

Remoção de tatuagens com laser: revisão de literatura

Laser assisted tattoo removal: a literature review

RESUMO

A tatuagem está presente na cultura do homem desde o começo da civilização. Tentativas de remoção de tatuagens também são muito antigas. São relatados para remoção de tatuagens os seguintes procedimentos: dermoabrasão, retirada cirúrgica e procedimentos com lasers. Os lasers mais utilizados para remoção de tatuagens são: QS- Nd:YAG (1064 e 532nm), QS Rubi (694nm) e QS Alexandrite (755nm). Nossa revisão visa ao estudo do mecanismo de ação dos lasers na remoção de tatuagens e sua indicação correta para cada tipo de pigmento, além da descrição das complicações e a melhor forma de as prevenir.

Palavras-chave: lasers; terapia a laser; tatuagem.

ABSTRACT

Tattooing has existed in humankind's culture since the onset of civilization. Tattoo removal attempts are also very ancient. The following current methods are reported for the removal of tattoos: dermoabrasion, surgical excision, and laser procedures. The most commonly used lasers for tattoo removal are: QS-Nd:YAG (1,064 and 532nm), QS-Ruby (694nm) and QS-Alexandrite (755nm). The present review is aimed at studying the action mechanism of lasers for tattoo removal and the correct indication for each type of pigment, in addition to describing complications and the best manner of preventing them.

Keywords: lasers; laser therapy; tattooing.

INTRODUÇÃO

A tatuagem está presente na cultura do homem desde o começo da civilização. Esses sinais permanentes possuem diversos significados: amuletos, símbolos de status, declarações de amor, sinais de crença religiosa, adorno e até mesmo alguma forma de punição. Os primeiros relatos descritos de tatuagens foram datados de 2000 ac, em múmias egípcias. Em 1991 foi descoberta outra múmia, da era do gelo, datada em torno de 5.200 anos de idade que apresentava diversas tatuagens em seu corpo.¹ O que mudou nesse período todo foi a introdução de pigmentos de diversas cores, que permitiu tatuagens mais complexas. As tentativas de remoção de tatuagens também são muito antigas.

Educação Médica Continuada



Autores:

Carla Gregório Barbosa de Oliveira¹
Simão Cohen²
Valter Alves³

¹ Médica voluntária no Ambulatório de Laser da Faculdade de Medicina do ABC (FMABC) – Santo André (SP), Brasil.

² Chefe do Ambulatório de Laser da Faculdade de Medicina do ABC (FMABC) – Santo André (SP), Brasil.

³ Especializando do terceiro ano de dermatologia na Faculdade de Medicina do ABC (FMABC) – Santo André (SP), Brasil.

Correspondência para:

Dra. Carla Gregorio
Av. Príncipe de Gales, 821
09060-650 – Santo André – SP
E-mail: dermatologia@fmabc.br

Data de recebimento: 21/08/2013
Data de aprovação: 26/12/2013

Trabalho realizado na Faculdade de Medicina do ABC (FMABC) – Santo André (SP), Brasil.

Suporte Financeiro: Nenhum
Conflito de Interesses: Nenhum

Tipos de tatuagens

As tatuagens podem ser divididas em cinco categorias: profissionais, amadoras, cosméticas, traumáticas e médicas.

As profissionais são feitas com máquinas portadoras de agulhas vibratórias e contendo pigmentos de várias cores. Os grânulos de pigmentos são depositados superficialmente na derme. As tatuagens amadoras são feitas com agulhas ou máquinas improvisadas, e os pigmentos geralmente utilizados são: tinta de caneta, carvão, fuligem. As tatuagens cosméticas tiveram seu uso aumentado nos últimos tempos, principalmente em sobrancelhas, pálpebras (delineador), lábios (contorno), reconstrução de aréola mamária e outras cicatrizes. São utilizados majoritariamente pigmentos marrom, preto, rosa e vermelho.

As tatuagens traumáticas ocorrem quando o pigmento é depositado na pele por abrasão ou força resultante de explosão. Os materiais (asfalto, pólvora) ficam alojados na derme após o traumatismo, conferindo coloração preta ou azulada, dependendo da profundidade em que se instalam.

As tatuagens médicas são utilizadas, por exemplo, em protocolos de radioterapia.²

Técnicas de remoção de tatuagens

As técnicas mais antigas de remoção de tatuagem datam de 543 AC, desenvolvidas pelos gregos, que realizavam abrasão seguida de aplicação de sais e produtos químicos.³

A dermoabrasão já foi também bastante utilizada. O princípio dessa técnica é de destruição local da pele e consequente remoção do pigmento da tatuagem. O uso de ácido tricloroacético em altas concentrações também já foi descrito. Essas duas técnicas nem sempre provocam remoção completa da tatuagem e apresentam grande possibilidade de despigmentação e formação de cicatrizes inestéticas.⁴

A retirada cirúrgica das tatuagens também pode ser realizada. No entanto, pode deixar cicatriz linear resultante do procedimento, e muitas vezes as tatuagens são muito grandes ou em locais de difícil abordagem.⁵ A remoção cirúrgica pode ser indicada em pacientes que apresentam reações alérgicas aos pigmentos das tatuagens. Nesses casos, a tentativa de remoção com laser pode provocar reação de hipersensibilidade e até mesmo choque anafilático. Outra opção terapêutica descrita nessa situação é o laser de CO₂.

