(s), Titel & Jaartal	Levine, V.J. & Geronemus, R.G. Tattoo removal with the Q-switched ruby laser and the Q-switched Nd:YAG laser: a comparative study. (1995)
Level of evidence	5
Design, Methode en Deelnemers	Cohort onderzoek. Vergelijkende studie. Patiënten (n=40) waarvan man (n=24) en vrouw (n=16)

	Leeftijd 18-62 jaar Fitzpatrick huidtype II (n=10), huidtype III (n=18) en huidtype IV (n=11) Tatoeages (n=48) waarvan amateuristisch (n=9) en professioneel (n=39) Polychromatische tatoeages waarbij altijd zwart en blauw tatoeage pigment. Tatoeages gelokaliseerd op arm (n=30), rug (n=5), borst (n=5), been (n=3), hand (n=1), billen (n=1), nek (n=1) en buik (n=2) Fase 1 vergelijkende studie tussen Q-switched Nd:YAG laser (1064 nm) en Q-switched Ruby laser (694 nm) waarbij tatoeages in twee gelijke gedeelten zijn gedeeld. Fase 2 behandeling van rode pigmenten in tatoeage met 532 nm.
Exclusie	Q-Switched Nd:YAG laser (532 nm) of de Q-Switched Ruby laser (694 nm)
Meetmethode	Klinische fotografie is voor en na de behandeling toegepast.
	Onderzoekers (n=2) en patiënten (n=40) hebben klinische fotografie en bevindingen beoordeeld.
Interventies	Q-Switched Nd:YAG laser 1064 nm 5-10 ns 2 mm spotgrootte 10-14 J/cm² Behandeling (n=1) is uitgevoerd op de helft van de tatoeages (n=48) De instellingen van de apparatuur zijn aangepast aan de individuele patiënt om de tatoeage zo optimaal mogelijk te behandelen en het risico op complicaties zo klein mogelijk te houden. Merendeel van de patiënten hebben voor de behandeling lokale intracutane anesthesie ontvangen. Na de behandeling is antibiotica zalf op de tatoeage aangebracht en is deze verbonden met verband.
Follow-up	1 maand na de behandeling
Resultaat	Van de professionele tatoeages met zwart pigment (n=39) vertoonde tatoeages (n=4) een betere reactie bij de Q-switched Nd:YAG laser (1064 nm) en tatoeages (n=17) een gelijke reactie ten opzichte van de Q-switched Ruby laser (694 nm). Van de amateuristische tatoeages met zwart pigment (n=9) vertoonde tatoeages (n=2) een betere reactie bij de Q-switched Nd:YAG laser (1064 nm) en tatoeages (n=1) een gelijke reactie ten opzichte van de Q-switched Ruby laser (694 nm). Van de professionele tatoeages (n=39) vertoonde na behandeling met de Q-switched Nd:YAG laser (1064 nm) hypopigmentatie (n=3), hyperpigmentatie (n=4) textuurveranderingen van de huid (n=4) en cicatrix (n=1).

