

Utilizzo della tecnologia laser ad alessandrite con impulsi in picosecondi per la rimozione dei tatuaggi: esperienza personale a sei mesi

RIASSUNTO

Sono stati trattati nell'arco di 6 mesi i tatuaggi di 108 pazienti, di età media 33 anni e fototipo da I a IV secondo la scala di Fitzpatrick. È stato usato il laser ad alessandrite in picosecondi (ps) 755 nanometri (nm) Picosure (Cynosure). Il 47% dei pazienti non era mai stato trattato e il 53% aveva effettuato in precedenza terapie con laser Q-switched.

Durante la prima seduta è stato utilizzato uno spot medio di 2,9 mm, fluenza media di 3,03 J/cm² e frequenza di 10 Hz. Nelle sedute successive i parametri sono stati modificati in base alla risposta al trattamento, al fototipo, all'abbronzatura e agli effetti collaterali, con una generale riduzione del diametro dello *spot* e, di conseguenza, un incremento della fluenza. Il 75% dei pazienti ha raggiunto una *clearance* del *tattoo* >75% alla terza seduta.

Il colore blu è stato eliminato con una media di 1-2 sedute, il verde e l'azzurro in 2-3 sedute e il colore nero ha raggiunto una *clearance* media del 75% dopo 3 trattamenti. Immediatamente dopo ciascuna seduta il 100% dei pazienti presentava una cute eritematosa ed edematosa.

Nell'80% dei casi si sono osservate vescicole e solo nel 10% bolle ed emorragie puntiformi. A distanza di tre mesi dalla prima seduta il 10% presentava ipopigmentazione (fototipi III e IV) e un altro 10% iperpigmentazione post-infiammatoria.

I risultati di questo studio sembrano confermare che la rimozione dei tatuaggi con laser ad alessandrite in ps sia più efficace a fluenze più basse, quindi più sicura, con minimo rischio di effetti collaterali, più veloce, con una *compliance* superiore.

Parole chiave

Tattoo, eliminazione tatuaggi, laser, picosecondi

ISSN 0391-3619 © Editrice Salus Internazionale srl

¹Dipartimento di Medicina,
Sezione di Dermatologia e
Venereologia - Università degli
Studi di Verona

²Specialista in Dermatologia
e Venereologia, Specialista in
Angiologia Medica - Università
degli Studi di Verona, Italia;
Libero professionista

Articolo pervenuto in redazione
il 2 settembre 2015
Accettato il 19 novembre 2015

¹MD, Department of Medicine,
Section of Dermatology and
Venereology, University of
Verona, Verona, Italy
²MD, Specialist in Dermatology
and Venereology, Specialist in
Medical Angiology, Verona Italy
- Freelance

Picoseconds alexandrite laser for tattoo removal: six months personal experience.

ABSTRACT

We have treated the tattoos of 108 patients for six months, the average age was 33 years with skin type I to IV according to the Fitzpatrick scale. It has been used the 755 nanometers (nm) picoseconds (ps) alexandrite laser, Picosure (Cynosure). 47% of patients had never been treated, and 53% had been previously treated with Q-switched laser.

During the first session was used an average spot size of 2.9 mm, fluence of 3.03 J/cm² and repetition rate of 10 Hz. In subsequent sessions the parameters were modified based on the response to treatment, skin type, skin tanning and side effects, with a general reduction of the spot size and, consequently, an increase of fluence. 75% of patients achieved tattoo clearance greater than 75% at the third session.

The blue color was eliminated in 1-2 sessions, green and blue in 2-3 sessions and the black color achieved 75% clearance after 3 treatments. Right after each session an erythematous and edematous skin was observed in 100% of patients.

Blistering and bleeding point were observed in 80% and 10% of patients, respectively.

After three months from the first treatment, 10% of patients had hypopigmentation (skin types III and IV) and another 10% had post-inflammatory hyperpigmentation. The results of this study seems to confirm that ps alexandrite laser for tattoo removal is more effective and safer at lower fluences, resulting in expedited clearance with less collateral injuries to surrounding tissues, with a greater patient's compliance.

Article arrived at the editorial office
on 2 september 2015
Accepted on 19 november 2015

Keywords
Tattoo, tattoo removal, laser, picosecond

ISSN 0391-3619 © Editrice Salus Internazionale srl

Introduzione

L'utilizzo dei "Q-Switched laser" o QS laser iniziò nel 1980, rivoluzionando le modalità di trattamento dei tatuaggi e delle lesioni pigmentate e diventando, in breve tempo il *gold standard* nella rimozione dei *tattoo*¹. Le particelle di pigmento di un tatuaggio sono frammentate grazie all'effetto fotomeccanico e fototermico derivante dall'energia laser².