Em 1965 foi feito o primeiro relato de remoção de tatuagem com laser QS- Nd:YAG por Goldman e colaboradores.^{5,6} No entanto, a falta de compreensão aprofundada da física desse tipo de laser combinada com imprevisíveis resultados clínicos o fez cair em desuso nessa ocasião.

No final da década de 1970 e começo da seguinte os lasers mais utilizados para remoção de tatuagens eram o de dióxido de carbono (CO₂) e o de argônio.⁶ Como esses lasers têm como cromóforo a água e não são seletivos, novamente se apresentava o problema de o resultado clínico ser inconstante, com grande possibilidade de formação de cicatrizes inestéticas e hipopigmentação.^{7,8} O laser de argônio emite luz azul ou verde e tem comprimento de onda de 488 ou 514nm.

No começo de 1980 houve grande avanço depois da

publicação da teoria da fototermólise seletiva por Anderson e Parrish.⁹ Dessa forma, os lasers Q-switched- seletivos (QS) destruiriam somente alvos específicos, com o mínimo de dano ao tecido subjacente. A teoria anteriormente proposta por Goldman foi colocada em prática, e então iniciou-se o uso do QS Rubi para remoção de tatuagens.¹⁰

Aparelhos com pulsos de milissegundos, como os de luz intensa pulsada, não devem ser utilizados para remoção de tatuagens, pois aquecem os grânulos de pigmento, permitindo que esse calor se espalhe para tecidos adjacentes e cause dano. As tentativas de remoção de tatuagens com esses aparelhos geralmente resultam em cicatrizes e não retiram completamente o pigmento. Para melhores resultados devem ser usados os lasers Q-Switched.

Laser Q-Switched

O modo de funcionamento dos lasers Q-switched para remoção de tatuagens não é completamente esclarecido. Em estudo com avaliação pela microscopia eletrônica de tatuagens tratadas usando lasers QS observa-se a destruição de pigmento contido nas células e fragmentação dos pigmentos-alvo. Esse pigmento é então fagocitado, e uma resposta inflamatória se encarrega de transportar essas células para o tecido linfático.

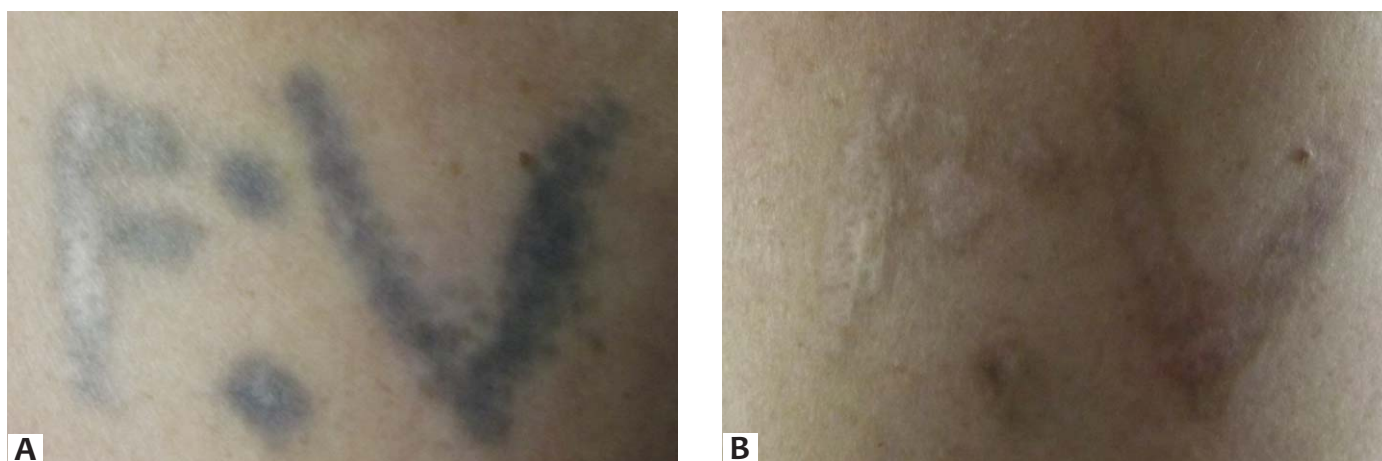
O laser QS Rubi foi o primeiro laser de QS a se tornar comercialmente disponível, seguindo-se os QS Nd:YAG e QS Alexandrite. Esses três lasers são usados ainda hoje, sendo importante lembrar que os comprimentos de onda são distintos entre si. Para a escolha do laser a ser utilizado, devem ser considerados: fototipo do paciente, duração do pulso do laser, *spot size* e fluência.²

O laser QS Rubi apresenta comprimento de onda de 694nm, emite luz vermelha e é mais bem absorvido pelas cores azul-escura e preta. As tatuagens muito escuras e as amadoras costumam responder muito bem a esse tipo de laser. Tatuagens médicas também podem ter boa resposta.² Após o tratamento com esse tipo de laser pode ocorrer hipopigmentação transitória que se resolve espontaneamente em período de tempo variável (Figura 1).

