

Traumás tatu eltávolítása Q-kapcsolt lézerrel, a kísérő heg pulzáló festéklézerrel és mikrotűs RF készülékkel történő egyidejű kezelésével, 4 eset kapcsán

Removal of traumatic tattoo with Q-switched laser and simultaneous scar treatment with pulsed dye laser and microneedle RF device. Report of 4 cases

VARJU GÁBOR DR.

Dr Derm Bőrgyógyászati Anti-Aging Központ, Esztétikai Lézer és Plasztikai Sebészet, Budapest

ÖSSZEFOGLALÁS

A traumás tatu baleset során az irhába került idegen anyag tartós jelenléte, mely leggyakrabban homok, aszfalt, salak, szénpor, grafit, olajszennyeződés, vagy tűzijáték alkotórészei, fémszemcse, puskaapor lehet. 4 esetet mutatunk be, az arcon és a végtagokon az irhába jutott szennyeződés mellett különböző mértékű, esztétikailag zavaró hegesedéssel. Ismertetjük az idegen anyag 1064nm-es hullámhosszúságú Q-kapcsolt Nd:Yag lézerrel történő sikeres eltávolítását, valamint a heg egyidejű kezelését pulzáló festéklézerrel, illetve mikrotűs rádiófrekvenciás készülékkel. A Q-kapcsolt lézer optimális terápiás megoldásnak tűnik a traumás tatu kezelésére, a szimultán elvégzett hegkezelés javítja a funkcionális és esztétikai eredményt.

Kulcsszavak:

traumás tatu – baleseti heg – tetoválás
eltávolítás – hegkezelés – Q-kapcsolt lézer –
1064 nm – pulzáló festéklézer – PDL –
mikrotűs RF – FRF

SUMMARY

Traumatic tattoo is a persistent presence of foreign bodies-like sand, asphalt, slag, carbon, graphite, oil, or fireworks' particles, metal and gunpowder contamination -in dermis after an accident. We present 4 cases with traumatic tattoo on the face and extremities with varying degrees of aesthetically disturbing scarring. We describe the successful removal of foreign bodies with a 1064nm wavelength Q-switched Nd:Yag laser, and the simultaneous treatment of the scar with a pulsed dye laser or a microneedle radio-frequency device. The Q-switched laser seems to be optimal therapeutic solution for the treatment of traumatic tattoos, and the simultaneous scar treatment results in both functional and aesthetic improvement.

Key words:

traumatic tattoo – traumatic scar – tattoo
removal – scar revision – Q-switched
laser – 1064 nm – pulsed dye laser – PDL –
microneedle RF – FRF

A traumás tatu baleset során az irhába került idegen anyag tartós jelenléte, mely leggyakrabban homok, aszfalt, salak, szénpor, grafit, olajszennyeződés, vagy tűzijáték alkotórészei, fémszemcse, puskaapor nem kívánt bejutásának következménye. Az elváltozás színe lehet fekete, szürke, kékestől vörösesbarnáig számos színátmenet, a bőrbe tetoválódott anyag minőségétől és elhelyezkedésének mélységétől függően. Békés körülmények között a baleseti horzsolás nagyobb számban eredményez traumás tatut, mint a robbanások, melyek háborús cselekmények, vagy katonai kiképzés során történt baleset következményei (1). Előfordulásuk a professzionális dekoratív és smink tetoválások

magas számához képest csekély. A traumás tatu eltávolításának igénye viszont magas, hiszen a balesetet elszenvedő minden stigmától szeretne megszabadulni, ami a rossz emléket felidézi.

A bőrbe jutott szennyeződés későbbi következményeinek mérséklésére a seb helyi érzéstelenítésben vagy altatásban történő alapos kitisztítása a reepitelizáció előtt, lehetőleg 6 órán belül, már a sürgősségi baleseti részlegen meg kell történnjen (2). Ez végezhető keményebb szőrű sterilizált kefével (pld. fogkefe), alaposan, körkörös mozdulatokkal, fiziológiás sóoldattal történő öblítés közben (3), de a nagyobb szemcséket a szem ellenőrzése mellett

szikепenge hegyével is ki lehet piszkálni, vagy finom végű (0,5 mm-es) csipesszel kiemelni (1). Később, a sebgyógyulás után a szennyező részecskék gyulladást és idegentest reakciót indítanak el, a tetoválófestékhöz hasonlóan „becsomagolódnak”, ezért eltávolításuk nehezebb lesz.