	Van de amateuristische tatoeages (n=9) vertoonde na behandeling met de Q-switched Nd:YAG laser (1064 nm) hypopigmentatie (n=2), hyperpigmentatie (n=0) textuurveranderingen van de huid (n=0) en cicatrix (n=0).
Conclusie	Gedeelten van tatoeages welke zijn behandeld met de Q-switched Nd:YAG laser (1064 nm) vertoonden meer bloedingen en verlies van huid tijdens de behandeling dan de gedeelten van de tatoeage behandeld met de Q-switched Ruby laser (694 nm). De Q-switched Ruby laser (694 nm) verwijderd zwart tatoeage pigment in zowel professionele als amateuristische tatoeages beter dan de Q-switched Nd:YAG laser (1064 nm). De Q-switched Nd:YAG laser (1064 nm) vertoont significant minder hypopigmentatie bij zowel professionele als amateuristische tatoeages en meer hyperpigmentatie, textuurveranderingen van de huid en cicatrix bij professionele tatoeages.
Discussie	Binnen deze studie zijn hoge instellingen ten aanzien van de energie gehanteerd. Hierdoor kunnen de uitkomsten zijn vertekend. Daarnaast is er gebruik gemaakt van een nieuw model Ruby laser met een kortere pulsduur en een veranderde profiel van de laserstraal zorgen voor significant meer peak power per puls. Hierdoor is de kans aanwezig dat de resultaten ten aanzien van de Q-switched Ruby laser (694 nm) beter uitvallen in deze studie.
Algemeen	Binnen het artikel wordt naast het onderzoek informatie gegeven over: - Andere methoden voor het verwijderen van tatoeages en diens complicaties - Werkingsmechanisme - Selectieve fothermolyse - Penetratiediepte golflengte - Absorptie golflente in melanine en kleur tatoeage pigment - Fysiologische respons op laser - Complicaties

Auteur(s), Titel & Jaartal	Ashinoff, R., Levine, V.J. & Soter, N.A. Allergic reactions to tattoo pigment after laser treatment. (1995)
Level of evidence	5
Design, Methode en Deelnemers	Case studie. Patiënten (n=2) waarvan vrouw (n=2) Leeftijd 26 en 23 jaar. Professionele tatoeages (n=2) Tatoeage 1(n=1) met zwart, blauw, geel, groen en paars tatoeage pigment en een bestaansduur van 3 jaar gelokaliseerd op het onderbeen. Tatoeage 2(n=1) met zwart, blauw, rood en groen tatoeage pigment en een grootte van 5.0-6.5 cm gelokaliseerd op het

	dijbeen.
	Tatoeage 1 is opgesplitst in twee gelijke gedeelten. Helft van tatoeage 1 is behandeld met Q-switched Nd:YAG laser (1064 nm)
Exclusie	Q-switched Nd:YAG laser (532 nm) en Q-switched Ruby laser (694 nm)
Meetmethode	Subjectieve beschrijving van klinische verschijnselen door onderzoeker (n=1) en patiënten (n=2)
	Biopsie (n=1) van urticaria.
Interventies	Q-Switched Nd:YAG laser 1064 nm 2 mm spotgrootte bij behandeling (n=1) en 3.0 mm spotgrootte bij behandeling (n=2) 10 J/cm² bij behandeling (n=1) en 4.6 J/cm² bij behandeling (n=2) Behandelingen (n=2) met een interval van een aantal maanden Voor de behandeling is lokale intracutane anesthesie toegepast. Na de behandeling (n=1) is hydrogeen peroxide en antibacteriële zalf aangebracht, na behandeling (n=2) is zalf vervangen door bactroban. De allergische reactie is behandeld met systemische en lokale antibiotica.
Follow-up	8 weken
Resultaat	N.v.t
Conclusie	Tatoeage pigment bevindt zich intracellulair in macrofagen en fibroblasten. Na de behandeling met laser wordt het tatoeage pigment extracellulair en wordt door het lichaam als antigeen gezien. Dit komt voor bij verschillende kleuren pigment, voornamelijk bij mercury (rood), chromium (groen), cobalt (blauw) en cadmium (geel).
Discussie	Er zal geen verschil zijn tussen de verschillende Q-switched lasers en de kans op een allergische reactie.
Algemeen	Binnen het artikel wordt naast het onderzoek informatie gegeven over: - Andere methoden voor tatoeage verwijdering en diens complicaties - Werkingsmechanisme - Selectieve fotothermolyse - Fysiologische respons op laser - Complicaties en lokale huidreacties