Zelickson e colaboradores fizeram estudo com 47 tatuagens azuis ou pretas tratadas simultaneamente com o QS Rubi, QS Nd:YAG e QS Alexandrite, e o QS Rubi apresentou resultados superiores, enquanto Anderson e Kilmer demonstraram que o QS Rubi também é eficaz no tratamento de tinta verde, embora outros estudos tenham mostrado que o QS Alexandrite trata essa cor de forma mais eficiente.^{11,12}

O QS Nd:YAG tem comprimento de onda de 1064nm, emite luz verde e através do cristal de KTP (potassium titanyl phosphate) dobra a frequência do 1064nm e também emite o comprimento de onda de 532nm. Essa versatilidade permite que ele trate pigmentos escuros, como preto e azul-escuro, usando o 1064nm e trate também o vermelho, amarelo e laranja com o 532nm.

O comprimento de onda mais longo faz com que esse laser tenha maior poder de penetração e com isso proteja mais os melanócitos da epiderme; logo, é um tipo de laser indicado



Figuras 1: **A e B** - Tatuagem de cores escuras apresentando pequena área de hipopigmentação, tratada com laser QS Rubi.

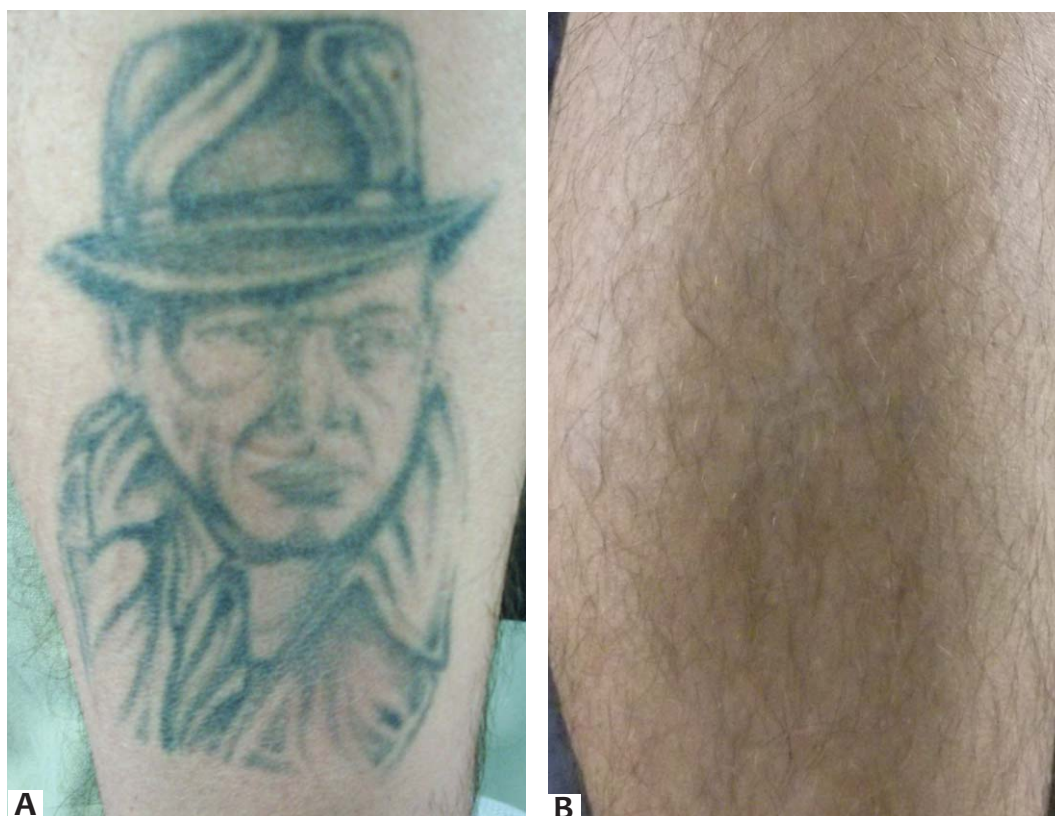


FIGURA 2: **A e B** - Tatuagem de cores escuras tratada com laser QS Nd: YAG.

para fototipos mais altos. Alguns estudos que compararam o QS Rubi com o QS Nd:YAG demonstraram que ele tem menor capacidade de formação de bolhas e menor chance de hipopigmentação residual¹³ (Figura 2).