Per raggiungere una fototermolisi selettiva la durata d'impulso deve essere inferiore al tempo di rilassamento termico del *target*, che è a sua volta determinato dalla dimensione e dalla forma del bersaglio stesso³. Il tempo di rilassamento termico si riduce in modo direttamente proporzionale alla dimensione del *target*.

Le particelle d'inchiostro dei tatuaggi hanno un tempo di rilassamento inferiore ai 10 nanosecondi (ns) suggerendo la necessità di una durata d'impulso in nanosecondi o addirittura in picosecondi (ps)^{4,5}. Il trattamento dei tatuaggi con tecnologia laser in ps (10^{-12} secondi) crea un significativo impatto fotomeccanico, tale da colpire il bersaglio in modo più selettivo ed efficace, senza danneggiare il tessuto circostante^{6,7}. L'obiettivo di questo studio è dimostrare l'efficacia della tecnologia laser in picosecondi nel trattamento dei tatuaggi in termini di percentuale di *clearance*, del numero di sedute e di effetti collaterali.

Materiali e metodi

Si tratta di uno studio retrospettivo, effettuato presso l'ambulatorio dermatologico del dott. Barba Gianfranco a Verona. In sei mesi, da novembre 2014 ad aprile 2015, sono stati arruolati 108 pazienti, che desideravano eliminare un tatuaggio, di età compresa tra i 20 e i 53 anni e fototipo da I a IV secondo la scala di Fitzpatrick.

Il 63% dei pazienti (n=69) ha iniziato i trattamenti a gennaio 2015. Il 47% dei pazienti (n=51) non era mai stato trattato e il 53% (n=57) aveva già effettuato terapie in precedenza con laser Q-switched con una media di 5 sedute (*range* 1-18). A tutti i pazienti è stato fatto firmare un consenso informato.

Criteri di esclusione sono stati i seguenti: infezioni sistemiche attive, utilizzo di farmaci fotosensibilizzanti, storia di melanoma e non-melanoma *skin cancer*, uso di isotretinoina nei 12 mesi precedenti, immunosoppressione, donne in gravidanza. Sono state scattate fotografie con macchina digitale Nikon D60 al basale e prima di ogni trattamento.

I trattamenti sono stati effettuati con laser ad alessandrite in picosecondi 755 nanometri Picosure (Cynosure). Sono stati ripetuti a intervalli variabili di 6 ± 2 settimane, arrivando ad un massimo di quattro sedute, durante il periodo a nostra disposizione,

solo su 7 pazienti (6%) (Tabella 1).

I parametri per effettuare il trattamento laser sono stati selezionati in base al fototipo del paziente, al tipo di tatuaggio, al colore del tatuaggio e al raggiungimento del "*whitening*" durante il test spot iniziale.

Ad ogni seduta è stato effettuato un trattamento con singolo passaggio (Tabella 1).

Tecnologia Picoscondi sedute	N, %, anno di inizio	Spot size medio mm (range)	DOSAGGI Fluenza J/cm ²	Boost %	Frequenza (Hz)
TX 1	39, 37 (2014) 69, 63 (2015)	2,9 (2,5-3,5)	3,03 (4,07-2,08)	13	10
TX 2	68, 63 (2015)	2,7 (2,4-3,2)	3,49 (4,42-2,49)	16	10
TX 3	32, 29 (2015)	2,6 (2,4-2,8)	3,77 (4,42-3,25)	20	10
TX 4	7, 6 (2015)	2,6 (2,5-2,7)	3,77 (4,07-3,49)	-	10

Tabella 1 - Variazione dei parametri laser (Picosure) utilizzati durante le quattro sedute

Durante la prima seduta è stato utilizzato uno *spot* medio di 2,9 mm (range 2,5-3,5 mm) con una fluenza media di 3,03 J/cm² (4,07-2,08 J/cm²) e una frequenza di 10 Hz; inoltre nel 13% dei soggetti, in particolare tutti coloro che avevano effettuato in precedenza più di 3 sedute con laser Q-Switched, è stato utilizzato l'effetto "*Boost Adjustable pressure*" che rende possibile una riduzione della durata d'impulso a 550 ps, con incremento pressorio del 70% sulle particelle d'inchiostro.