**Auteur(s),
Titel &** Kent, K.M. & Graber, E.M.
Laser tattoo removal: a review.

Jaartal	(2012)
Level of evidence	6
Design	Review.
Exclusie	Q-switched Ruby laser (694 nm), Q-switched Alexandrite laser (755 nm), Q-switched Nd:YAG laser (532 nm) Licht gekleurd tatoeage pigment Cosmetische en traumatische tatoeages
Resultaten	De categorieën tatoeages en de redenen van het verwijderen hiervan wordt beschreven. Daarnaast wordt de geschiedenis en ontwikkelingen van de Q-switched lasers vermeldt. De soorten Q-switched lasers en de werking hiervan wordt toegelicht, waarbij specifiek wordt ingegaan op de Q-switched Nd:YAG laser (1064 nm), diens penetratiediepte en absorptie in melanine en kleur tatoeage pigment. Hierbij wordt selectieve fothermolyse genoemd. Er wordt toelichting gegeven op verschillende pigmenten eigenschappen. Het proces van tatoeage verwijdering met lasertherapie en de fysiologische respons op laser wordt toegelicht aan de hand van waarnemingen met een transmissie elektronenmicroscop. De verschillende complicaties en lokale huidreacties die tijdens de behandelingen kunnen ontstaan worden toegelicht. De behandelvariabelen en diens invloed op het behandelresultaat worden beschreven. Er wordt beschreven hoe de patiënten voor de behandeling geselecteerd dienen te worden en welke adviezen en nazorg er aan de patiënt gegeven dienen te worden. Er wordt geadviseerd altijd eerst een proefbehandeling uit te voeren. Toekomstige ontwikkelingen worden beschreven, waaronder het gebruik van picoseconde en het gebruik van veiliger pigment bij het implementeren van tatoeages in de huid.
Conclusie	Q-switched lasers kunnen op een effectieve en veilige wijze verschillende typen tatoeages verwijderen. Diepere golflengten penetreren dieper in de huid waardoor er minder interactie is met oppervlakkige melanosomen. De Q-switched Nd:YAG laser (1064 nm) is geschikt voor donkere huidtypen en voor blauw-zwart gekleurde tatoeages. Donkere amateuristische en professionele tatoeages kunnen met alle Q-switched lasers behandeld worden. Amateuristische tatoeages hebben minder behandelingen nodig dan professionele tatoeages, ondanks dat deze dezelfde kleur ogen.
Discussie	N.v.t.
Auteur(s), Titel & Jaartal	Pfirschmann, G., Karsai, S., Roos, S., Hammes, S. & Raulin, C. Tattoo removal--state of the art. (2007)
Level of evidence	6

Design	Review.
Exclusie	Q-switched Ruby laser (694 nm), Q-switched Alexandrite laser (755 nm), Q-switched Nd:YAG laser (532 nm)
Resultaten	Er wordt een beschrijving gegeven van het voorkomen van tatoeages en de redenen van het verwijderen hiervan. Eigenschappen van tatoeage pigment en de locatie hiervan in de huid wordt beschreven. De soorten Q-switched lasers en het proces van selectieve fothermolyse worden toegelicht. Het werkingsmechanisme en de fysiologische respons hierop worden toegelicht. Q-switched Nd:YAG laserstralen (1064 nm) bestaan uit infrarood licht en hebben een pulsduur van <20 ns. Momenteel zijn er spotgrootten beschikbaar van 8 mm, kan de energie ingesteld worden tot 12 J/cm² en kan er gebruikt worden gemaakt van maximaal 10 Hz. Daarnaast wordt de penetratiediepte en absorptie in melanine en kleur tatoeage pigment beschreven. De behandelvariabelen en diens effect worden vermeldt. Complicaties en huidreacties tijdens en na laserbehandelingen met Q-switched lasers worden beschreven en toegelicht. Nieuwe ontwikkelingen en benaderingen van de wijze waarop laserbehandelingen uitgevoerd kunnen worden beschreven.
Conclusie	Het proces van het verwijderen van tatoeages met lasertherapie is redelijk onbekend. De Q-switched Nd:YAG laser (1064 nm) is geschikt voor, donkere huidtypen diepe tatoeages en voor zwart en donker blauw gekleurde tatoeages. Voornamelijk bij professionele tatoeages zijn meerdere behandelingen nodig voor complete verwijdering van tatoeages, waarbij er echter vaak nog wat pigment zichtbaar is. Hoe meer behandelingen er worden uitgevoerd, hoe hoger de kans op hypopigmentatie. Complicaties komen het minst voor bij de Q-switched Nd:YAG laser(1064 nm) door de mindere mate van absorptie van melanine. Blijvende cicatrix of textuurveranderingen kunnen in zeldzame gevallen voorkomen.
Discussie	N.v.t.

