

A tetoválás eltávolítás szövődményei

Complications of tattoo removal

VARJU GÁBOR DR.

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

ÖSSZEFOGLALÁS

A közlemény ismerteti a tetoválás eltávolítás nem-lézeres és lézeres módszereit. A tetoválószalonokban és kozmetikákban végzett hibás kezelések szövődményeit klinikai fotókkal illusztrálja. Két eset kapcsán bemutatja a laikusok által végzett lézeres és kémiai kezelés jelentős esztétikai problémát okozó szövődményét és a helyreállítás során jelentkező kihívásokat. Felhívja a figyelmet a Q-kapcsolt lézerek és más lézertípusok teljesítménysűrűségének különbségére, s a nem orvos által végzett tetoválás eltávolító kezeléseknél rejlő olyan veszélyekre, mint a maradandó hegek, az allergiás reakciók, vagy a retina átlukadása (FTMH), teljes látásvesztéssel.

Kulcsszavak:

tetoválás – tetoválás eltávolítás –
lézeres kezelés – Q-kapcsolt lézer –
teljesítménysűrűség – szövődmények
– allergiás reakció – heg – tetoválófesték
pigmentek – teljes vastagságú maculalyuk –
laikus kezelés

SUMMARY

Non-laser and laser methods of tattoo removal are described in the publication. The complications of incorrect intervention in tattoo artist studios and beauty salons are illustrated with clinical photos. The complication of laser and chemical treatment performed by a layman, causing a significant aesthetic problem in two cases is presented. The challenges that arise during the restoration are demonstrated. The publication draws attention to the difference in power density between Q-switched lasers and other types of lasers, and to the risks of tattoo removal procedures, such as permanent scars, allergic reactions or perforation of the retina (FTMH), with complete loss of vision in case of unqualified personnel.

Key words:

tattoo – tattoo removal – laser treatment –
Q-switched laser – power density –
complications – allergic reactions – scar –
tattoo ink pigments – full-thickness macular
hole – layman treatment

A dekoratív tetoválás népszerűségének rohamos növekedését mutatja, hogy az USA-ban a 18-29 éves korosztály 38%-a, a 30-39 évesek 30%-a rendelkezik legalább egy tatuval, pedig a 40-49 éveseknek még csak egyötödét díszíti valamilyen motívum (1). Európában a tetovált lakosság számát 139 millióra becsülik, ennek 70%-a több tatut visel, 20%-uknak több mint 5 van. Ugyancsak 20% azok aránya, akik ezt a bélyeget szeretnék eltávolíttatni, túlnyomóan nők (58%). Az American Society for Dermatologic Surgery statisztikája szerint már tíz évvel ezelőtt megközelítőleg 100 000 lézeres tetoválás eltávolítást végeztek az USA-ban, s ez a szám egyetlen év alatt 50%-kal emelkedett. A tetoválás eltávolítás piaca az Amerikai Egyesült Államokban évente 1,65 milliárd \$ bevételt generál, a globális piacot 3,75 milliárd \$ (1300 milliárd Ft) értékűre becsülik.

Klein és Landthaler munkacsoportja egy internetes kérdőíves felmérést végzett a páciensek tetoválás eltávolítással kapcsolatban szerzett tapasztalatairól és a szövődményekről (2). A kezelésre való jelentkezést a következő okok motiválták: a megkérdezettek 29%-a fiatalkori tévedésnek, 28%-a pedig esztétikailag elfogadhatatlannak tartotta a tetoválását, 6%-nál összefüggésbe hozták valamilyen betegséggel. A kezelték egyharmada nem volt elégedett az eltávolítás eredményével, s csak 38% állította azt, hogy a tatu maradéktalanul eltűnt. Lokális, átmeneti szövődmények a kezelték csaknem mindegyikénél jelentkeztek, 24% számolt be enyhébb, 8% igen zavaró hegesedésről. Megállapították, hogy az esetek jelentős részében a reális elvárások és a várható eredmények előzetes felmérése, a tájékoztatáson alapuló, kezelés előtti beleegyezés elmaradt, illetve a kezelést nem megfelelő képzettségű személy végezte.

A tetoválás

A tetoválás egy invazív beavatkozás, melynek során a bőr éles eszközzel való, ismétlődő pontszerű megsértése révén exogén pigment szemcséket juttatnak a dermális rétegbe. Keletkezése szerint lehet amatőr, professzionális, kozmetikai, traumás vagy orvosi. Az amatőr tatu esetében egyszerű kézi tüvel, sorozatos punkciók után a festéket a bőrbe dörzsölik, így a bevitel felszínesen és egyenetlen mennyiségben történik. Az első motoros íróeszközt, mely a kézírás valósidejű másolására volt hivatott, *Thomas Edison* készítette 1876-ban és *StencilPen* néven védjegyeztette az USA-ban. Az ötletet továbbfejlesztve *Samuel O'Reilly* new-yorki tetováló 1891-ben készítette el az első tetoválógépet, amivel a bőr egyenetlen megsértését lehetett elvégezni, s a készülék a festéket a bevitel helyére injektálta. Ma a professzionális tetoválás készítésekor az eredetiekhez hasonló eszközzel, mélyebb rétegekbe és nagyobb mennyiségben juttatják be a tetoválófestéket, általában 0,36-0,41 mm átmérőjű tűkkel, 0,6-2,2 mm-es behatolással (3). A kozmetikai tetoválás – elterjedt nevén „permanent make up” – szemöldök, szemhéj és ajak kontúrozást és sátirozást jelent, az arc finom bőréhez hangolt eszközzel és tűkkel, vörös, rózsaszín, barna, narancs, fehér és szürkés színekkel, gyakran 2-6 pigmentösszetevőből keverve. A tetoválófesték ezen kívül oldószert, tartósítószert, viszkozitást szabályozó anyagot tartalmaz.