A kezelésre az elmúlt évtizedekben számos alternatíva merült fel, mint a sebészi kimetszés, dermabrázió, kémiai módszerek, kriosebészet, vagy elektrosebészet, de rossz kozmetikai eredményük miatt (hiperpigmentáció és hegesezés) alkalmazásuk háttérbe szorult (4). A Q-kapcsolt lézerek hatékonyan távolítják el az exogén és endogén pigmenteket, például az epidermális és dermális melanin-eltávolításokat (5), valamint a tetoválásokat (6). A lézerimpulzusokat a pigmentrészecskék elnyelik, ami kismértékű fototermikus, valamint túlnyomóan fotoakusztikus hatás révén e részecskék széteséséhez vezet (7). A kisebb részecskék ezután a makrofágok fagocitózisának esnek áldozatul, ezt követően a nyirokrendszeren keresztül, vagy transzepidermálisan eltűnnek (8). A Q-kapcsolt lézerek alkalmazása nagy körültekintést igényel, mert az alkalmazott 3-6 J/cm² energiasűrűség és a rövid impulzushossz (6 ns) miatt a teljesítménysűrűség gigawatt nagyságrendű lehet!

Teljesítménysűrűség (W/cm²) = Energiasűrűség (J/cm²) / Pulzusszélesség (ns) – azaz 6 J/cm² / 6 x 10⁻⁹ sec = 10⁹ W/cm², vagyis 1 GW/cm², így nem megfelelő kezelési technika esetén a heges szövödmény előfordulásának esélye jóval nagyobb, mint szőrtelenítés esetén (6).

A traumás tatu kombinált kezelésének lehetőségét, amikor a szennyeződés eltávolítása mellett a heges elváltozás funkcionális és esztétikai helyreállítását is célul tűzték ki, Paolo Bonan és munkatársai közölték 2019-ben, 3 eset kapcsán (9). Pulzáló festéklézert alkalmaztak a traumás tatuvál egyidejűleg keletkezett hegekre, annak jól ismert és széles körben publikált jótékony hatásai miatt. Nem traumás eredetű, kezelési hiba következtében hegesező tetoválás Q-kapcsolt lézerrel és pulzáló festéklézerrel történő kombinált kezelésének első sikeres hazai esetét 2023-ban megjelent közleményünkben ismertettük (6).

Az esettanulmányunkban traumás eredetű exogén pigment és heges felszín bőrgyógyászati magánklinikán, 2020. március és 2023. március között történt kezeléseinek eredményét mutatjuk be, 4 páciensnél. A tatuálódott szennyeződés Q-kapcsolt 1064nm Nd:YAG lézerrel történő sikeres eltávolítása mellett a heg megjelenését is jelentős mértékben sikerült javítani, köszönhetően a pulzáló festéklézer (2 eset) és mikrotűs rádiófrekvenciás készülék (2 eset) kombinált alkalmazásának. Tudomásunk szerint ezek az első, Magyarországon publikált traumás tatu esetek.

Esetismertetések

1. eset

52 éves férfi páciens kerékpáros balesetet szenvedett és orra megsérült, baleseti sebészetet láttak el. A heget nem kezelték korábban, rendelőnk 1 évvel az esemény után (2021. novemberében) kereste fel. Makroszkópos vizsgálata során, valamint standardizált 2D arcdiagnosztikai rendszerrel (Visia, Canfield, USA) készült felvételeken az orrcsúcon található, besüppedt, kisebb deformitást okozó T alakú heg területén, szabálytalan, elmosódott kékesszürke elszíneződés volt megfigyelhető. A páciens nem zárta ki, hogy aszfalt szennyeződés kerülhetett bele (1. a és b ábra).

Dermatoszkópos vizsgálata során dermalisan elhelyezkedő, diffúz pigmentációt láttunk. A kékesszürke szín alapján posztinflammatorikus hyperpigmentációnak nem felelt meg, emellett hemoglobin bomlástermékeknek sem tarthattuk, hiszen spontán halványulást, szín- és tónusbeli dinamizmust sem mutatott. Tekintettel az anamnézisre, a klinikai és dermatoszkópos képre, illetve a lokalizációra traumás tatu és atrófiás heg diagnózisa volt felállítható.