Nelle sedute successive i parametri utilizzati sono stati modificati in base alla risposta al trattamento precedente, al fototipo, all'abbronzatura e agli effetti collaterali con una generale riduzione del diametro dello *spot* e, di conseguenza, un incremento della fluenza (Tabella 1).

Non essendo disponibile, durante il periodo dello studio, il manipolo a 532 nm associato al laser ad alessandrite in ps per il trattamento dei colori rosso e giallo, in 12 pazienti è stato abbinato il laser Q-switched N-Yag 532 nm per il trattamento del colore rosso e in 11 pazienti il laser Q-switched N-Yag 650 nm per il colore giallo.

Nella mezz'ora precedente l'inizio del trattamento a tutti i pazienti è stata applicata lidocaina in gel anidro al 10% in occlusiva. Durante il trattamento i pazienti indossavano adeguati occhiali di protezione e veniva utilizzato un sistema di raffreddamento Criojet.

L'efficacia del trattamento è stata valutata ad ogni seduta in base alla percentuale di *clearance* del

tatuaggio sulle fotografie effettuate basandosi su una scala a 3 punti (0≤25%, 1>25%≤50%, 2>50%≤75%, 3>75%).

Risultati

Sono stati arruolati 108 pazienti di età media 33 anni (range tra 20 e 53 anni), 58 maschi (54%) e 50 femmine (46%) (Tabella 2). Sono stati trattati pazienti con fototipo da I a IV secondo la scala di Fitzpatrick, la maggior parte (93%) aveva un fototipo II e III.

I tatuaggi trattati erano tutti professionali, con un'età media di 5 anni (range 1 mese a 35 anni). Sono stati inoltre trattati 5 cover up di un precedente tatuaggio. Il 66% (n=71) era monocoloro, il 44% (n=47) era multicolore e la maggior parte dei tatuaggi presentava il colore nero (93%, n=101) (Tabella 2).

Caratteristiche	Pazienti n, %	Tattoo n, %
Numero	108	142
Sesso	M 58, 54 ; F 50, 46	-
Età	33 anni (20-53 anni)	5 anni (1mese-35anni)
Fototipo		
I	2, 2%	-
II	64, 59%	-
III	37, 34%	-
IV	5, 5%	-
Colori		
nero	-	101, 93
blu	-	17, 15
giallo	-	11, 10
verde	-	20, 19
rosso	-	25, 23
marrone	-	4, 4
viola	-	3, 3
bianco	-	6, 6
monocoloro	-	71, 66
multicolore	-	47, 44

Tabella 2 - Caratteristiche dei pazienti e dei tatuaggi trattati

Le sedi principalmente coinvolte erano la regione scapolare (30%) e il braccio (30%). Il 13% aveva tatuaggi in sedi multiple (Figura 1). Il 32% dei pazienti ha effettuato tre sedute e solamente il 6% ha effettuato la quarta seduta entro la data del 30 aprile 2015.

La percentuale media di clearance generale del tatuaggio dopo la prima seduta era del 43% (20-80%), alla seconda seduta del 70% (40%-100%) e alla terza seduta del 75% (50-100%) (Figura 2).

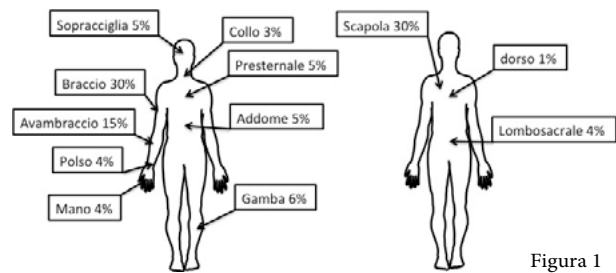


Figura 1

Figura 1 - Sedi dei tatuaggi. Il 13% dei pazienti aveva tatuaggi in sedi multiple

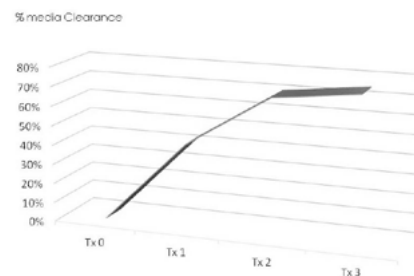


Figura 2

Figura 2 - La percentuale media di clearance del tatuaggio dopo ciascuna seduta. Dopo la prima seduta (TX1) era del 43% (20-80%), alla seconda seduta (TX2) del 70% (40%-100%) e alla terza seduta (TX3) del 75% (50-100%)