Kilmer e colaboradores desenvolveram estudo com 39 tatuagens com QS Nd:YAG com fluências de 6 a 12j/cm². Foi obtida resposta de 75% para o pigmento preto em 77% das tatuagens tratadas, bem como *clearance* de 90% em 28% dos pacientes após quatro sessões, sem hipopigmentação secundária.¹⁴

Conforme já dito, o comprimento de onda do QS Nd:YAG pode ser dobrado com o KTP para 532nm. Esse comprimento de onda é bem absorvido por pigmentos vermelhos, laranja e amarelos. Essa descoberta foi publicada por Anthony e Harland, que realizaram estudo em que tratavam sete pacientes com alergia ao pigmento vermelho da tatuagem. Eles utilizaram o QS Nd:Yag com 532nm associado a corticosteroides tópicos com boa resposta.¹⁵ Deve-se levar em conta que esse comprimento de onda é absorvido pelos melanócitos epidérmicos, exis-

tindo, portanto, chance de hipocromia com esse tipo de laser.

O Laser QS Alexandrite foi lançado em 1993 por Anderson e colaboradores. Ele tem comprimento de onda de 755nm. Fitzpatrick e Goldman publicaram uma série de 25 pacientes com tatuagens amadoras e profissionais com 95% de resposta com seu uso para tatuagens pretas e azuis com média de 8,9 sessões.¹⁶ Esse laser mostrou-se superior ao QS Rubi e QS Nd:Yag para remoção do pigmento verde. Mas como é bem absorvido pelos melanócitos epidérmicos, também tem o risco de hipocromias residuais.¹²

Geralmente as tatuagens mais escuras e amadoras respondem bem aos três tipos de lasers citados, porque, por definição, a cor preta absorve todos os comprimentos de onda da luz visível. Os pigmentos vermelhos e verdes são bem absorvidos pelo QS Nd:Yag 532nm e pelo QS Alexandrite 755nm, respectivamente. Contudo, as tatuagens modernas muitas vezes são compostas por uma mistura de cores que pode ser complexa e muito variável e mesmo cores muito semelhantes podem ter composições completamente distintas, e portanto, espectros de absorção muito diferentes. A variação na composição química e na absorção do espectro pode resultar em tatuagens resistentes e mesmo não responsivas ao tratamento com laser.

Cores como amarelo e laranja são reconhecidamente muito resistentes, e cores como vermelho e verde têm resposta muito variável. Não existe teoria que explique essa resposta incompleta. Acredita-se que não é utilizado o comprimento de onda adequado para esse tipo de coloração.¹⁴

O escurecimento paradoxal logo após a sessão de laser para tatuagem também é descrito. Peach e colaboradores completaram estudo com 184 tatuagens não pretas e observaram mudança de cor em 33 delas. Essa mudança de cor variou do cinza-claro até o completo escurecimento da tatuagem. As tatuagens tratadas continham pigmentos brancos, amarelos e em tons de vermelho e se tornaram cinza ou escureceram completamente depois das sessões.¹⁷ Não se conhece o mecanismo exato que explica essa mudança. Tatuagens cosméticas em tons de vermelho e marrom geralmente possuem óxido de ferro em sua composição e já foi demonstrado *in vitro* a oxidação desse componente após sessão de QS Rubi.¹⁸

O dióxido de titânio encontrado em tatuagens brancas e de tons avermelhados também é responsável pela má resposta aos lasers. O dióxido de titânio corresponde a 95% do pigmento das tatuagens brancas, que por sua vez são utilizadas em conjunto com as outras tatuagens para ressaltar cor e brilho.¹⁹ Alguns casos de resistência ao verde e azul são atribuídos também à presença do dióxido de titânio.¹⁹

Em determinados casos, o tratamento com lasers ablativos pode ser indicado para remover pigmentos com risco de escurecimento ou aqueles resistentes ao tratamento.²⁰

São relatadas complicações após o tratamento com laser para tatuagens como dermatites, reações granulomatosas, reações liquenoides e reações pseudolinfomatosas, incluídas linfadenomegalias.²¹⁻²³ Existe, aliás, a preocupação com os produtos da degradação dos pigmentos após o laser. Vasold e colaboradores recentemente mostraram a formação de produtos contendo o

radical “Azo” que é conhecido por ser cancerígeno e citotóxico.²⁴

Considerações sobre o tratamento

Deve-se orientar o paciente sobre o número de sessões necessárias para a remoção da tatuagem (de seis a dez sessões ou mais) e sobre a possibilidade de sua não remoção completa. O número de sessões depende da cor da tatuagem, da idade e profundidade do pigmento.²

É importante orientar o paciente sobre a proteção solar, pois a melanina absorve o laser e, portanto, há maior chance de dano à pele adjacente, com formação de bolhas, hipopigmentação e cicatrizes. Se o paciente estiver bronzeado ou for de fototipo mais alto, recomenda-se o QS Nd:Yag (1064nm) que tem maior efeito de proteção dos melanócitos epidérmicos, pelo maior comprimento de onda.² Deve-se atentar também ao *spot size* utilizado no tratamento, pois, com os maiores, menor quantidade de energia será depositada superficialmente e menor será a chance de injúria dos melanócitos epidérmicos. Em pacientes com fototipo mais alto ou que estejam bronzeados recomenda-se, antes das sessões, o clareamento da pele, que poderá ser feito com cremes contendo tretinoína, hidroquinona e corticosteroides (combinação tríplice).