A tetoválófesték bevitelét követően 7-10 napig tartó erythema, gyulladás jelentkezik, a hámsérülés 1-2 hét alatt gyógyul. A nekrotikus és gyulladásszerű sejtek az elektronmikroszkópos vizsgálatok szerint 30 nap múlva tűnnek el, proteolitikus neutrofil sejtek és fagociták migrációja figyelhető meg a regionális nyirokcsomók felé (4). Kezdetben a festék transzepidermalis eliminációja is megfigyelhető, de a bazális membrán teljes újjáépülése után a pigment „stabilizálódik”: az epidermiszből eltűnik és az írha kötőszöveti elemei között helyezkedik el, elsősorban a papilláris dermisben, az erek körül akumulálódva, sejtekben, illetve extracellulárisan a kollagénhálózat mentén. Bár a tetoválófesték nanométeres nagyságrendű porított pigmentből áll, a bevitt partikulumok mérete 0,1-1,0 mikrométer, a dermisben 0,5-8 mikrométer átmérőjű festék agglomerátumok formájában található. Sokszor a festék a bevitel helyéről más rétegbe migrál, többé-kevésbé függetlenül a bevitel mélységétől. A bevitt festék mélysége és denzitása a használt eszköztől és a tetováló gyakorlatától is függ. Bár egyes vizsgálatok szerint a képzett tetováló mélyebben, kevesebb mennyiségű festékkel dolgozik (5), ez nem általánosítható. A tetovált felület átlagos mérete 454cm² (ami a testfelület 2,5%-a), a toxikológia tanulmányokban 600-4500cm² felülettel és 0,6-5mg/cm² festékkel kalkulálnak (6).

Nem-lézeres kezelések

A tetoválás eltávolítása iránti igény a tetoválás népszerűségével párhuzamosan nő. A bőr irharétegébe jutott tetoválófesték eltüntetésére hosszú éveken át a sebészeti kimetszés (7) volt az egyedüli megoldás, majd a der-

mabrázió és az azt követő, asztali sóval történő bedörzsölés (8), valamint a dermabrázió után genciánaibolya és ecetsav tartalmú kompresszek alkalmazása (9). Később infravörös koagulatorral (10), széndioxid lézerrel (10) vagy rádiófrekvenciás eszközzel történő szövetroncsolás (fulguráció), fagyasztás (11), különböző savakkal történő bedörzsölés vagy felültetoválás (glikolsav, citromsav, tejsav, szalicilsav, triklórecetsav, tanninsav, ezüstnitrát, fenol) terjedt el. Ezek a manapság inkább csak történeti érdekességként említendő módszerek a lézerrel szemben nem járnak előnnyel, hiszen egyrészt nem képesek a tetoválófesték maradéktalan eltávolítására, másrészt kozmetikailag el nem fogadható tartós szövödmények (hegesedés és pigmentációs zavar) maradnak vissza (12). A sebészeti kimetszés célravezetőnek tűnt olyan esetben, amikor a tetoválófesték mielőbbi eltávolításával a kialakult allergiás reakciót provokáló allergéntől mentesítjük a szervezetet, de ezt is felülírni látszik a tetoválófesték frakcionált ablatív lézerrel történő hegmenes eltávolításának lehetősége (13).

Egy ismeretlen összetételű tetoválás eltávolító készítményt és kezelést *Cheng* (14) – biokémikus, a gyártó cég egyik alapítója – 100%-ban hatásosnak találta 0% heges szövödmény és 6% pigmentációs zavar mellett, ugyanakkor más szerzők hipertrófiás hegek képződését dokumentáltak a kezelés elvégzése után (15). Enzimes módszerként is népszerűsítettek egy másik, lúgos vegyhatású oldatot, melyet tetoválógéppel juttatnak a bőrbe. A felhasználók leírása szerint nemcsak eltávolítja az összes színt és pigmentet, hanem a vasoxidot és a nehézfém-maradványokat is képes megkötni. A részletes hatásmechanizmus, az enzim megnevezése, vagy a termékben található Na-hidroxid (marószóda) koncentrációja a közlemény írásakor nem volt megtalálható az interneten. A termék egyik összetevője a fitinsav, mely a hüvelyesek magjában található foszforsavvegyület. A fitinsav a szervezetben egyfajta „mágnesként” működik: magához vonzza a pozitív töltésű fémeket – pld. a vasat (véltetően a vastartalmú tetoválófestékek mobilizálásában lehet szerepe). Körültekintőnek kell lenni az otthoni használatra javasolt készítményekkel is. Egy másik, tetoválás eltávolító krém leírásában kizárólag növényi összetevőket hirdetnek, ugyanakkor az Aloe levél juice, citrom, narancshéj és körömvirág kivonat mellett hidrokinont és szalicilsavat tartalmaz (15), mely nagyobb gyakorisággal alkalmazva, vagy okklúzióban túlzott hatást eredményezhet.

Saját praxisunkban gyakran találkozunk kémiai eltávolítást követő foltos, vagy vonalas bőrrátrófia, hypo- vagy hyperpigmentáció jelenségével, illetve elkenődött, nehezen eltávolítható reziduális pigmenttel, ritkán hipertrófiás heggel, vagy keloiddal (*1. ábra*).

Lézeres kezelések

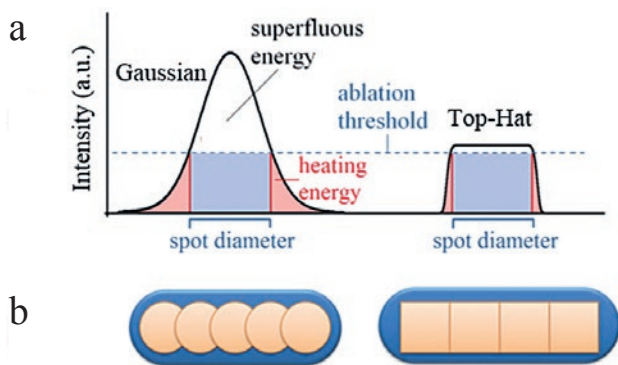
Az epidermális pigmentált elváltozások 0,3-0,5 ms pulzusidejű alexandrit lézerrel hatásosan kezelhetők (16), mivel a melaninpigmentet tartalmazó hámsejtek termorelaxációs ideje 1 ms körüli, s az ennél rövidebb impulzus fototermális hatása szelektíven képes roncsolni a targetet.