A Fitzpatrick II. bőrtípusú páciensnél, a traumás tatu kezelésére egy nagyteljesítményű, csuklós optikai karral rendelkező Q-kapcsolt 1064nm Nd:YAG lézert (Synchro QS4, DEKA Laser, Italy) választottunk. A kezelés összesen 3 alkalommal történt, 6 hét eltéréssel. A bevitt energiasűrűséget a folt halványulásá-



1. a, b, c ábra

Aszfaltszennyeződés a deformitást okozó hegben (a, b); Kezelések utáni gyógyult állapot (c)

val párhuzamosan emeltük, 3,0-5,0 Joule/cm² között. Viszonylag nagy, 4x4 mm-es négyzetes kezelőfejet alkalmaztunk, hogy a behatolási mélység elegendő legyen a heges struktúrába ágyazódott szennyeződés eltávolítására. Közvetlenül a lézeres kezelés után mikrotűs rádiófrekvenciás kezelésben részesítettük, 49 szigetelt tűvel, 1,5 mm-es tűmélységgel, 1 MHz frekvencián, bipoláris üzemmódban (Intracel Pro, Jeisys, Korea).

A teljes kúra 3 hónapot vett igénybe. A páciens a kezelést jól tolerálta, a kezelés után néhány napig pontszerű pörkők voltak láthatók. A kékeszürke folt fokozatosan elhalványult, a heg minősége javult, a besüppedt terület feltöltődött, a deformitás mérséklődött. Az orr kontúrjának tökéletes helyreállításához hialuronsavas feltöltést is alkalmaztunk (1. c. ábra).

2. eset

33 éves nő salakos talajon elesett kerékpárral, a könyöke horzsolódott és felszakadt. Baleseti ellátása során egy kisebb, roncsolt területet kimetszettek, a felszakadt részt varrattal egyesítették. A gyógyulás után kékes színű foltokat észlelt a bőr mélyén, ezt a salaknak tulajdonította. 3 hónappal a baleset után (2020. júniusában) kereste fel rendelőnket. Vizsgálatakor a könyök felett egy kb. 8 cm átmérőjű területen változatos, apróelemű hypopigmentáció, valamint felületes vörös heg, illetve műtési hegnek megfelelő, sávszerűen tömött, vörös terület volt észlelhető. Két foltban kékes, mélyebb elhelyezkedésű pigmentáció volt megfigyelhető. Az anamnézis és a klinikai kép alapján traumás tatu és heg diagnózisát állítottuk fel (2. a. ábra).

Tekintettel a gyógyulási folyamat viszonylag korai stádiumára, a hegeképződés ideális irányba mozdítása céljából pulzáló

festéklézerrel történő kezelést kezdtünk, hiszen a PDL a hegkezelés gold standardja, és alkalmazása minél korábban indokolt, akár a varratszedés napjától (10). A PDL-t 2 alkalommal monoterápiaként alkalmaztuk (Cynergy, Cynosure, USA), ezután 2 alkalommal Q-kapcsolt lézerrel kombináltuk (Synchro QS4, DEKA, Italy), végül újabb 2 alkalommal már csak a Q-kapcsolt lézert használtuk. A kezelések között 1-3 hónapos időközök voltak. A festéklézert 12 mm-es kezelőfejjel, a hegkezelésre legmegfelelőbbnek tartott rövid pulzusidővel (0,5 msec) és alacsony energiasűrűséggel használtuk, elkerülve a bevezések kialakulását, s a másodlagos pigmentációt. A Q-kapcsolt lézert a mély behatolás elérése érdekében 1064nm hullámhosszon és 6x6 mm-es négyzetes szpotmérettel alkalmaztuk, 3,0-3,3 J/cm² energiasűrűséggel.