Auteur(s), Titel & Jaartal	Burris K, & Kim, K. Tattoo removal (2007)
Level of evidence	6
Design	Review.
Exclusie	Q-switched Ruby laser (694 nm), Q-switched Alexandrite laser (755 nm), Q-switched Nd:YAG laser (532 nm) Verwijderen van tatoeages met mechanische en chemische methoden. Carbon dioxide laser en infrarood coagulator.
Resultaten	Er wordt informatie gegeven over het plaatsen en het verwijderen van tatoeages en de redenen hiervan. Verschillende behandelmethoden worden toegelicht waarbij de soorten Q-switched lasers worden genoemd.

	Selectieve fotothermolyse en het werkingsmechanisme van de Q-switched lasers worden toegelicht, waaronder die van de Q-switched Nd:YAG laser (1064 nm). Hierbij wordt de penetratiediepte en absorptie in melanine en kleur tatoeage pigment vermeldt. De verschillende huidreacties en complicaties die kunnen optreden door behandelingen met de Q-switched lasers worden beschreven. Daarnaast wordt ingegaan op de behandelvariabelen.
Conclusie	Van alle behandelmethoden om tatoeages te verwijderen, is het verwijderen van tatoeages middels lasertherapie de eerste keuze door de veiligheid en efficiëntie hiervan. Daarbij is de populariteit van Q-switched lasers in de loop der jaren toegenomen. Behandelingen met de Q-switched lasers zijn pijnlijk. Daarnaast zijn er meerdere behandelingen nodig voor een goed behandelresultaat. Van alle kleuren pigment, is zwart pigment het best te behandelen. De Q-switched Nd:YAG laser (1064 nm) is geschikt voor donkere huidtypen en voor blauw en zwart gekleurde tatoeages. Hypopigmentatie is niet geregistreerd met de Q-switched Nd:YAG laser (1064 nm). Er is nog geen ideaal lasersysteem ontwikkeld voor het verwijderen van tatoeages. Toch kunnen de Q-switched lasers de meeste tatoeages vervagen, waarbij complete verwijdering van tatoeages zeldzaam is. Cicatrix en textuurveranderingen komen zelden voor. Het is belangrijk dat de behandelend therapeut/arts op de hoogte is van de herkomst van de tatoeage, zodat de juiste laser kan worden ingezet, aangezien deze keuze afhankelijk is van het tatoeage pigment, het huidtype van de patiënt en de tatoeage etiologie.
Discussie	N.v.t.

Auteur(s), Titel & Jaartal	Mungnirandr, A., Manuskiatti, W., Hatthanirun, P., Outtarawichian, W., Sookruen, S., Buathong, C. et al. Laser tattoo removal in Thai students. (2011)
Level of evidence	5
Design, Methode en Deelnemers	Cohort onderzoek. Niet vergelijkende studie. Patiënten (n=115) waarvan man (n=101) en vrouw (n=14) Leeftijd 8-19 jaar Fitzpatrick huidtype III-IV Tatoeages (n=184), waarvan tatoeages (n=162) de studie hebben afgemaakt Patiënt (n=1) heeft een professionele tatoeage, patiënten (n=114) hebben amateuristische tatoeages. Tatoeages (n=162) bestaan uit zwart tatoeage pigment Gelokaliseerd op de enkel (n=83), vinger (n=24), schouder (n=24), been (n=11), onderarm (n=10), arm (n=6), pols (n=5),