1. ábra

Szemöldök területén kialakult éles határu bőrratrófia, egyetlen bőrfelszínnel, kémiai tetoválás eltávolítás után

A tetoválások eltávolításához megközelítőleg 100 000-szer rövidebb impulzusok szükségesek, mert a kromofórákat az exogén pigmentek jelentik, melyek extracellulárisan az irhában, vagy makrofágok, fibroblasztok és hízósejtek membránjához kötődő granulumban helyezkednek el (17), s a szemcséi igen aprók (2-400 nm), így a termális relaxációs idő igen rövid. Ezért a hatás néhány nanosecundum vagy még rövidebb (picosecundum nagyságrendű) pulzusidővel érhető el, mely a pigment mechanikai destrukciójához vezet. A pigmenttartalmú sejtek feltörése és a szemcsék felaprítása elérhetőbbé teszi az exogén anyagot a nyirokrendszer számára, mely elszállítja azt a beavatkozás helyéről. Emellett fotokémia hatás is érvényesül, a kémiai kötések felbomlásával és új kémiai vegyületek keletkezésével, valamint fototermális hatás, mely a környező szövetrészeket is melegíti. A Q-kapcsolt lézereknél tehát a fotoakusztikus hatás jár egyértelmű nyereséggel: a nagy csúcsteljesítmény és a garantáltan rövid pulzusidő (5-8 nsec) képes úgy feltörni a pigment szemcséket, hogy a környezet terhelése minimális legyen. A Gauss-görbe szerű energiaeloszlás helyett valódi „Top-Hat” (cilinderszerű) sugárnyaláb profilt kínáló, fejlett optikai rendszerrel dolgozó drágább készülékek a bevinni kívánt energiát egyenletesen juttatják a felszínre, a szpot centrumában megjelenő feleslegesen magas energiabevitel nélkül (18), jelentősen csökkentve ezzel a károsodás lehetőségét (2. a, b ábra).



2. a, b ábra

a: Gauss-görbe és Top-Hat sugárnyaláb profil, a hasznos energia kézzel jelölve; b: a négyzetes szpot átfedésmentes kezelést tesz lehetővé (18)

Minden színű tetoválófestékre léteznek valamilyen Q-kapcsolt lézer, ezek közül a legelterjedtebb az 1064 nm-es Nd:YAG (sötétkék, indigó, barna, fekete), valamint az 532 nm-es kettőzött Nd:YAG (vörös, narancs, barna és sárga színek). Ugyancsak alkalmas a sötét színek eltávolítására a 755 nm-es alexandrit lézer, de különlegességét inkább az adja, hogy a türkizkék, a zöld és a barna színek esetén is kifejezetten hatásos. A 694 nm-es rubin lézer az alexandritnak megfelelő színspektrumot fedi le. Ezt a négy hullámhosszt szilárdtest lézer állítja elő, s különösen a szabadonálló készülékek, melyekben nagyobb méretű tápegység van, nagyobb teljesítmény és gyors ismétlési frekvencia (10-20Hz) előállítására képesek. A lézer fénycsövet tükrös optikai kar vezeti, s választható átmérőjű kör vagy négyzetes szpot éri a bőrfelszínt, utóbbi kisebb hőkárosítási zónát okoz (18). A fénynyaláb átmérőjét a kezelni kívánt motívum méretéhez állíthatjuk, a kúra elején kisebb, később nagyobb átmérővel, figyelembe véve a tetoválófesték rétegződését és a lézertény szóródását.

Az optikai kar végére ún. festékpolymer fejek is illeszthetők. A technológia lényege, hogy a szilárdtestlézer által előállított 532 nm-es „eredeti” fény a kezelőfejben levő polimer festéket gerjeszti, melynek saját hullámhossza eltérő, a leggyakrabban 585 nm és 650 nm (égszínkék és zöld színekre). Hátrányuk, hogy nagy az energiavesztés (45-55%), a szpotméret kicsi (ált. 2 mm), s a villanási frekvencia is lassú (1-2 Hz). Ha a tetoválás felülete nagy, a kezeléséhez nagy lövésszám szükségeltetik, az eltávolítás időigényes lesz és a fejben levő fogyóanyag limitált kapacitása miatt magas költséggel kell számolni.

A tetoválások maradéktalan eltávolításához átlagosan 7-10 kezelés szükséges, melyek száma a Fitzpatrick féle bőrtípustól, a tetoválás elhelyezkedésétől (arc, törzs, végtagok), a bevitt exogén pigment mennyiségétől, a hegesezés mértékétől és az alkalmazott színek számától függően változik (19). Multikolor tetoválás esetén ritkán elegendő egyetlen hullámhossz, sokszor 2, vagy akár 3 különböző lézer szükséges. Hegek tekintetében eldöntendő, hogy az a tetoválás szövödménye (pld. a bőr túlzott megsértése, gyulladásos reakció, keloidhajlam miatt keletkezett), vagy egy nem megfelelő tetoválás eltávolító kezelés következménye. A szövödmények lehetnek korai és késői megjelenésűek (1. és 2. táblázat).

A tetoválás eltávolítás korai szövödményei
Fájdalom
Kifehéredés (frosting)
Pontszerű vérzés
Urtikáriás reakció, ödéma
Bevérzés
Hólyagképződés
Pörkösödés

1. táblázat

A tetoválás eltávolítás késői szövődményei	
Pigmentelváltozás	Hyperpigmentáció
	Hypopigmentáció
	Leukotrichia
Allergiás reakció	Papula
	Fotoallergiás reakció
	Szisztémás reakció, anafilaxia
	Nyirokcsomó megnagyobbodás
Paradox színreakció	A tetoválás besötétedése
Reziduális tatu	Szellemkép (Ghost-jelenség)
	Reziduális pigmentszemcsék
Bőrfelületi eltérés	Texturális változás
	Atrófiás heg
	Hypertrófiás heg
	Keloid

2. táblázat

A lövések nyomán fájdalom és a hám azonnali kifehéredése jelentkezik, utóbbi a gázképződés okozta epidermalis és dermalis vakuolizáció következménye. A „frosting”-nak is nevezett jelenség a megfelelő teljesítmény beállításában is segít, hiszen a reakció elmaradása esetén feltételezhető, hogy az energiasűrűség nem kielégítő. Szőrös területen a szőrszálak azonnali kifehéredése is megfigyelhető (leukotrichia), melynek színe később spontán visszatér (3. ábra). A pontszerű vérzés ritkább, de elfogadható azonnali szövődmény, az epidermisz felszakadásának jele. A vérzés néhány órán belül megszűnik, a hám 2-7 nap alatt maradéktalanul gyógyul, addig antibiotikum tartalmú krém használata javasolt a felülfertőződés



3. ábra

Lukotrichia és frosting közvetlenül permanent make up lézeres kezelése után. A szem védelmét fémből készült, teljesen zárt védőszemüveggel biztosítjuk

megelőzésére. A tetoválás hámsértülés nélkül is bevérezhet a kezelés hatására, mely ödémával együtt jelenik meg (4. ábra).