Il 75% dei pazienti ha raggiunto una clearance del tattoo superiore al 75% con un numero medio di tre trattamenti. Il colore blu è stato eliminato (clearance del 100%) con una media di 1-2 sedute, il verde e l'azzurro in 2-3 sedute (clearance 100%) e il colore nero ha raggiunto una clearance media del 75% dopo 3 trattamenti (Figure 3-6). Il rosso e il giallo, trattati con laser Q-Switched, avevano raggiunto una clearance del 75% e del 70% rispettivamente, dopo quattro trattamenti. Immediatamente dopo ciascuna seduta il 100% dei pazienti presentava una cute eritematosa ed edematosa.



Figura 3

Figura 3 - Tatuaggio di colore nero a livello della superficie volare dell'avambraccio destro al basale (A) e dopo tre sedute con laser ad alessandrite in ps 755 nm, effettuate a distanza di un mese l'una dall'altra (B-C-D)

Utilizzo della tecnologia laser ad alessandrite con impulsi in picosecondi per la rimozione dei tatuaggi: esperienza personale a sei mesi

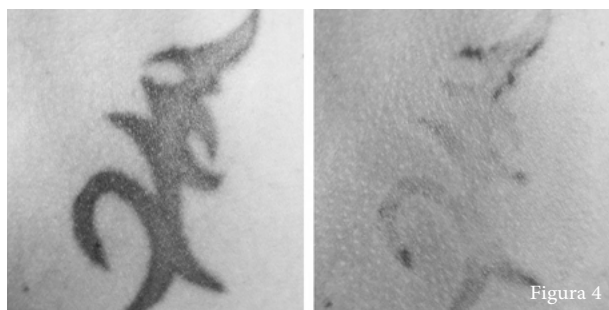


Figura 4



Figura 5

Figura 4-5 - Tatuaggio nero in sede sottoclaveare destra e sacrale rispettivamente al basale (A) e dopo due trattamenti (3 mesi dal basale) con laser ad alessandrite in ps 755 nm (B)

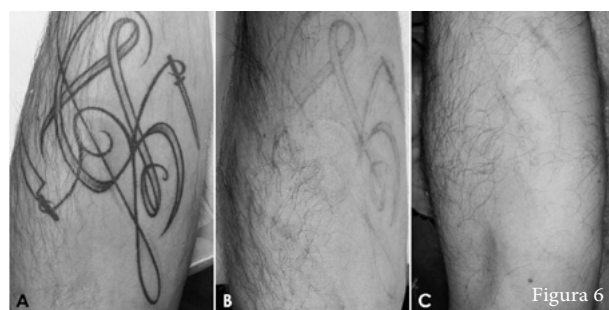


Figura 6

Figura 6 - Tatuaggio nero al basale (A), dopo 5 sedute di Q-switched N-Yag a distanza di 5 mesi (B) e dopo due sedute di laser ad alessandrite in ps a distanza di ulteriori due mesi (C)

Nell'80% dei pazienti si sono osservate vescicole a rapida risoluzione in 24 ore e solo nel 10% bolle (Figura 7) ed emorragie puntiformi, con guarigione in 5-7 giorni senza alcun esito cicatriziale.

A distanza di tre mesi dalla prima seduta il 10% presentava ipopigmentazione (fototipi III e IV) e un altro 10% iperpigmentazione post-infiammatoria.

Discussione

I risultati di questo studio dimostrano che la rimozione dei tatuaggi con laser ad alessandrite in ps 755 nm è efficace e sicura con minimo rischio di effetti collaterali. Il 75% dei pazienti ha raggiunto una *clearance* media del tatuaggio maggiore del 75% dopo tre trattamenti.

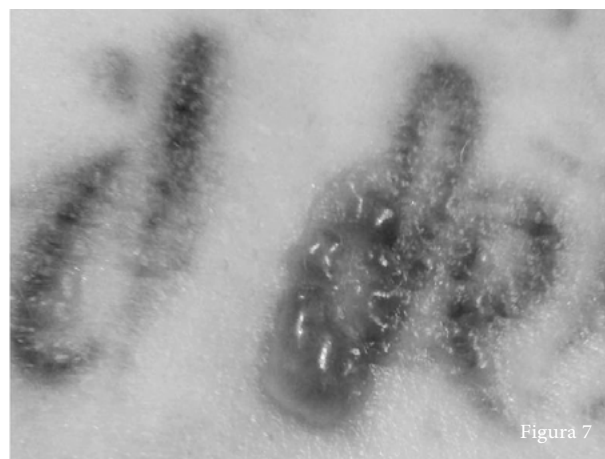


Figura 7

Figura 7 - Lesione bollosa comparsa a distanza di 8 ore dal trattamento con Picosure

Questo risultato si trova in accordo con quello di Saedi e colleghi⁷ che hanno condotto uno studio prospettico in singolo centro sull'utilizzo del laser ad alessandrite in ps 755 nm in 12 pazienti con tatuaggi neri e blu scuri ottenendo una *clearance* >75% nel 75% dei pazienti dopo una media di 4.25 trattamenti.