Quanto a algum medicamento que possa interferir na ação do laser, pacientes com artrite reumatoide em uso de sais de ouro podem desenvolver criúria à exposição ao laser, e pacientes em uso de isotretinoína devem interromper seu uso seis meses antes do início do tratamento para diminuir as chances de formação de cicatrizes hipertróficas. Estudos recentes, porém, não demonstram que a isotretinoína possa aumentar a chance de alteração na cicatrizaçãõ.

Anestesia antes das sessões é indicada, sendo possível o uso de anestésicos tópicos em forma de cremes com lidocaína a 5% com oclusão antes da sessão ou uso de anestesia infiltrativa e mesmo bloqueios regionais. Pode ser utilizado ar refrigerado para dar conforto durante a sessão. Quando a tatuagem é muito extensa, recomenda-se dividi-la em partes e realizar cada parte em uma sessão.

Cor da tatuagem e fototipo do paciente serão os principais critérios na seleção do tipo de laser a ser usado. Como já exposto, o QS Rubi, o QS Nd:YAG (1064nm), e o QS Alexandrite são os mais eficazes no tratamento de tatuagens azuis-escuras e pretas. O carbono contido no pigmento de tatuagens amadoras também responde bem, requerendo tipicamente menor número de tratamentos do que tatuagens coloridas profissionais. Em pacientes de fototipos mais altos, no entanto, o QS Nd:YAG (1.064nm) é indicado, pois o comprimento de onda maior interage com menos melanina epidérmica, resultando em menor probabilidade de hipopigmentação.

Tatuagens coloridas têm resposta imprevisível ao tratamento. Em geral, os lasers QS irão tratar a maioria das cores, ainda que determinadas cores possam ser altamente resistentes ao tratamento (sobretudo amarelo e laranja).

Alguns lasers podem tratar determinadas cores de forma mais eficaz, como o QS Nd:YAG (532nm) e QS Alexandrite

lasers para pigmentos vermelhos e verdes, respectivamente, mas como pigmentos de tatuagem são compostos complexos com composições variáveis, o sucesso do tratamento de tatuagens coloridas é muitas vezes difícil.

Como a resposta de uma tatuagem ao laser não pode ser prevista, pode ser indicado, a critério médico, um ponto de teste antes do tratamento completo.

Durante a sessão, o laser irá causar um “esbranquiçamento” da cor no local tratado. Esse fenômeno parece ser atribuído ao vapor e a bolhas de gás (*frost*) consequentes ao aquecimento rápido do tecido, o que geralmente se resolve 20 minutos após a sessão.^{25,26} Ele indica o *end point* da sessão, e, se não for observado, é provável que o tratamento não tenha sido suficiente. É comum após a sessão observamos também petéquias e até mesmo púrpuras.

Nos dias subsequentes ao tratamento é comum a formação de crostas que permanecem de sete a dez dias. Deve-se orientar curativo adequado para minimizar os riscos de infecção, bem como proteção solar. Se houver formação de bolhas, deve-se orientar o paciente a não rompê-las fora de ambiente estéril. Uma nova sessão poderá ser realizada no intervalo médio de quatro semanas.

Erro muito comum quando é realizado o tratamento com laser para remoção de tatuagens consiste na diminuição do *spot size* e no aumento da fluência quando a tatuagem passa a ser mais resistente ao tratamento. Deve-se ter em mente que nesses casos, diminuindo o *spot size*, o laser se torna mais superficial e consequentemente mais agressivo, com mais chances de cicatrizes. Muitas vezes, nesses casos é preferível até mesmo a troca do tipo de laser, já que diversos lasers Q-Switched absorvem o preto ou qualquer tipo de pigmento.

Na maioria dos casos, o tratamento de tatuagem ocorrerá em múltiplas sessões. Recentemente foram realizados estudos que sugerem múltiplos tratamentos em uma mesma sessão espaçados pelo tempo suficiente para resolução do *frosting* (geralmente 20 minutos). Kossida e colaboradores desenvolveram estudo no qual uma tatuagem (preta) era submetida a quatro passadas do QS Alexandrite, separadas por intervalos de 20 minutos. Ao final de três meses as tatuagens submetidas a esse protocolo mostraram melhor resposta do que aquelas submetidas a aplicação única. Essa técnica ficou conhecida como R20.²⁷