Ritkán hólyagképződés alakulhat ki, melynek gyógyulása során pörkök jelennek meg. A pörkösödés lehet túl magas energia, túl nagy szpotméret, illetve pulse stacking következménye, melyek a mély rétegekben okoznak termális károsodást (20). Ennek erősen tapadó pörkök, elhúzódó gyógyulás és hegképződés lehet a velejárója. Karsai, Krieger és Raulin a nem szakorvosok által végzett tetoválás eltávolító kezelésekről szóló tanulmánya szerint a terápiaerezisztens esetek 18,8-25%-ánál lép fel hegesedés, vélhetően a túl intenzív kezelések következtében (21). A heg lehet a bőr szintjében levő, kissé fénylő, atrófiás vagy hypertrófiás, esetleg keloid, színe szerint depigmentált, hypopigmentált, hyperpigmentált és/vagy tetoválófesték maradványt tartalmazó (5–10. ábra).

Gyakran előfordul, hogy a tetoválás feltisztulása a tervezett kúra végére sem teljes, reziduális pigment vagy szellemkép (Ghost-jelenség) marad vissza. A Q-kapcsolt rubin (694 nm) lézer után a leggyakoribb a hypopigmentáció, hiszen a melaninban intenzívebb elnyelődést mutat és az epidermisz pigmenttartalmát előbb éri el a lézer fénye, mint a tetoválófestéket. A pigmentáció később (hónapok alatt) visszatér, a kúra során fényvédelem javasolt. A permanent make up eltávolításakor gyakran találkozunk a világos színek lézerhatásra bekövetkező sötétedésével (22). Ezt a továbbiakban a kialakult új színnek megfelelő lézerrel kezeljük tovább.

Azonnali kután hiperszenzitivitási reakció esetén a következő lézeres kezelést 3 napos preventív gyógyszeres kezeléssel (prednisolon, cetirizin és ranitidine) készítjük elő (23). A lézeres tetoválás eltávolítást követően generalizált allergiás reakció is előfordul (24). *Hibler és Rossi* egy 20 éves nő esetét regisztrálta, akinek első lézeres kezelése során még nem jelentkezett semmilyen reakció, a második tetoválás eltávolítás során sem számolt be panaszzal, de 3 nappal később generalizált urticaria és rosszullét jelentkezett. Sürgősségi részlegen látták el, 3 napos



4. ábra

Kezelés után jelentkező erythema, ödéma és bevézés a tetoválás alatt. Az erythema és ödéma 24 óra alatt, a bevézés 3-5 nap alatt tűnik el



5. ábra

Tetoválászalomban 15 alkalommal lézerrel kezelt tatu. A felvételt megelőző utolsó kezelés 1,5 héttel korábban történt. Pörkösödés, atrófiás hegek, Ghost-jelenség, reziduális pigment. A nagy kezelésszám ellenére elégtelen eredmény



6. ábra

Több mint 12 alkalommal történt kezelés, a bőrből előemelkedő, hipertrófiás, hypopigmentált hegek maradtak vissza, reziduális pigmenttel



7. ábra

3 alkalommal történt tetoválás eltávolítás, amit pörkösödés követett, majd vörös heg keletkezett, amit lézerrel tovább halványítottak. Durva hipertrófiás, depigmentált heg maradt vissza, benne reziduális tetoválófestékkel



8. ábra

4-5 hetente tetoválászalomban lézerrel kezelt tetoválás a csukló hajlító oldalán (felette nem kezelt motívum). Hipertrófiás heg maradt vissza, reziduális tetoválópigmenttel. Végtagon elhelyezkedő tatu esetén hosszabb várakozási időt kell hagyni két kezelés között



9. ábra

A vizsgálatot megelőzően 2 hónappal történt Q-kapcsolt Nd:YAG lézeres kezelés: keloidképződés alakult ki az agresszív behatásnak köszönhetően. A zöld tetoválófesték az 1064 nm-es hullámhosszra rezisztens



10. ábra

Kozmetikus 2 alkalommal Q-kapcsolt lézerrel, majd savas beavatkozással kezelt felületen pörkképződés, gyulladás, hypopigmentáció és hegek alakultak ki

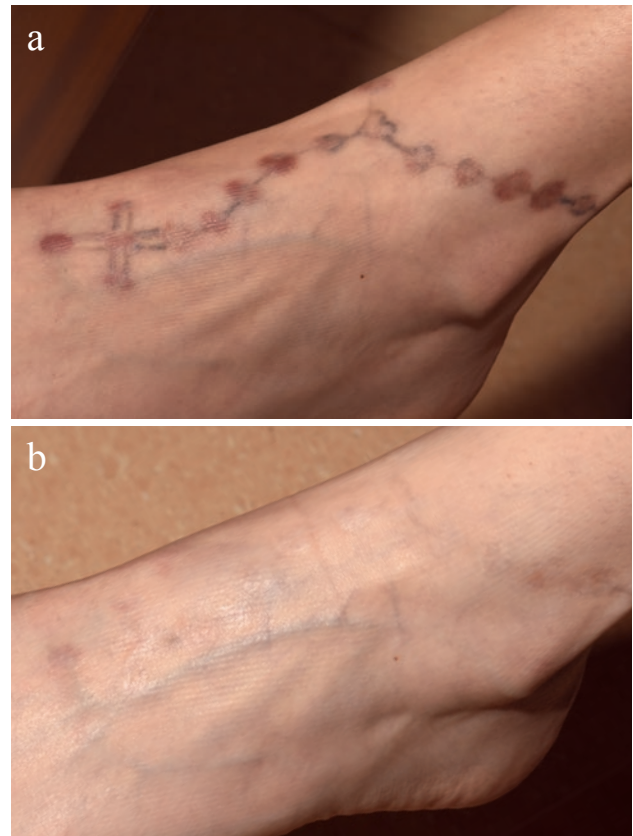
Prednisolon kúrát kapott, melyre tünetmentessé vált, de a gyógyszerelés abbahagyása után a folyamat fellángolt, testszerte csalánkiütés és nehézlégzés jelentkezett. Laboratóriumi vizsgálata során perifériás eozinofiliát, máj- és vesefunkció eltérést nem tapasztaltak. A tünetek epinephrin és intravénás szteroid adására megszűntek. Az eset felhívja a figyelmet arra is, hogy a laikusok által nem orvosi rendelőben végzett tetoválás eltávolítás súlyos, akár halálos szövődémmel járhat, mivel a szakértelem hiányában a szövődmények felismerése és adekvát ellátása nem lehetséges.