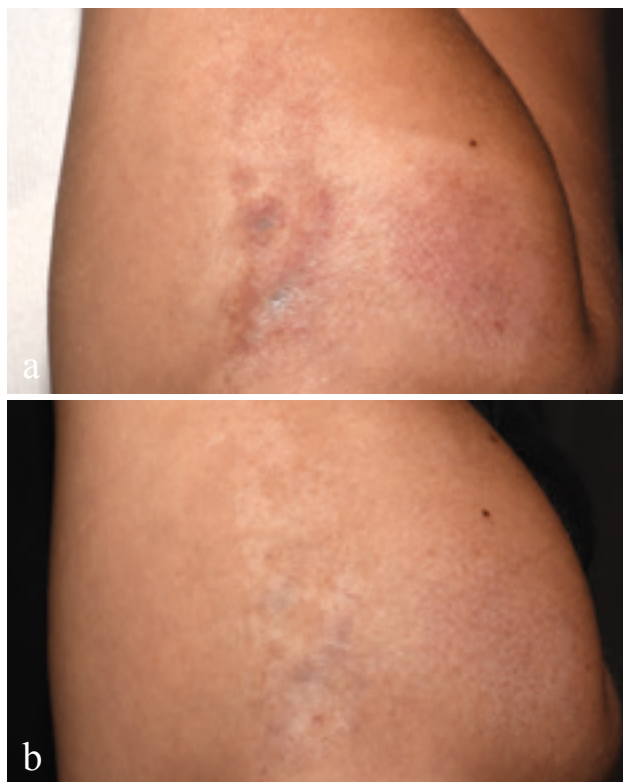
A kezelés hatására a horzsolásos heg kivilágosodott, a vaskosabb, kiemelkedő heges varrat ellaposodott, a tatuálódott szennyeződés elhalványult, csaknem maradéktalanul eltűnt. A kozmetikai eredmény összességében jónak mondható (2. b. ábra).

3. eset

27 éves, Fitzpatrick IV-es típusú nő utcai balesetet szenvedett, amikor scooterrel aszfaltozott úton haladva térdre esett és mindkét oldalt mélyen lehorzsolta. Baleseti ellátás nem történt, így a seb szakzerű kitakarítása is elmaradt. Az esemény után 6 hónappal (2020. márciusában) kereste fel rendelőnket. Mindkét térdén szabálytalan alakú, 3-4 cm átmérőjű, a bőrből előemelkedő, kissé tömöttebb tapintatú, szabálytalan foltokban barnászvörös pigmentációt mutató heget láttunk (3. a, b. ábra). A gyulladást követő posztinflammatorikus hyperpigmentáció mellett, mely a bőrtípusa okán igen kifejezett lehet, nem volt kizárható a tatuálódott szennyeződés lehetősége sem. Dermatoszkópos vizsgálattal lividvörös színű vaszkuláris elemeket tartalmazó heges részt, valamint barnás diffúz pigmentációt figyeltünk meg. Ennek szélén kékeszürke, szabálytalan elhelyezkedésű és szemcseméretű pigment volt látható (3. c, d. ábra).