Outras técnicas descritas poderiam servir como adjuvantes ao tratamento com laser. Weiss e colaboradores, por exemplo, descreveram bons resultados com o uso de QS Rubi para remoção de tatuagem juntamente com laser de CO₂. Eles acreditam que o laser de CO₂ faria uma espécie de abrasão do tecido com a tatuagem, estimulando assim a resposta inflamatória dos macrófagos para a remoção do pigmento.²⁸ Já foi descrito também em dois estudos com humanos o uso de Imiquimod juntamente ao laser QS com melhor resposta do que o uso do laser isolado.^{29,30}

Scheibner e colaboradores fizeram estudo utilizando o QS Rubi para o tratamento de 163 tatuagens, sendo 101 amadoras e 62 profissionais. Foi utilizado *spot* de 5 a 8mm e fluência de 2 a 4J/cm². Realizaram-se em média três sessões para cada

lesão. Nesse estudo observou-se que as tatuagens amadoras responderam melhor do que as profissionais. Foi obtida resolução completa de quatro tatuagens amadoras, enquanto 84 responderam quase completamente, 11 com diminuição significativa do pigmento, e só duas obtiveram resposta insatisfatória. No grupo das profissionais, duas obtiveram resposta completa, cinco responderam quase completamente, 18 com diminuição significativa do pigmento, 25 com mínima resposta, e 12 com resposta quase nula. As tatuagens profissionais continham pigmentos coloridos (amarelo, vermelho, verde) que responderam menos do que o pigmento preto. Esses autores não descreveram nenhum caso de cicatriz após o tratamento.³¹

Como evitar complicações

Dano tecidual – Os principais parâmetros relacionados com o dano tecidual são o uso de adequado comprimento de onda e fluência do laser. A fluência é a medida da densidade de energia, medida por J/cm². O ideal é o uso da menor fluência possível que já provoque o branqueamento da lesão. Com o uso de fluências muito altas, a pele absorve muita energia e é possível formação de bolhas e cicatrizes.

Deve-se ter cuidado em fototipos mais escuros com o uso de altas fluências, pois o laser é muito absorvido, aumentando o risco desses efeitos indesejáveis. Nesse tipo de pele o laser mais indicado é o QS Nd:Yag (1064nm), que possui maior penetração e protege a epiderme.

Escurecimento paradoxal – Tatuagens cosméticas são feitas de uma mescla de pigmentos vermelhos, brancos, marrons e pretos. Muitas dessas tatuagens, quando tratadas com lasers Q Switched, apresentam escurecimento paradoxal imediatamente após o tratamento. Tatuagens brancas também apresentam esse comportamento devido à presença de zinco e dióxido de titânio. Quando ocorre o escurecimento paradoxal de uma tatuagem que está sendo tratada, uma série de medidas poderá ser tomada. Pode-se continuar as sessões usando o laser QS, usar lasers ablativos e mesmo optar-se pela retirada cirúrgica da lesão em casos mais resistentes. Existem bons relatos de casos com uso de QS Nd:Yag em tatuagens vermelhas ou marrons, embora para tatuagens amarelas e brancas a resposta não seja favorável. É válido ressaltar que tatuagens brancas quase sempre escurecem quando submetidas a laser, e nesses casos é possível pensar a associação com lasers ablativos como o CO₂ (10.600nm) ou Erbium Yag (2940nm).

Tatuagens traumáticas – Tatuagens resultantes de trauma geralmente contêm carbono e grafite, e costumam reagir muito bem a todos os tipos de laser QS. Se a partícula for muito grande, um laser de nanossegundos pode não ser o suficiente, e nesses casos é recomendado um laser ablativo como o Erbium Yag.³⁰ Deve-se ter muita cautela em tatuagens resultantes de explosivos, pois a energia do laser pode ser suficiente para causar explosão dessas partículas, que são inflamáveis e com a consequente formação de cicatrizes (*pock-like*).²

Reações alérgicas – A coloração à qual os pacientes apresentam mais alergia é a vermelha. Contudo, muitas vezes o vermelho pode estar camuflado na mistura com outras cores, como,

por exemplo, com o branco para formar o pigmento rosa. Essa reação pode manifestar-se como eczema, que pode tornar-se um nódulo, muito pruriginoso. Tatuagens amarelas também podem causar fotoalergias, pois contêm cádmio, que é composto altamente fotoalérgico. Não é recomendado o tratamento com laser Q Switched de tatuagens com processos alérgicos, pois existe a chance de desencadeamento de alergia sistêmica, incluindo choque anafilático. Nesses casos é recomendada a infiltração de corticoide intralesional, e existem alguns casos descritos com uso de laser ablativos (CO₂).³²⁻³⁷