Esetismertetés

1. beteg

A 24 éves nő bal lábfejn és a boka körül elhelyezkedő, tetovált, láncszerű motívumon 2016-ban több alkalommal lézeres tetoválás eltávolítást végeztek egy tetoválószalomban. A kezeléssorozat nem volt eredményes, ezért kozmetikushoz fordult, aki 2018. novemberében és 2019. februárjában tetoválás eltávolítás céljára forgalmazott tejsav tartalmú gyári készítményt tetovált bele. Mivel nehezen gyógyult és a páciens ezt sem találta eredményesnek, egy másik kozmetikust keresett fel, aki lézeres tetoválás eltávolítást végez és oktat, de ez esetben Carbon Peel kezelést választott (széntartalmú krém vagy pakolás Q-kapcsolt lézerral történő eltávolítása). A nagyobb átmérőjű motívumrészletek tartósan vörösek maradtak, illetve kissé kiemelkedővé váltak, míg helyenként „atrophie blanche” megjelenését utánzó heges bőrsorvadás jelentkezett. A tetoválás csak kis mértékben halványult, a reziduális pigment jelentős volt. A heges területek atrófiás tendenciát mutattak, megfelelő orvosi beavatkozás nélkül szabad szemmel is jól látható, depigmentált, sorvadtt területek maradtak volna vissza, jelentős esztétikai hátrányt okozva a viselőjének.

Részletesen ismertettük a hegek helyreállításának lehetőségeit, s mivel a tetoválásától is szeretett volna mielőbb megszabadulni, lézeres hegkezelésből és tetoválás eltávolításból álló, alternáló kezelési programot állítottunk össze. 3 hetente kellett a rendelőnkben megjelennie, így 6 hetenként került sor a Q-kapcsolt lézerral történő tetoválás eltávolításra Synchro QS4 (DEKA Lasers, Italy) készülékkel, megfelelő időtartamot hagyva a fotoakusztikus hatás által kisebb méretűre örölt tetoválószemcsék nyirok- és immunrendszer által történő eliminálására. A Q-kapcsolt lézert kezdetben a szokásosnál kisebb energiasűrűséggel alkalmaztuk, hogy a már megviselt szövetrészek ne okozunk további károsodást. Ezen kívül pulzáló festéklézert használtunk, kezdetben Cynergy (Cynosure, USA), később Synchro VasQ (DEKA Lasers, Italy) készüléket: az 585, illetve 595 nm-es hullámhossz az elsőként választandó, biztonságos Gold Standard, egyaránt hatásos az atrófiás és hipertrofiás hegekre, valamint a keloidokra. Az alkalmazott 2–4 Joule/cm² energiasűrűség nem okoz purpurát vagy koagulációt, hanem csak gyulladáshoz vezető mediátorok, növekedési faktorok felszabadulása történik az endothelsejtekből. Ezek a dermalis interstitiumba kerülve stimulálják a fibroblasztaktivitást. A kötőszöveti sejtek beindítják a szöveti repair mechanizmusokat, többek között az új kollagén képződését (25). A kúra 2 évig tartott, 6 alkalommal történt PDL és 7-szer Q-kapcsolt lézeres kezelés, az



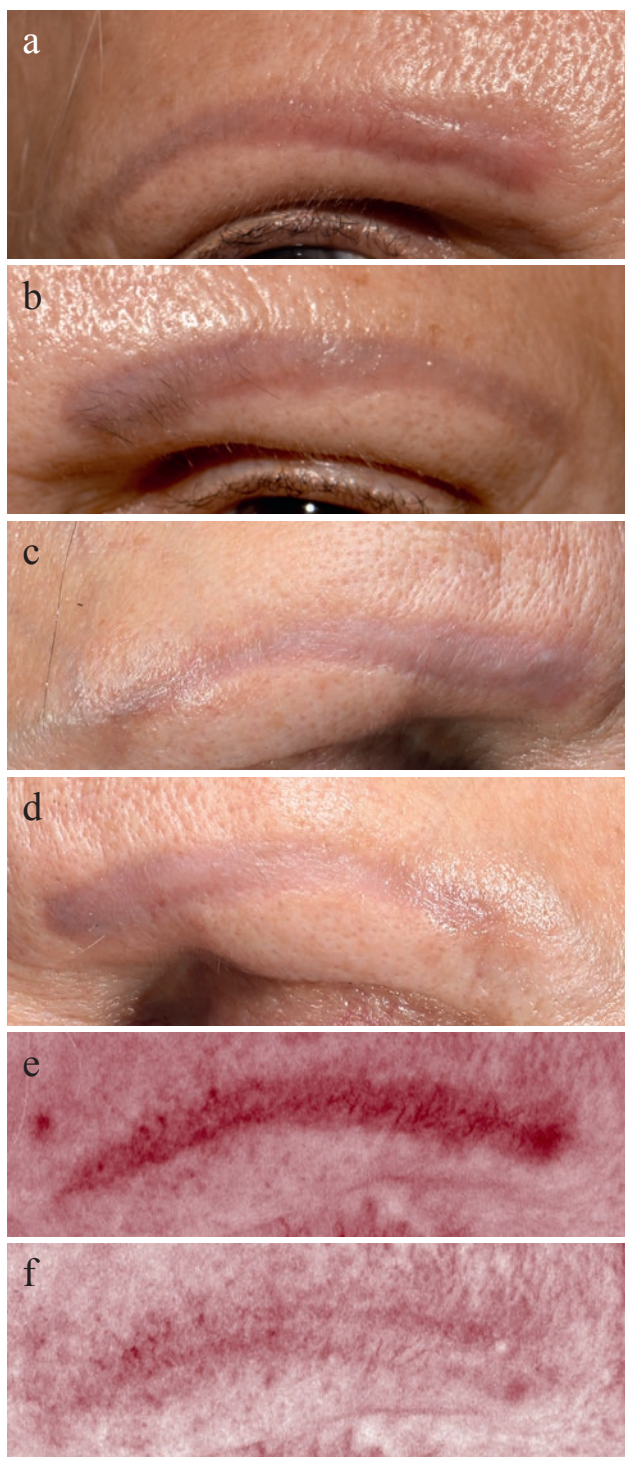
11. a, b ábra

a: Heges szövődmény tejsavas és lézeres eltávolítás után;
b: kezelés eredménye szakorvosi kezelést követően

utolsó alkalommal fracionált CO₂ lézerral (Smartxide Touch, DEKA Lasers, Italy) kombinálva a hegek teljes eltűnése érdekében. A páciens tünetmentessé vált: a hegek eltűntek, reziduális pigment sem maradt (11. a, b ábra).