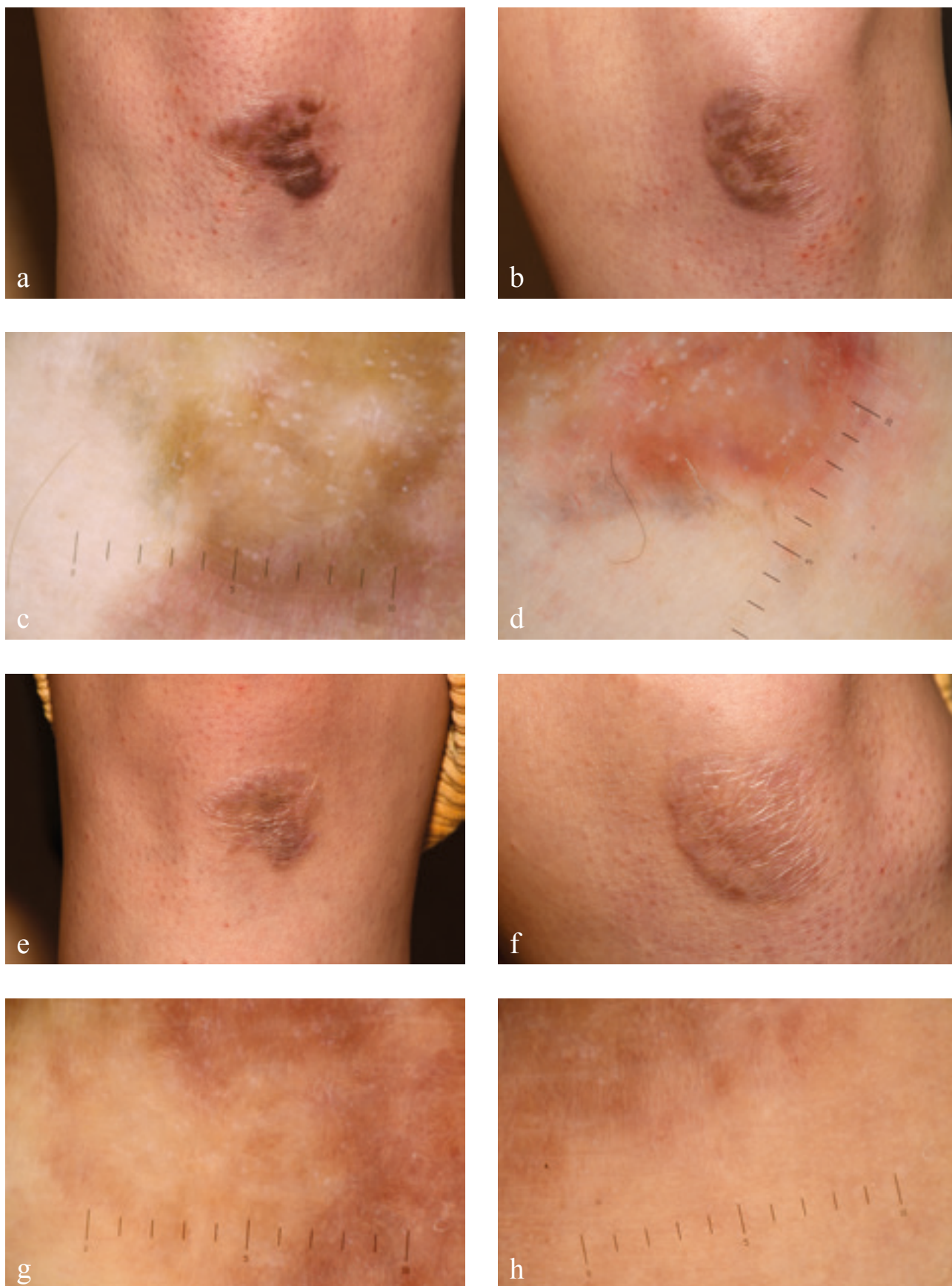
Mivel a Q-kapcsolt lézer nemcsak a tatuálódott szemcsék eltávolításában segít, hanem a PIH releváns kezelése is (11), így a kezelés kettős sikert ígért. Az első 3 alkalommal pulzáló festéklézerrel kezeltük (Synchro VasQ, DEKA, Italy), a szokásos rövid pulzusidővel (0,5 msec) és alacsony energiasűrűséggel (4,0 J/cm²). A negyedik alkalommal Q-kapcsolt lézeres kezelés történt (Synchro QS4, DEKA, Italy). A kezelések hatására a heg ellaposodott, a vörösesbarna pigmentáció jobb oldalon teljesen eltűnt, bal oldalon jelentősen mérséklődött (3. e, f. ábra). A dermatoszkópos képen a kezdetinél halványabb diffúz barnás pigmentet láttunk, a szélén a korábbi kékeszürke pigment már nem volt látható. A heg aktivitására utaló, vörös színű vaszkuláris elemek eltűntek, helyét posztinflammatorikus hyperpigmentáció vette át. A dermatoszkópos kép igazolta a két lézer együttes alkalmazásának szükségességét, hiszen a heges részen történt változást kétségtelenül a pulzáló festéklézer, az exogén pigment és a PIH enyhülését a Q-kapcsolt lézer idézhette elő (3. g, h. ábra).

Az ázsiai bőr lézeres kezelése kihívást jelent a sötétebb bőrszín, valamint a diszkrómia és a hiperpigmentált elváltozások kialakulására való nagyobb hajlam okán. Ugyanakkor a mellékhatások kifejezettebbek és tartósabbak lehetnek a sötétebb bőr jelentős sérülékenysége és a lézerenergia fokozott elnyelődése miatt (12).



2. a, b. ábra

Heg, tatuálódott szennyeződéssel kezelés előtt (a) és után (b)



3. a, b, c, d, e, f, g, h ábra

Hegbe tetoválódott szennyeződés posztinflammatorikus hiperpigmentációval a térdén (a, b), dermoszkópos kép (c, d), kezelés után (e, f) és azonos terület dermoszkópos képe, mely igazolta a szennyeződés eltűnését (g, h)



4. a, b, c, d ábra

Traumás heg betetoválódott pigmenttel (a, b) és a kombinált Q-kapcsolt lézeres és mikrotűs RF kezelések után (c, d)

4. eset

33 éves nő kerékpározás közben elesett, a bőre az ajak felett és a jobb külső szemzug mellett sérült, baleseti sebészeti ellátás történt. A gyógyulás után észlelte, hogy szennyeződés betetoválódott a hegbe. Az esemény után 7 hónappal (2022. márciusában) kereste fel a rendelőnk.