AVANÇOS

Lasers de Picossegundos – Possuem duração de pulso menor do que os lasers Q Switched. Essa duração mais curta permite atingir mais efetivamente o pigmento com menor interação com os tecidos adjacentes. Um artigo de Ross e colaboradores demonstrou que 12 de 16 de tatuagens pretas tratadas utilizando o Nd-1046nm: YAG obtiveram melhor resposta com duração de pulso de 35 picossegundos do que um dos dez nanossegundos. Nesse estudo 16 tatuagens foram submetidas a quatro tratamentos com quatro semanas de intervalo. Em 12 das 16 o laser de picossegundos mostrou melhor resultado.³³ Também estão sendo desenvolvidas substâncias que melhoram as propriedades ópticas da pele, permitindo que o laser alcance mais facilmente a tatuagem na derme. Essas substâncias tópicas ou injetáveis estão sendo desenvolvidas com o intuito de diminuir a dispersão da luz devido ao colágeno dérmico, permitindo melhor remoção das tatuagens com menos efeitos colaterais.³⁵

Novos Pigmentos – Desde 1999 um novo pigmento de tatuagens é comercializado nos Estados Unidos; o Infnitink (Freedom Ink, EUA), criado especificamente para obter melhor resposta ao tratamento com laser. Ele é composto de corantes bio-absorvíveis encapsulados em esferas de polimetilmetacrilato (PMMA). Esses grânulos também contêm pigmentos adicionais especialmente pensados para absorção por determinados comprimentos de onda.² Tatuagens criadas com Infnitink podem ser removidas em muito menos tempo do que as tatuagens tradicionais.

CONCLUSÃO

A remoção da tatuagem foi revolucionada com a invenção do laser, e o aperfeiçoamento dessa tecnologia levou a resultados melhores e mais previsíveis. Porém, ainda são necessárias mais pesquisas a respeito da segurança de pigmentos de tatuagem. Atualmente os estudos estão mais focados no desenvolvimento de lasers mais rápidos (picossegundos) e no direcionamento mais eficiente do laser ao pigmento das tatuagens. No futuro, essas novas tecnologias vão gerar procedimentos mais seguros e eficazes.

É importante ressaltar que não há exigência legal de que os fabricantes divulguem os ingredientes dos pigmentos ou mantenham composições puras nas tintas utilizadas para tatuagens. Além de constituir risco para a saúde, isso torna a remoção um procedimento ainda mais desafiador. O conhecimento sobre a composição desses pigmentos poderia ajudar a orientar o tratamento e prever a probabilidade de resposta ou mudança de cor dessas tatuagens. ●