2. beteg

A 65 éves nőbeteg a szemöldök kozmetikai tetoválását szeretne volna eltüntetni egy újabb permanent make up előtt. Megoldásként az „enzimes” módszert javasolták (lúgos vegyhatású gyári készítménnyel történő felültetoválás). A kezelés során égő, maró érzés, később súlyos pörkösödés jelentkezett, mely hipertrofiás heg és reziduális pigment hátrahagyásával gyógyult. A kezelést végző személy hosszú ideig elzárkózott attól, hogy megnézzze, végül 3 hónap után szteroid kenőcs (Fucicort) használatát javasolta. A páciens a felültetoválás után 5 hónappal kereste fel a rendelőnket, mert a permanent make up mestertől a szövődmény megoldására érdemi segítséget nem kapott. Pulzáló festéklézert (Synchro VasQ, DEKA Lasers, Italy) alkalmaztunk a hipertrofiás hegre, majd ennek konszolidálódása után Q-kapcsolt 1064nm-es lézerral (Synchro QS4, DEKA Lasers, Italy) távolítottuk el a reziduális pigmentet. A kezeléseket után a maradványpigment eltűnt és az erythema megszűnt, de a heges textúra megmaradt, újabb tetoválásra a hegsszövet bizonytalan pigmentmegtartó képessége miatt vélhetően alkalmatlan. Az eset azt bizonyítja, hogy a nem-lézeres módszer is képes súlyos, esztétikailag zavaró, terápiarezisztens szövődményt okozni (12. a, b, c, d, e, f ábra).



12. a, b, c, d, e, f ábra

a, b: hypertrófiás heg reziduális pigmenttel a szemöldök „enzimes” kémiai kezelése után; c, d: pulzáló festék-lézerrel és Q-kapcsolt lézerrel történő kezeléssorozat után; e, f: Canfield Visia kamerával készült RBX vörös kép a vaszkulátúra ábrázolására, kezelés előtt és után

Megbeszélés

Az utóbbi években a bőrgyógyászati praxisban halmozott számban találkozunk olyan páciensekkel, akik lézeres tetoválás eltávolítás okozta szövődeményekkel keresnek

fel. Ennek csak egyik oka lehet a tetoválások népszerűségének világszerte növekvő trendje, hiszen a lézeres szőrtelenítés nagyságrendekkel sikeresebb üzletág, mégsem jár tömeges szövődeményekkel. A lézer és a bőr interakcióinak megismerése minden lézeres kurzus első előadása, a fizikai paraméterek és az ezekből levonható következtetések azonban gyakran kevés figyelmet kapnak. A bőrfelületet érő lézerfény okozta bőrreakciók leginkább a teljesítménysűrűséggel függenek össze, amit az alábbiak szerint kalkulálunk:

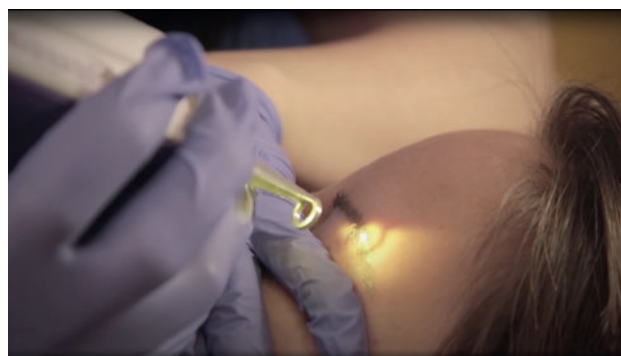
$$\text{Teljesítménysűrűség (W/cm}^2\text{)} = \frac{\text{Energiasűrűség (J/cm}^2\text{)}}{\text{Pulzusszélesség (s)}}$$

Az energiasűrűség a legismertebb paraméter, amely megjelenik a készülék kijelzőjén, s a kezelő állítja be a kezelőszervek segítségével. Míg a szőrtelenítő lézereknél a pulzusszélességet (millisecundumos nagyságrendben) széles határok között változtathatjuk, addig a tetoválás eltávolító lézereknél az adott hullámhossz alkalmazása mellett a pulzusszélesség állandó (a készülék műszaki adatai között található meg).

Az általunk használt Synchro QS4 (DEKA Lasers, Italy) típusú Q-kapcsolt lézer pulzushossza 6 ns (6×10^{-9} s). Az általánosan használt energiasűrűség 6 J/cm^2 . Ebből a teljesítménysűrűség $6 \text{ J/cm}^2 / 6 \times 10^{-9} \text{ s} = 10^9 \text{ W/cm}^2$.

Egy szőrtelenítő lézer általános beállítása mellett a szokásos paraméterpár: 20 J/cm^2 és 20 ms ($20 \times 10^{-3} \text{ s}$), ebből a teljesítménysűrűség $= 20 \text{ J/cm}^2 / 20 \times 10^{-3} \text{ s} = 10^3 \text{ W/cm}^2$.

A számítás alapján a Q-kapcsolt lézer 1 000 000-szor nagyobb teljesítménysűrűséggel dolgozik, mint a szőrtelenítő lézer! Könnyen belátható, hogy a tetoválás eltávolító lézer laikus kézben lényegesen nagyobb veszélyt jelent a páciens számára, mint egy szőrtelenítő készülék. Vélhetően ennek köszönhető, hogy a lézeres tetoválás eltávolítás okozta szövődemények súlyossága és aránya jelentősen túlhaladja a szőrtelenítő kezelések szövődeményeit. Nemcsak a bőrt érő károsodások megjelenésével kell számolni. Számos szemészeti vonatkozású közlemény jelent meg a retina teljes vastagságban történő kiégetéséről a szemet ért Q-kapcsolt lézeres behatás után (26, 27, 28).



13. ábra

Hazai tetoválásalonban végzett lézeres tetoválás eltávolítás a szemöldök területén. A szemet védőszemüveg helyett a kezelő a bal keze egyik ujjával takarja le

A páciens nem megfelelő szemvédelme (13. ábra), vagy a lézer szakszerűtlen használata következtében a szemet érő lézerfény – a szem optikai rendszere által az éleslátás helyére fókuszálva – maradandó károsodást okoz (teljes vastagságú maculalyuk, FTMH) és azonnali látásvesztést eredményez. A műtéti megoldás vitrektómiával (az üvegtest eltávolításával) jár.

Flegel és munkatársai PubMed és Embase adatbázisok alapján összesítették a bőr lézeres kezelése kapcsán létrejött szemészeti szövődeményeket (29). 119 publikált esetet találtak, ebből 59 esetben szemhéj sérülés történt következményes ectropiummal, 60 esetben a szemet érte szerkezeti károsodás, 52%-ban tartós szemészeti szövődéménnyel. 73%-ban (44 eset) tetten érhető volt a nem megfelelő szemvédelem.