A jobb külső szemzugtól laterálisan egy csillagszerűen elhelyezkedő kis trabeculából álló, a felső szemhéjra is ráterjedő heg, nem egyenletes, szürkés foltos pigmentációval, valamint a felső ajak jobb oldala felett egy 2 cm hosszúságú, részben az ajakpirra terjedő vonalas heg, benne késszürke pigmenttel. Az anamnézis és a klinikai kép alapján egyértelmű volt a traumás tatu és heg diagnózisa (4. a, b ábra).

Már az első ülésben alkalmaztunk Q-kapcsolt lézert (Synchro QS4, DEKA, Italy) és mikrotűs rádiófrekvenciás készüléket (Poztenza, Cynosure, USA). Ezután 5 alkalom mikrotűs kezelés következett, 25 szigetelt tűvel, 0,5-0,75 mm-es tűmélységgel, 1 MHz frekvencián, bipoláris üzemmódban, 1-2 hónapos időközökkel. A még megmaradt pigment egy újabb Q-kapcsolt lézeres kezelést indokolt, végül még 2 alkalom mikrotűs kezeléssel fejeztük be a kúrát. Összesen tehát 9 ülésben sikerült az esztétikai szempontból kiemelkedő eredményt elérnünk (4. c, d ábra).

Megbeszélés

A traumás tatu bőrbe jutásának körülményei (irhába hatoló sérülés) azt vetíti előre, hogy a sebgyógyulás nem lesz nyomtalan. A páciens elsősorban a heg eltüntetésének

igényével fordul orvoshoz, sokan csak a vizsgálat során szembesülnek azzal, hogy a heg sötétebb színét nem a gyulladás követő pigmentáció, hanem a baleset során bejutott exogén pigment adja.

Bár néhány esetismertetés megjelent az elmúlt 20 évben, a traumás tatu kezelésére vonatkozó első összefoglaló tanulmányt 2022-ben közzétették (13). Q. Yang és munkatársai egy 98 páciensre kiterjedő retrospektív vizsgálatban a Q-kapcsolt 1064 nm-es Nd:YAG lézer önmagában, illetve frakcionált CO₂ lézerekkel együtt történő alkalmazását tekintették át. Utóbbi csoportnál szignifikánsan jobb eredményt figyeltek meg, mint a Q-kapcsolt lézer monoterápia esetén. Felhívják azonban a figyelmet, hogy a hegképződés esélye kombinált kezelés esetén teoretikusan magasabb, mivel a traumás eredetű exogén pigment a nagyenergiájú lézer hatására felmelegszik, ami nemkívánt hőkárosodást idéz elő következményes hegeseddel. Ez korrelál azzal az elképzeléssel, hogy mindenfajta (endogén és exogén) pigment eltávolítása akkor lesz a legsikeresebb, ha az irhában elhelyezkedő targeten minél tisztább fotoakusztikus hatás érvényesül, a környezet felmelegítése nélkül. Ellenkező esetben súlyos hegeseedés alakul ki, ami rontja az esztétikai eredményt és a pigment további eltávolítását ellehetetleníti (6).

A szerző is alkalmazta korábban a frakcionált CO₂ lézert Q-kapcsolt lézerkezeléssel kombináltan, különösen heges tetoválás során, hatékonyságnövelés céljából. Tapasztalható volt, hogy a fenti közleményben szereplő ag-

gályok nem alaptalanok, ugyanis a kezelés után gyakrabban keletkezett depigmentáció, vagy további hegesedés.