REFERÊNCIAS

1. Smithsonianmag.com [página na internet]. Lineberry C. Tattoos. [acesso 04 abril 2013]. Disponível em: <http://www.smithsonianmag.com/history-archaeology/tattoo.html>.
2. Kent, KM, Graber, EM. Laser tattoo removal: A Review. *Dermatol Surg.* 2012;38(1):1-13
3. Manchester G. Tattoo removal. A new simple technique. *Calif Med.* 1973;118(3):10-2.
4. Bernstein E. Laser tattoo removal. *Semin Plast Surg.* 2007;21(3):175-92.
5. Goldman L, Rockwell RJ, Meyer R, Otten R, Wilson RG, Kitzmiller KW. Laser treatment of tattoos. A preliminary survey of three year's clinical experience. *JAMA.* 1967;201(11):841-4.
6. Yules RB, Laub DR, Honey R, Vassiliadis A, Crowley L. The effect of Q-switched ruby laser radiation on dermal tattoo pigment in man. *Arch Surg.* 1967;95(2):179-80.
7. Reid R, Muller S. Tattoo removal by CO laser dermabrasion. *Plast Reconstr Surg.* 1980;65(6):717-28.
8. Apfelberg D, Maser M, Lash H. Argon laser treatment of decorative tattoos. *Br J Plast Surg.* 1979;32(2):141-4
9. Anderson R, Parrish J. Microvasculature can be selectively damaged using dye lasers: a basic theory and experimental evidence in human skin. *Lasers Surg Med.* 1981;1(3):263-76.
10. Reid W, McLeod P, Ritchie A, Ferguson-Pell M. Q-switched Ruby laser treatment of black tattoos. *Br J Plast Surg.* 1983;36(4):455-9.
11. Zelickson BD, Mehregan DA, Zarrin AA, Coles C, Hartwig P, Olson S, et al. Clinical, histologic, and ultrastructural evaluation of tattoos treated with three laser systems. *Lasers Surg Med.* 1994;15(4):364-72.
12. Kilmer S, Anderson R. Clinical use of the Q-switched ruby and the Q-switched Nd:YAG (1064 nm and 532 nm) lasers for treatment of tattoos. *J Dermatol Surg Oncol.* 1993;19(4):330-8.
13. DeCoste S. Comparison of Q-switched ruby and Q-switched Nd:YAG laser treatment of tattoos. *Lasers Surg Med.* 1991;11(Suppl 3):11.
14. Kilmer SL, Lee MS, Grevelink JM, Flotte TJ, Anderson RR. The Q-switched Nd:YAG laser effectively treats tattoos. A controlled, dose-response study. *Arch Dermatol* 1993;129(8):971-8.
15. Antony FC, Harland CC. Red ink tattoo reactions: successful treatment with the Q-switched 532 nm Nd:YAG laser. *Br J Dermatol.* 2003;149(1):94-8.
16. Fitzpatrick RE, Goldman MP. Tattoo removal using the alexandrite laser. *Arch Dermatol.* 1994;130(12):1508-14.
17. Peach A, Thomas K, Kenealy J. Colour shift following tattoo removal with Q-switched Nd-YAG laser (1064/532). *Br J Plast Surg.* 1999;52(6):482-7.
18. Anderson RR, Geronemus R, Kilmer SL, Farinelli W, Fitzpatrick RE. Cosmetic tattoo ink darkening. A complication of Q-switched and pulsed-laser treatment. *Arch Dermatol.* 1993;129(8):1010-4.
19. Ross EV, Yashar S, Michaud N, Fitzpatrick R, Geronemus R, Tope WD, et al. Tattoo darkening and nonresponse after laser treatment: a possible role for titanium dioxide. *Arch Dermatol.* 2001;137(1):33-7.
20. Wang C, Huang C, Yang A, Chen CK, Lee SC, Leu FJ. Comparison of two Q-switched lasers and a short-pulse erbiumdoped yttrium aluminum garnet laser for treatment of cosmetic tattoos containing titanium and iron in an animal model. *Dermatol Surg.* 2010;36(11):1656-63.
21. Ferguson J, Andrew S, Jones C, August P. The Q-switched neodymium:YAG laser and tattoos: a microscopic analysis of laser-tattoo interactions. *Br J Dermatol.* 1997;137(3):405-10.
22. Engel E, Vasold R, Santarelli F, Maisch T, Gopee NV, Howard PC, et al. Tattooing of skin results in transportation and light-induced decomposition of tattoo pigments-a first quantification in vivo using a mouse model. *Exp Dermatol.* 2010;19(1):54-60
23. Kazandjieva J, Tsankov N. Tattoos: dermatological complications. *Clin Dermatol.* 2007;25(4):375-82.
24. Vasold R, Naarmann N, Ulrich H, Fischer D, König B, Landthaler M, et al. Tattoo pigments are cleaved by laser light-the chemical analysis in vitro provide evidence for hazardous compounds. *Photochem Photobiol.* 2004;80(2):185-90.
25. Alissa A. Concomitant use of laser and isotretinoin, how safe. Grapevine, TX: American Society for Laser Medicine and Surgery; 2011.
26. Taylor CR, Gange RW, Dover JS, Flotte TJ, Gonzalez E, Michaud N, et al. Treatment of tattoos by Q-switched ruby laser. A dose-response study. *Arch Dermatol.* 1990;126(7):893-9.
27. Kossida T, Rigopoulos D, Katsambas A, Anderson R. Optimal tattoo removal in one treatment session with nanosecond domain laser pulses. Grapevine, TX: American Society for Laser Medicine and Surgery; 2011.
28. Weiss E, Geronemus R. Combining fractional resurfacing and Q-switched ruby laser for tattoo removal. *Dermatol Surg.* 2011;37(1):97-9.
29. Ricotti CA, Colaco SM, Shamma HN, Trevino J, Palmer G, Heaphy MR Jr. Laser-assisted tattoo removal with topical 5% imiquimod cream. *Dermatol Surg.* 2007;33(9):1082-91.
30. Elsaie ML, Nouri K, Vejjabhinanta V, Rivas MP, Villafradez-Diaz LM, Martins A, et al. Topical imiquimod in conjunction with Nd:YAG laser for tattoo removal. *Lasers Med Sci.* 2009;24(6):871-5.
31. Scheibner A, Kenny G, White W, Wheeland RG. A superior method of tattoo removal using the Q-switched ruby laser. *J Dermatol Surg Oncol.* 1990;16(12):1091-8.
32. Cambier B, Rogge F. Traumatic tattoo: use of the variable pulsed erbium:YAG laser. *Photomed Laser Surg.* 2006;24(5):605-9.
33. Ross V, Naseef G, Lin G, Kelly M, Michaud N, Flotte TJ, et al. Comparison of responses of tattoos to picosecond and nanosecond Q-switched neodymium:YAG lasers. *Arch Dermatol.* 1998;134(2):167-71.
34. Bernstein EF. Laser Tattoo Removal. *Semin Plast Surg.* 2007;21(3):175-192.
35. Bernstein EF, Kornbluth S, Brown DB, Black J. Treatment of spider veins using a 10 millisecond pulse-duration frequency-doubled neodymium YAG laser. *J Dermatol Surg.* 1999;25(4):316-320.
36. Anderson RR, Geronemus R, Kilmer SL, Farinelli W, Fitzpatrick RE. Cosmetic tattoo ink darkening. A complication of Q-switched and pulsed-laser treatment. *Arch Dermatol.* 1993;129(8):1010-4.
37. Jimenez G, Weiss E, Spencer JM. Multiple color changes following laser therapy of cosmetic tattoos. *Dermatol Surg.* 2002;28(2):177-9.