Összefoglalás

Két esetünk kapcsán bemutattuk az „enzimes”, valamint a kombinált kezelést (tejsavval történő felületetoválás és Q-kapcsolt lézer) szövődéményeit. A tetoválófesték pigmentrészecskéit szelektíven károsítani képes lézeres kezelések fejlődése mellett a nem-lézeres módszerek ma már nem jelenthetnek valódi alternatívát (12), hiszen a festéket tároló dermális szövetrészek kiterjedt roncsolása másodlagos gyógyulással és hegeseccsel jár. A „savas” vagy „enzimes” kezelés eredménye megtévesztő lehet egy laikus szemlélő számára, ha nem ismeri fel a heget, amennyiben a hegeképződést csak a keloiddal azonosítja. Sokszor keloid nem, vagy nem azonnal keletkezik, kezdetben csak elhúzódó pörkösödés látszik, ami a heges reakció előfutára. A heg eltérő szöveti struktúrája viszont fénytörő közeget képez a körülötte elhelyezkedő ép szövetek felé, így a lézeres kezelés sikerét negatívan befolyásolja. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy nehezebb lesz kalkulálni a várható kezelések számát, s gyakrabban marad vissza el nem távolítható, reziduális pigment vagy szellemkép. A kémiai összetevők gyulladást és vörösséget is előidézhetnek, mely a kapillárisok tartós kitágulásával jár. A tartós vörösség, a pigmentációs zavar és a hegesecc fel nem ismerése téves következtetéseket és a szövődéményt esetleg tovább súlyosbító nem adekvát kezeléseket vonhat maga után.

Németországban a Szövetségi Kockázatértékelési Intézet (Bundesinstitut für Risikobewertung, BfR) azon a véleményen van, hogy a tejsav tetoválás eltávolításra való használatának egészségügyi kockázata van, alkalmazása után súlyos gyulladási reakciók lépnek fel a bőr későbbi hegeseccével (30). A BfR véleménye szerint a tetoválást csak orvosilag elismert módszerekkel szabad eltávolítani. A BfR a Német Szövetségi Köztársaság tudományos intézménye, melyet 2002 novemberében hoztak létre a fogyasztók egészségvédelmének erősítésére, feladata, hogy jelentéseket és nyilatkozatokat készítsen az élelmiszer- és takarmánybiztonság, valamint a vegyi anyagok és termékek biztonságáról.

A bőrgyógyászok gyakran szembesülnek a nem szakemberek által végzett tetoválás eltávolítások szövődéményeivel. *Karsai, Krieger és Raulin* felmérték a lézeres tetoválás eltávolítás lehetséges kockázatait és buktatóit,

ha azt laikusok végzik. Négy fő problémacsoportot azonosítottak: a tatu pigmentek bomlástermékeinek ritka, de potenciálisan súlyos allergiás vagy toxikus hatásai; a lézeres eszközök nem rendeltetésszerű használatából eredő sérülések; rosszindulatú betegségek, amelyek a tetoválás területén el voltak fedve és aprólékos bőrgyógyászati diagnózist igényeltek volna; valamint a betegek nem megfelelő preoperatív konzultációja a kockázatokról, mellékhatásokról és a terápiás eredménnyel kapcsolatos reális elvárásokról. A 2010-ben publikált közleményben arra a következtetésre jutottak, hogy a tetoválás laikusok által történő lézeres eltávolítása betegbiztonsági szempontból elfogadhatatlan, és a törvényeknek mielőbb meg kell tiltaniuk ezt a gyakorlatot (21).

Németországban 2020. december 31-től a lézeres tetoválás eltávolítás általános orvosi diplomához kötött, s csak megfelelő szakorvosi végzettséggel rendelkező és továbbképzésen részt vett orvosok távolíthatnak el tetoválást (31). A lézerek alkalmazását a Szövetségi Sugárvédelmi Hivatal (Bundesamt für Strahlenschutz, BfS) felügyeli, mely a Környezetvédelmi Minisztérium tárcájához tartozó, szervezetenként független, tudományos-műszaki hatóság. A nem-ionizáló sugárzás humán alkalmazásának káros hatásaival szembeni védelemről szóló rendelet (NiSV) szigorú feltételrendszere az Európai Unió bármely tagállama részére példaértékű lehet (32).

A laikus kezelésnek a dokumentáció hiánya is lényeges eleme. Mivel csak a rendelők kötelezettek a betegmegjelenések regisztrálására, a státusz rögzítésére, a tájékoztatáson alapuló beleegyezés és a kezelési paraméterek dokumentálására, valamint az EESzT felé történő jelentésre, egy laikus kezelés visszakövetése gyakorlatilag lehetetlen. Szakhatósági engedély vagy bejelentési kötelezettség hiányában az ellenőrzési lehetőségek is beszűkültek, pedig a sokszor klinikaként hirdett szalonokban orvosi tevékenységnek minősülő egyéb kezeléseket is végeznek jogosulatlanul. Nem beszélve arról, hogy megoldatlan marad az akut és krónikus szövődémények felismerése és ellátása, s azok kezelése a páciensnek, vagy a társadalombiztosítónak (NEAK) jelent indokolatlan költséget.