	rug (n=4), schouder (n=4), borst (n=4), dij (n=3), handrug (n=2), voet (n=2), voetrug (n=1) en knie (n=1).
Exclusie	Complicaties ten aanzien van de laserbehandeling mogelijk in relatie tot het implementeren van het tatoeage pigment
Meetmethode	Vragenlijst over redenen voor het plaatsen van de tatoeage, de mogelijke complicaties bijbehorend aan de laser behandeling, de sociale consequenties bijbehorend aan de tatoeage en de redenen voor verwijdering. Klinische fotografie voor en na iedere laser behandeling. Verwijderen van tatoeage pigment 1 = <25% 2 = 26-50% 3 = 51-75% 4 = 76-100% 5 = 100% Onderzoeker (n=1) hebben deze schaal toegepast aan de hand van klinische fotografie. Patiënten (n=115) hebben de pijn tijdens de laserbehandeling gescoord aan de hand van een 'face score sheet' waarbij 1 is een lachend gezicht en 10 is een huilend gezicht.
Interventies	Q-Switched Nd:YAG laser 1064 nm 6 ns 3.0 mm spotgrootte 3.5-7.5 J/cm² Patiënten (n=32) ondergingen behandelingen (n=1) Patiënten (n=27) ondergingen behandelingen (n=2) Patiënten (n=19) ondergingen behandelingen (n=3) Patiënten (n=23) ondergingen behandelingen (n=4) Patiënten (n=14) ondergingen behandelingen (n=5) Aantal behandelingen (n=1-5) afhankelijk van tevredenheid patiënten. Behandelingen zijn met een gemiddelde interval van 2 maanden uitgevoerd. Minimaal 45 minuten voor de behandeling met laser is EMLA crème aangebracht. Na de behandeling zijn de tatoeages gekoeld met een coolpack. Patiënten met waarvan tatoeages met een groot oppervlak zijn behandeld hebben orale antibiotica gekregen.

Follow-up	Onbekend
Resultaat	Tatoeages (n=162) zijn beoordeeld door verlies van patiënten in de follow-up. Tatoeages (n=2) vertoonde <25% verwijdering van tatoeage pigment Tatoeages (n=14) vertoonde 26-50% verwijdering van tatoeage pigment Tatoeages (n=22) vertoonde 51-75% verwijdering van tatoeage pigment Tatoeages (n=122) vertoonde 76-100% verwijdering van tatoeage pigment Textuurveranderingen van de huid: Geen (n=95), licht (n=59), matig (n=8) en ernstig (n=0) Hyperpigmentatie: Geen (n=157), licht (n=5), matig (n=0) en ernstig (n=0) Hypopigmentatie: Geen (n=157), licht (n=5), matig (n=0) en ernstig (n=0) Cicatrix: Geen (n=134), licht (n=19), matig (n=9) en ernstig (n=0) Patiënten (n=83) heeft de behandeling als pijnlijk ervaren. Behandeling (n=1) was de mediaan van de pijnscore 4 Behandeling (n=2) was de mediaan van de pijnscore 2 Behandeling (n=3) was de mediaan van de pijnscore 2 Behandeling (n=4) was de mediaan van de pijnscore 4 Behandeling (n=5) was de mediaan van de pijnscore 2
Conclusie	Meest voorkomende reden van het plaatsen van een tatoeage is het volgen van vrienden en het vergroten van de schoonheid. De meest voorkomende redenen voor het verwijderen van tatoeages zijn de angst voor het mislopen van carrière mogelijkheden en de invloed van ouders en leraren. Het behandelen van tatoeages met de Q-switched Nd:YAG laser (1064 nm) kan tatoeages klinisch verwijderen in 75% van de patiënten, er was echter spraken van complicaties. Geen significante relatie tussen de persoon die de tatoeage had geplaatst en de bestaansduur van de tatoeage. Tevens geen relatie gevonden tussen het optreden van complicaties door de wijze van plaatsing van de tatoeage en de mate van het behandelresultaat en complicaties van de behandeling. Geen relatie gevonden tussen gebruik van EMLA crème, de duur van applicatie en de waarneming van pijn tijdens de laser behandeling.
Discussie	Complicaties in de zin van wondgenezing en infectie kunnen in meerdere mate zijn opgetreden door een verminderde mate van wondzorg door de studenten. Daarnaast is een vertraagde wondheling te wijten aan de distale lokalisatie van vele tatoeages binnen deze studie. Hierdoor kunnen de resultaten een licht vertekend beeld geven.
Algemeen	Binnen het artikel wordt naast het onderzoek informatie gegeven over:

- Redenen tatoeage verwijderen
- Penetratiediepte golflengte
- Absorptie golflengte in melanine
- Behandelvariabelen

Auteur(s), Titel & Jaartal	Aurangabadkar, S. & Mysore, V. Standard guidelines of care: Lasers for tattoos and pigmented lesions (2009)
Level of evidence	6
Design	Review.
Exclusie	Epidermale, gemixte en dermale laesies welke niet in de huid zijn geïmplantéerd Traumatische en cosmetische tatoeages IPL behandelingen Q-switched Ruby laser (694 nm), Q-switched Alexandrite laser (755 nm), Q-switched Nd:YAG laser (532 nm) Lasers met een lange pulsduur
Resultaten	Er wordt beschreven welke classificatie van tatoeages aangehouden wordt en wat de eigenschappen van deze tatoeages zijn. Algemene informatie over lasers en de soorten Q-switched lasers worden beschreven. Hierbij wordt ingegaan op het werkingsmechanisme, de penetratiediepte en absorptie in kleur tatoeage pigment. De indicaties en contra-indicaties voor behandeling worden genoemd. Er worden adviezen voor nazorg van het behandelgebied gegeven. Hetzelfde geldt voor de omgang met verschillende complicaties. Geadviseerd wordt om een proefbehandeling uit te voeren, EMLA crème te gebruiken en altijd oogbescherming te dragen. Daarnaast wordt er beschreven met welke behandelvariabelen rekening gehouden dient te worden. Ook het eindpunt van de behandeling wordt toegelicht. Geschikte disciplines die de behandelingen op een verantwoorde wijze uit kunnen voeren worden genoemd.
Conclusie	Donker blauw, zwart en groene tatoeages zijn goed te behandelen, in tegenstelling met rode en gele tatoeages. Amateuristische tatoeages hebben minder behandelingen nodig in vergelijking met professionele tatoeages. Tevens zijn professionele tatoeages niet altijd compleet te verwijderen, waardoor er pigment zichtbaar blijft. Het behandelen van tatoeages met lasertherapie is een veilige en effectieve procedure. Kennis betreffende de apparatuur, de parameters en de laser interactie met het weefsel is essentieel bij het uitvoeren van de behandelingen. Q-switched lasers worden gezien als de gouden standaard bij het behandelen van pigment laesies en tatoeages. Goede selectie van patiënten en het kiezen van de juiste golflengten maakt het mogelijk om een veilige behandeling uit te voeren.

	voeren, zelf bij donkere huidtypen, waarbij uitstekende behandelresultaten gerealiseerd kunnen worden. Het behandelresultaat bij het verwijderen van tatoeages is definitief. Door de absorptie van het laserlicht in pigmentdeeltjes in de dermis is het mogelijk het tatoeage pigment te verwijderen of minder zichtbaar te maken. De Q-switched Nd:YAG laser (1064 nm) penetreert 2-3 mm in de dermis en is geschikt voor het behandelen van diep gelegen pigment.
Discussie	N.v.t.