Lo stesso laser è stato utilizzato in un altro centro per trattare 12 tatuaggi di colore blu e verde. Il 92% dei pazienti raggiungeva una *clearance* >75% dopo una seduta, i restanti dopo due trattamenti⁸.

Nel nostro caso il colore blu è stato eliminato in 1-2 sedute (*clearance* del 100%), il verde e l'azzurro in 2-3 sedute (*clearance* 100%) e il colore nero ha raggiunto una *clearance* media del 75% dopo tre trattamenti. Il rosso e il giallo sono stati trattati con laser Q-switched N-Yag 532 nm e 650 nm con una *clearance* del 75% e del 70% rispettivamente, dopo quattro trattamenti.

In letteratura sono già presenti alcuni studi in cui viene utilizzata la tecnologia in ps anche per il trattamento del colore rosso e giallo⁹⁻¹².

La durata d'impulso in ps è approssimativamente 100 volte inferiore della durata d'impulso di un laser QS in ns e quindi più vicina al tempo di rilassamento termico delle particelle d'inchiostro del tatuaggio che si trovano all'interno dei fagosomi e nel citoplasma di cellule dermiche residenti quali fibroblasti, mastcellule e macrofagi, con un diametro variabile da 2 a 400 nanometri, formando aggregati di dimensione variabile da 0,5-40 micrometri¹³.

Ho e colleghi¹⁴ hanno dimostrato come la durata d'impulso in ps sia più efficace nella rottura delle particelle di pigmento rispetto al ns a causa di un aumentato effetto fotomeccanico. Hanno inoltre calcolato che l'ottimale durata d'impulso per la di-

struzione delle più piccole particelle di inchiostro era compresa tra 10 e 100 ps¹⁴.

Ross e colleghi⁵ e Herd e colleghi⁴ furono i primi a sperimentare gli effetti della tecnologia in ps per la rimozione dei *tattoo*. Ross e colleghi dimostrarono che un Nd: YAG laser in 35 ps era più efficace nella rimozione di 12 su 16 *tattoo* neri rispetto a un Nd: YAG laser in 10 ns utilizzando gli stessi parametri di fluensa e diametro dello *spot*.

Herd e colleghi compararono l'efficacia del laser *titanium: sapphire* (795 nm, 500 ps), con il laser ad alessandrite QS (755 nm, 50 ns) nella rimozione di tatuaggi neri su sei maialini albini della Guinea, dimostrando la superiorità della durata d'impulso in ps nella rimozione del tatuaggio, utilizzando un'energia superiore senza effetti collaterali.

Più recentemente Izikson e colleghi⁶ hanno confrontato il nuovo laser ad alessandrite 758 nm 500 ps (Cynosure) con il laser ad alessandrite QS 755 nm (Candela) per trattare tatuaggi in carbone neri in maialini dello Yorkshire dimostrando la superiorità del primo laser in termini di *clearance* del tatuaggio a tutte le fluense utilizzate già alla prima seduta.

Un recente lavoro, non ancora pubblicato, è stato presentato alla 34esima Conferenza annuale dell'ASLM (American Society for Laser Medicine and Surgery)¹⁵ in cui Tanghetti e colleghi hanno dimostrato una significativa *clearance* dei *tattoo* in 17 pazienti trattati con laser ad alessandrite in ps 755 nm utilizzando fluense iniziali di 1.3-2 J/cm² con un'ottima risposta per i colori blu e verde dopo solo una seduta¹⁶.

I principali effetti collaterali da noi riportati quali vesciche, bolle, emorragie puntiformi sono stati di rapida risoluzione e non hanno lasciato nessun esito cicatriziale, le ipopigmentazioni e le iperpigmentazioni post-infiammatorie tendevano a risolversi nel giro di alcuni mesi.