IRODALOM

1. *Gitnux Marketdata*: The Most Surprising Popularity of Tattoos: Statistics and Trends. (2023) Available at <https://blog.gitnux.com/popularity-of-tattoos-statistics/>
2. *Klein A., Rittmann I., Hiller K.A., Landthaler M., Baumler W.*: An internet-based survey on characteristics of laser tattoo removal and associated side effects. *Lasers Med Sci* (2014) 29, 729–38. DOI: 10.1007/S10103-013-1395-1
3. *Vassileva S., Hristakieva E.*: Medical applications of tattooing. *Clin Dermatol* (2007) 25, 367–374. DOI: 10.1016/j.clindermatol.2007.05.014
4. *Gopee N.V., Cui Y., Olson G., Warbritton A.R., Miller B.J., Couch L.H., Wamer W.G., Howard P.C.*: Response of mouse skin to tattooing: use of SKH-1 mice as a surrogate model for human tattooing. *Toxicol Appl Pharmacol* (2005) 209, 145–158. DOI: 10.1016/j.taap.2005.04.003
5. *Engel E., Vasold R., Santarelli F., Maisch T., Gopee N.V., Howard P.C., Landthaler M., Bäuml W.*: 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*, 54–60. DOI: 10.1111/j.1600-0625.2009.00925.x
6. *Danish Environmental Protection Agency*: Chemical substances in tattoo ink. (2012), *116*. Available at www.mst.dk
 7. *McDowell F.*: Plastic surgery: Removal of commercial tattoos of the skin. *West J Med* (1976) *125*-143.
 8. *Manchester G.*: The removal of commercial tattoos by abrasion with table salt. *Plast Reconstr Surg* (1974) *53*, 517-521. DOI: 10.1097/00006534-197405000-00002
 9. *Clabaugh W.*: Removal of tattoos by superficial dermabrasion. *Arch Dermatol* (1968) *98*, 515-21. DOI: 10.1097/00006534-196909000-00045
 10. *Groot D.W., Arlette J.P., Johnston P.A.*: Comparison of the infra-red coagulator and the carbon dioxide laser in the removal of decorative tattoos. *J Am Acad Dermatol* (1986) *15*, 518–22. DOI: 10.1016/S0190-9622(86)70204-1
 11. *Dvir E., Hirshowitz B.*: Tattoo removal by cryosurgery. *Plast Reconstr Surg* (1980) *66*, 373–9.
 12. *Dash G., Patil A., Kassir M., Goldman M.P., Gold M.H., Adatto M., Grosse-Büning S., Grabbe S., Goldust M.*: Non-laser treatment for tattoo removal. *J Cosm Dermatol* (2023) *22*, 74-78. DOI: 10.1111/jocd.14819
 13. *Ibrahimi O.A., Syed Z., Sakamoto F.H. és mtsai.*: Treatment of tattoo allergy with ablative fractional resurfacing: A novel paradigm for tattoo removal. *J Am Acad Dermatol* (2011) *64*, 1111–4. DOI: 10.1016/j.jaad.2010.11.005
 14. *Cheng W.*: A non-laser method to reverse permanent makeup and tattoos. *Cosmetic Dermatology* (2001) *14*, 47-50.
 15. *Saini R., Winhoven S.M., Kaufman J.*: Hypertrophic scar after chemical tattoo removal. *Dermatol Surg* (2008) *34*, 1599-602. DOI: 10.1111/j.1524-4725.2008.34332.x
 16. *Varju G.*: Lézerek az esztétikai bőrgyógyászatban: a rejuvenáció módszerei. *BVSZ* (2020) *96*, 163-181. DOI: 10.7188/bvsz.2020.96.4.1
 17. *Taylor C.R., Anderson R.R., Gange R.W. és mtsai.*: Light and electron microscopic analysis of tattoos by Q-switched ruby laser. *J Invest Dermatol* (1991) *97*, 131–6. DOI: 10.1111/1523-1747.ep12478570
 18. *Rung S., Rexhepi M., Bischoff C. és mtsai.*: Laserscribing of thin films using Top-Hat laser beam profiles. *J Laser Micro Nanoeng.* (2013) *8*, 309–314. DOI: 10.2961/jlmm.2013.03.0021
 19. *Kirby W., Desai A., Desai T. és mtsai.*: The Kirby-Desai scale: a proposed scale to assess tattoo-removal treatments. *J Clin Aesthetic Dermatol* (2009) *3*, 32-7.
 20. *Eklund Y., Troilus R.A.*: Laser tattoo removal, precautions, and unwanted effects. *Tattooed skin and health*. *Karger* (2015) *48*, 88-96. DOI: 10.1159/000369191
 21. *Karsai S., Krieger G., Raulin C.*: Tattoo removal by non-professionals – medical and forensic considerations. *J Eur Acad Dermatol Venereol* (2009) *24*, 756–762. DOI: 10.1111/j.1468-3083.2009.03535.x
 22. *Anderson R.R., Geronemus R., Kilmer S.L. és mtsai.*: Cosmetic tattoo ink darkening. A complication of Q-switched and pulsed-laser treatment. *Arch Dermatol* (1993) *129*, 1010–4. DOI: 10.1001/archderm.1993.01680290082012
 23. *England R.W., Vogel P., Hagan L.*: Immediate cutaneous hypersensitivity after treatment of tattoo with Nd:YAG laser: a case report and review of the literature. *Ann Allergy Asthma Immunol* (2002) *89*, 215–217. DOI: 10.1016/S1081-1206(10)61942-4
 24. *Harper J., Losch A.E., Otto S.G. és mtsai.*: New insight into the pathophysiology of tattoo reactions following laser tattoo removal. *Plast Reconstr Surg* (2010) *126*, 313–314. DOI: 10.1097/PRS.0b013e3181f63fde
 25. *Varju G., Papp J., Pónyai K.*: Lézerek és IPL. Az esztétikai orvoslás alapjai. *Semmelweis Könyv és Multimédia Kiadó.* (2021) 295-337.
 26. *Barkana Y., Belkin M.*: Laser eye injuries *Surv Ophthalmol*, (2000) *44*, 459-478.
 27. *Fernandez MP, Modi YS, John VJ és mtsai.*: Accidental Nd:YAG laser-induced macular hole in a pediatric patient. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina*, *44* (2013), pp. e7-e10
 28. *Stein G.E., Jung J.J., Bodine S. és mtsai.*: Vitrectomy for macular hole following Nd:YAG laser injury. *Taiwan J Ophthalmol* (2016) *195*-198. DOI: 10.1016/j.tjo.2016.05.005
 29. *Flegel L., Kherani F., Richer V.*: Review of eye injuries associated with dermatologic laser treatment. *Dermatol Surg* (2022) DOI: 10.1097/DSS.0000000000003427
 30. *Bundesinstitut für Risikobewertung*: Tattoo-Entfernung: Einsatz wässriger Milchsäure ist mit gesundheitlichen Risiken verbunden. Stellungnahme Nr. 033/2011 des BfR vom 1. August 2011. https://www.bfr.bund.de/cm/343/tattoo_entfernung_einsatz_waessriger_milchsaeure_ist_mit_gesundheitlichen_risiken_verbunden.pdf
 31. *Bundesamt für Strahlenschutz*: Optische Strahlung: Entfernung von Tattoos. <https://www.bfs.de/DE/themen/opt/anwendung-medizin-wellness/tattoo/tattoo-entfernung.html>
 32. *Bundesministerium Justiz*: Verordnung zum Schutz vor schädlichen Wirkungen nichtionisierenden Strahlung bei der Anwendung am Menschen (NiSV). <https://www.gesetze-im-internet.de/nisv/NiSV.pdf>

Érkezett: 2023.09.06.

Közlésre elfogadva: 2023.09.25.