Auteur(s), Titel & Jaartal	Latreille, J., Levy, J.L. & Guinot, C. Decorative tattoos and reasons for their removal: A prospective study in 151 adults living in South of France. (2011)
Level of evidence	5
Design, Methode en Deelnemers	Kwalitatief onderzoek. Prospectieve survey. Patiënten (n=151) waarvan vrouw (n=65) en man (n=86) Patiënten (n=58) met een leeftijd van < 30 jaar, patiënten (n=37) van 30-39 jaar en patiënten (n=56) van 40-60 jaar Tatoeages (n=151) waarvan professioneel (n=92) en amateuristische (n=59) Monochromatische tatoeages (n=117) en polychromatische tatoeages (n=34) Tatoeages (n=87) met een oppervlak van <30 cm², tatoeages (n=52) met een oppervlak van 30-100 cm², tatoeages (n=12) met een oppervlak van >100 cm² Tatoeages met een bestaansduur van ≤5 jaar (n=39), 5-10 jaar (n=40), 10-20 jaar (n=35) en > 20 jaar (n=36) Tatoeages (n=84) gelokaliseerd op huid welke zichtbaar is in het dagelijks leven
Exclusie	Resultaten ten aanzien van het implementeren van het tatoeage pigment
Meetmethode	Vragen (n=9) over de kenmerken van de patiënt, vragen (n=7) over de tatoeage, vragen (n=1) over de redenen voor het plaatsen van de tatoeage, vragen (n=1) over de redenen voor het verwijderen van de tatoeage en vragen (n=1) over de interval tussen het plaatsen van de tatoeage en het verwijderen hiervan. Eigen verhaal van patiënten. Statistische analyse van verkregen gegevens
Interventies	Interview
Follow-up	Geen
Resultaat	Interval tussen het maken van de beslissing voor verwijdering en het daadwerkelijk verwijderen van de tatoeage, direct (n=32), ≤ 1 jaar (n=49), 1-5 jaar (n=48) en >5 jaar (n=22).

	Redenen voor tatoeage verwijdering: Nooit tevreden geweest met de tatoeage (n=31) Schaamte (n=29) Professionele redenen (n=25) Ontevredenheid over tatoeage ontwikkeld (n=18) Druk vanuit familie of van partner (n=17) Persoonlijke redenen (n=16) Verandering in leefstijl of partner (n=13) Uitgekeken op tatoeage (n=13) Lelijk (n=12) Onverenigbaar met huidige attitude/ waarden (n=12) Vervanging voor andere tatoeage (n=5) Onverenigbaar met leeftijd van patiënt (n=4)
Conclusie	Patiënten die tatoeages willen laten verwijderen kunnen aan de hand van diens kenmerken en redenen voor het verwijderen van de tatoeage in 4 typen worden gedeeld. Type 1 → mannen > 40 jaar, amateuristische tatoeages en sociale redenen voor verwijdering Type 2 → vrouwen < 30 jaar, hoger opgeleid, professionele tatoeages en esthetische redenen voor verwijdering Type 3 → mannen en vrouwen > 40 jaar, amateuristische tatoeages en sociale redenen voor verwijdering Type 4 → mannen < 40 jaar, hoger opgeleid, professionele tatoeages en esthetische redenen voor verwijdering
Discussie	Binnen deze studie zijn patiënten geïnccludeerd van vele verschillende leeftijden wat een invloed kan hebben op het willen verwijderen van tatoeages. Daarnaast was het binnen deze studie niet mogelijk om alle gegevens van de patiënt te registreren. Deze patiënten binnen deze studie zijn niet homogeen genoeg wat de uitkomsten binnen het onderzoek mogelijk vertekend.
Algemeen	Binnen het artikel wordt naast het onderzoek informatie gegeven over: - Behandelvariabelen