Az újabb technikák, mint például a mikrotűs frakcionált rádiófrekvenciás (FRF) kezelés, klinikailag hatékonyan bizonyult az aknés hegek kezelésében (14). A mikrotűs RF készülék rádiófrekvencia segítségével termikus zónákat hoz létre a dermiszben (15), szigetelt tűk használata esetén epidermális hőkárosodás nélkül. Egy nappal a mikrotűs kezelés után a keratinociták szaporodni kezdenek, növekedési faktorokat szabadítanak fel, és ennek következtében a fibroblasztokat kollagén és elasztin szintézisére ösztönzik (16). Ezenkívül az FRF kezelés fokozza a vaszkuláris endoteliális növekedési faktor (VEGF), a fibrolaszt növekedési faktor (FGF), az epidermális növekedési faktor és az I. és III. típusú kollagén termelését, amelyek mindegyike az extracelluláris mátrix helyreállításához vezet (17). Másrészt az FRF által termelt hő a kollagén denaturálódását, új kollagénrostok és hialuronsav termelődését, valamint a növekedési faktorok diffúzióját okozza. Nobari és munkatársai, akik 10 közlemény adatai alapján értékelték a frakcionált Erbium és CO₂ lézerek, valamint a mikrotűs módszerek hatásait, azt találták, hogy a legjellemzőbb mellékhatás mindegyik módszernél a pigmentáció volt, amelyet a vizsgálatok 50%-ában figyeltek meg. A pigmentáció gyakrabban fordult elő és tovább tartott a lézerrel kezelt betegeknél, mint a mikrotűs kezeléssel kezelt betegeknél, de végül minden betegnél megszűnt. Az atrófiás hegekkel foglalkozó tanulmányok 62,5%-ában nem volt szignifikáns különbség a különböző típusú atrófiás hegek lézeres vagy mikrotűs kezelése között (18). A traumás hegek Q-kapcsolt lézerrel történő kombinált kezelésére a pulzáló festéklézer mellé másik opcióként a mikrotűs rádiófrekvenciás eszközt választottuk, noha hasonló kombinált kezeléssel a szakirodalomban esetismertetést nem találtunk.

A hegek lézeres kezelésével szerzett csaknem két évtizedes tapasztalataink és a fenti következtetések arra ösztönöztek bennünket, hogy a traumás pigmenttel szövődött baleseti hegek ellátását egységes protokoll szerint szervezzük.

1. A kezeléssorozatnak tartalmaznia kell a 1064 nm-es Q-kapcsolt lézer használatát, hiszen a bőrbe traumás úton jutott szennyeződések eltávolítása a szakirodalom jelen állása szerint csak e módszerrel végezhető hegmentesen. Arcon legalább 4, testen 6 hét várakozási idő szükséges a kezelések között, hogy a kezelt terület megtisztuljon a lézer által feltört apró szemcséktől.
2. A kezelést pulzáló festéklézerrel kombináljuk, ha a heg kora és megjelenése (vörös szín, hipertrófiás részek, növekedési tendencia) alapján még várható a lézertől szignifikáns változás. A heg PDL kezelését a varratszedés napjától meg lehet kezdeni (10). A PDL kezelés végezhető 3 hetente, önmagában, illetve a 6 hetente végzett Q-kapcsolt lézeres kezeléssel együtt is.
3. Mikrotűs rádiófrekvenciás kezelést alkalmazunk, ha a heg kiégett, nem vörös és már nem növekszik, s a

PDL-től már nem várható számottevő javulás. A mikrotűs kezelés végezhető a Q-kapcsolt lézerrel egy ülésben, követve annak 6-hetes intervallumát, illetve félidőben is, önmagában.

A 1064 nm-es Q-kapcsolt lézer optimális lehetőség a traumás tatu kezelésére, az exogén pigment hatékony eltávolítására, hiszen a hullámhossz révén a penetrációs képessége nagy, s a nanosecundum pulzusidejű lézer fotoakusztikus hatása úgy töri fel a szemcséket, hogy a környezetet nem teszi ki felesleges hőkárosodásnak. A pulzáló festéklézer a friss hegek kezelésének gold standardja, halványítja a vörös hegeket és visszafogja a további növekedést. A mikrotűs rádiófrekvenciás kezelés regenerálni képes a már kiégett hegeket és atrófiás bőrrészeket. E készülékek együttes alkalmazása, akár egy ülésben, akár alternálva biztonságos és hatásos a traumás tatu és heg kezelésében.

Az esettanulmányunkban balesetet követő traumás tatu és heg Q-kapcsolt 1064 nm-es Nd:YAG lézerrel, pulzáló festéklézerrel és mikrotűs rádiófrekvenciás eszközzel történő első magyarországi sikeres kezelését mutattuk be, 4 eset kapcsán. A kezelések eredményét klinikai fotókkal és dermatoszkopos felvételekkel dokumentáltuk. A Q-kapcsolt lézer és a mikrotűs rádiófrekvencia traumás hegeknél történő kombinált alkalmazása nemcsak a hazai, de a nemzetközi szakirodalomban sem volt eddig publikálva.