Nello studio condotto da Saedi⁷ alterazioni della pigmentazione si sono avute nel 30% dei pazienti. Brauer⁸ invece ha riportato la formazione di lesioni bollose in un paziente e in una minoranza alterazioni della pigmentazione con risoluzione senza esiti cicatriziali alle successive visite di *follow-up*.

Conclusioni

I risultati di questo studio sembrano confermare che la rimozione dei tatuaggi con laser ad alessandrite in picosecondi 755 nanometri sia più efficace a fluense più basse rispetto ai laser Q-Switched, quindi più sicura con minimo rischio di effetti collaterali, con percentuali di *clearance* dei *tattoo* migliori e raggiungibili con un numero inferiore di sedute, aumentando quindi la *compliance* dei pazienti.

Bibliografia

1. Taylor CR, Gange RW, Dover JS et al. Treatment of tattoos by Q-switched ruby laser. A dose-response study. *Arch Dermatol*. 1990; 126(7):893-9.
2. Freedman JR, Kaufman J, Metelitsa AI, Green JB. Picosecond lasers: the next generation of short-pulsed lasers. *Semin Cutan Med Surg*. 2014; 33(4):164-8.
3. Anderson RR, Parrish JA. Selective photothermolysis: precise microsurgery by selective absorption of pulsed radiation. *Science*. 1983; 220(4596):524-7.
4. Herd RM, Alora MB, Smoller B, Arndt KA, Dover JS. A clinical and histologic prospective controlled comparative study of the picosecond titanium:sapphire (795 nm) laser versus the Q-switched alexandrite (752 nm) laser for removing tattoo pigment. *J Am Acad Dermatol*. 1999; 40(4):603-6.
5. Ross V, Naseef G, Lin G et al. Comparison of responses of tattoos to picosecond and nanosecond Q-switched neodymium: YAG lasers. *Arch Dermatol*. 1998; 134(2):167-71.
6. Izikson L, Farinelli W, Sakamoto F, Tannous Z, Anderson RR. Safety and effectiveness of black tattoo clearance in a pig model after a single treatment with a novel 758 nm 500 picosecond laser: a pilot study. *Lasers Surg Med*. 2010; 42(7):640-6.
7. Saedi N, Metelitsa A, Petrell K, Arndt KA, Dovers JS. Treatment of tattoos with a picosecond alexandrite laser: a prospective trial. *Arch Dermatol*. 2012; 148(12):1360-3.
8. Brauer JA, Reddy KK, Anolik R et al. Successful and rapid treatment of blue and green tattoo pigment with a novel picosecond laser. *Arch Dermatol*. 2012; 148(7):820-3.
9. Bernstein EF, Schomacker KT, Basilavecchio LD, Plugis JM, Bhawalkar JD. A novel dual-wavelength, Nd:YAG, picosecond-domain laser safely and effectively removes multicolor tattoos. *Lasers Surg Med*. 2015 Jul 14.
10. Alabdulrazzaq H, Brauer JA, Bae YS, Geronemus RG. Clearance of yellow tattoo ink with a novel 532-nm picosecond laser. *Lasers Surg Med*. 2015; 47(4):285-8.
11. Gomez C, Martin V, Sastre R, Costela A, García-Moreno I. In vitro and in vivo laser treatments of tattoos: high efficiency and low fluences. *Arch Dermatol*. 2010; 146(1):39-45.
12. Beute TC, Miller CH, Timko AL, Ross EV. In vitro spectral analysis of tattoo pigments. *Dermatol Surg*. 2008; 34(4):508-15.
13. Taylor CR, Anderson RR, Gange RW, Michaud NA, Flotte TJ. Light and electron microscopic analysis of tattoos treated by Q-switched ruby laser. *J Invest Dermatol*. 1991; 97(1):131-6.

**Utilizzo della tecnologia laser ad alessandrite con impulsi in picosecondi per la rimozione dei tatuaggi:
esperienza personale a sei mesi**

14. Ho DD, London R, Zimmerman GB, Young DA. Laser-tattoo removal—a study of the mechanism and the optimal treatment strategy via computer simulations. *Lasers Surg Med.* 2002; 30(5):389-97.
15. Ho SG, Goh CL. Laser tattoo removal: a clinical update. *J Cutan Aesthet Surg.* 2015; 8(1):9-15.
16. Tanghetti EA, Tanghetti M. Dose optimization with a picosecond 755 nm alexandrite laser for tattoo removal. 34th American Society for Laser Medicine and Surgery (ASLMS) annual conference. Phoenix Arizona 2014.