IRODALOM

1. Agris J: Traumatic tattooing *The Journal of Trauma*, (1976) 16(10), 798-802. DOI: 10.1097/00005373-197610000-00008
2. Bohler K, Muller E, Huber-Spitzy V és mtsai.: Treatment of traumatic tattoos with various sterile brushes. *J Am Acad Dermatol*. (1992) 26(5), 749–753. DOI: 10.1016/0190-9622(92)70105-o
3. Jenzer CA, Storrs BP, Daniels Z, Hanlon JJ: Traumatic Facial Tattoo Injuries From Gunpowder and Ammunition: A Case Series. *Craniofacial Trauma Reconstr*. (2020 Mar 16) 13(2), 133–137. DOI: 10.1177/1943387520902893
4. Ashinoff R, Geronemus RG.: Rapid response of traumatic and medical tattoos to treatment with the Q-switched ruby laser. *Plast Reconstr Surg*. (1993) 91, 841–5. DOI: 10.1097/00006534-199304001-00015
5. Varju G: Lézerek az esztétikai bőrgyógyászatban: a rejuvénáció módszerei. *Bőrgyógyászati és Venerológiai Szemle*. (2020) 96, 163–181. DOI: 10.7188/bvsz.2020.96.4.1
6. Varju G.: A tetoválás eltávolítás szövödményei. *Bőrgyógyászati és Venerológiai Szemle*. (2023) 99(6), 452–460. DOI: 0.7188/bvsz.2023.99.6.
7. Anderson RR., Margolis RJ., Watanabe S., és mtsai.: Selective photothermolysis of cutaneous pigmentation by Q-switched Nd:YAG laser pulses at 1064, 532, and 355 nm. *J Invest Dermatol*. (1989) 93(1), 28–32. DOI: 10.1111/1523-1747.ep12277339.
8. Ferguson JE, Andrew SM, Jones CJ és mtsai.: The Q-switched neodymium:YAG laser and tattoos: A microscopic analysis of laser-tattoo interactions. *Br J Dermatol*. (1997) 137, 405–10. PMID: 9349338
9. Bonan P, Bassi A, Bruscinò N és mtsai.: Combined pulsed dye laser and Q-switched Nd:YAG laser in traumatic facial tattoo removal: A case series. *Dermatologic Therapy* (2019) 32, 13069. DOI: 10.1111/dth.13069
10. Nouri K, Jimenez GP, Harrison-Balestra C és mtsai.: 585-nm pulsed dye laser in the treatment of surgical scars starting on the suture removal day *J Cosmet Dermatol* (2021 Mar) 20(3), 769–775. DOI: 10.1111/jocd.13629.

11. *Arora P, Sarkar R, Garg VK és mtsai.*: Lasers for treatment of melasma and post-inflammatory hyperpigmentation J Cutan Aesthet Surg (2012 Apr-Jun) 5(2), 93-103. DOI: 10.4103/0974-2077.99436
12. *Cannarozzo G, Del Re C, Negosanti F és mtsai.*: Q-Switched Nd:YAG Laser to Manage Hyperpigmentation in Asians: A Multicenter Study. Cosmetics (2023) 10(2), 44 DOI:10.3390/cosmetics10020044
13. *Yang Q, Xue P, Fan X és mtsai.*: Lasers treatment for traumatic facial tattoo. Lasers in Medical Science (2023) 38, 28 DOI: 10.1007/s10103-022-03658-1
14. *Gold M, Biron J.*: Treatment of acne scars by fractional bipolar radiofrequency energy. J Cosmet Laser Ther. (2012) 14, 172–8. doi: 10.3109/14764172.2012.687824.
15. *Hruza G, Taub AF, Collier SL és mtsai.*: Skin rejuvenation and wrinkle reduction using a fractional radiofrequency system. J Drugs Dermatol. (2009) 8, 259–65. PMID: 19271373
16. *Fernandes D, Signorini M.*: Combating photoaging with percutaneous collagen induction. Clin Dermatol (2008) 26(2), 192–199 DOI: 10.1016/j.clindermatol.2007.09.006
17. *Aust M, Reimers K, Kaplan HM és mtsai.*: Percutaneous collagen induction–regeneration in place of cicatrization? J Plastic, Reconstruct Aesthetic Surg (2011) 64(1), 97–107 DOI: 10.1016/j.bjps.2010.03.038
18. *Nobari NN, Tabavar A, Sadeghi S és mtsai.*: Systematic review of the comparison between needling (RF-needling, meso-needling, and micro-needling) and ablative fractional lasers (CO₂, Erbium Yag) in the treatment of atrophic and hypertrophic scars Lasers in Medical Science (2023) 38, 67 DOI: 10.1007/s10103-02

Érkezett: 2025.05.08.

Közlésre elfogadva: 2025.05.24.