

Szegedi Tudományegyetem Szent-Györgyi Albert Orvos- és Gyógyszerésztudományi Centrum Bőrgyógyászati és Allergológiai Klinika (igazgató: Dr. Kemény Lajos egyetemi tanár) közleménye

Bőrfiatalítás nonablatív lézerek és fényt kibocsátó készülékek segítségével*

Skin rejuvenation with non-ablative laser and light systems

MORVAY MÁRTA DR., ALTMAYER ANITA DR., GAÁL MAGDOLNA DR., CSITOS ÁGNES DR., KEMÉNY LAJOS DR.

ÖSSZEFOGLALÁS

A bőr öregedésének folyamatát lassítani lehet különböző bőrfiatalító eljárásokkal. A szépségipar és a kozmetológia, esztétikai bőrgyógyászat fejlődésével számos olyan módszer terjedt el, melyek több-kevesebb sikerrel, de megoldást kínálnak a ráncosodás csökkentésére, a bőr feszességének helyreállítására, a nem kívánt pigmentfoltok, értágulatok eltiúntására.

Ez a referáló közlemény áttekintést ad a lézer és fényenergia felhasználásán alapuló legújabb technológiákról, melyekkel a bőrfelszín látható sérülése nélkül lehet a bőrt fájdalom- és sebmentesen, gyorsan, mellékhatás nélkül, rövid gyógyulási idővel hatékonyan kezelni.

Kulcsszavak:
fénykárosodott bőr - fotorejuvenáció - lézerek - IPL - LED - PDT

SUMMARY

The process of skin aging can be slow down with the help of several methods of skin rejuvenation. The goal of skin rejuvenation has become the focus of the cosmeceutical industry, cosmetology and esthetic dermatology.

This review outlines the latest laser and light energy based technologies used for nonablative skin rejuvenation. With the help of these various noninvasive treatment modalities we can treat the visible signs of photoaging, including rhytides, teleangiectasias and dyspigmentation, without the destruction of the epidermis. The new photoremodelling techniques improve skin texture and cause tissue tightening. These methods are less invasive than the former ones, treatments require little or no recovery time, they are fast, not painful and side effects, complications are very few.

Key words:
photoaging - photorejuvenation - lasers - IPL - LED - PDT

Öregedés és fény okozta bőröregedés

Az örök fiatalság titkát évszázadok óta kutatják. Az öregedés egy természetes folyamat, mely mindenkinél jelentkezik, a kérdés csak az, hogy mikor válik szembetűnővé.

Bár közismert, hogy a szépség relatív fogalom, mégis a szép bőr mindenki számára egyértelmű, jellegzetes képet ad: sima, hibáktól, hegektől, ráncoktól mentes, rugalmas. A fiatal bőr ideális víztartalmú, melyben kiválóan regenerálódó kollagén és elasztikus rostok vannak, a sérülések gyorsan regenerálódnak.

A bőr öregedését belső és külső okokra vezethetjük vissza. Az ún. *belső ok miatti öregedés genetikailag meghatározott*, a kronológiai, természetes öregedést jelenti. Az évek során a bőr szárazzá, rugalmatlanná válik, finom ráncok megjelenése és a bőr atrófiája jellemzi. Szöveti

vizsgálatkor az intakt stratum corneum mellett a felhám elvékonyodása látható. Ellaposodik a dermoepidermális junkció, csökken az irha vastagsága és csökken a dermális fibroblasztok kollagén termelése, ami elhúzódó sebgyógyulásban nyilvánul meg.

A külső okok miatti bőröregedést a környezeti hatások idézik elő. Ilyen faktor a dohányzás, a szél, kémiai, vegyi anyagok és mindennek előtt az UV fénysugárzás. Az UVB a legkárosabb fénytartomány, mely eritémát, napégést, DNS károsodást, s végül bőrdaganatot idézhet elő. Az UVA fény mélyebbre penetrál, általában nem idéz elő azonnal látható károsodást, inkább a bőr krónikus fénykárosodásáért felelős. A külső okok miatti bőröregedést klinikailag a finom, apró ráncok megjelenése, a bőrszárazság, a bőr rugalmatlansága, pigment eltérések, értágulatok megjelenése jellemzi. Szöveti vizsgálattal a fénykárosodás a lokalizációtól függően a felhám megvastagodását vagy elvékonyodását idézi elő. Az UV fény hatására az irhában kollagén degeneráció,

* Dr. Simon Miklós emeritus professzor 90. születésnapjára írt közlemény

az előregedett elasztikus rostok és alapanyag lerakódása és megnövekedett mukopoliszaharid mennyiség mutat-
ható ki.

Bőrifiatalítás módszerei

Míg a természetes öregedés folyamatába nem lehet mes-
terségesen beavatkozni, addig az évek és a fény okozta
korai bőröregedés tüneteit a megelőzéssel, időben elkezdett
kozmetikai kezelésekkal és a különböző bőrifiatalító
eljárásokkal késleltetni lehet.

A bőrifiatalítás története évezredekre tekint vissza. Az
Enciklopédia Britannica már említi a kozmetikumok hasz-
nátát az ősi egyiptomi, görög, római és közép-keleti kul-
túrákban. Púdert használtak a bőr világosítására, szemet a
szempillák sötétítésére, hennát a bőr és a haj színezésére.

Számos bőrifiatalító eljárás ismert, melyek közül az *ab-
latív, invazív beavatkozások*: a kémiai mély hámlasztások,
a krioterápia, az ablatív lézerkezelés és a sebészeti eljárás-
ok látványosak, de mellékhatásokkal járhatnak. A mezo-
terápia, Botox kezelés, ráncfeltöltés és a lágyszövet aug-
mentáció szintén invazív beavatkozásnak minősíthető.

A mélyhámlasztások és sebészi dermabráziók alkalma-
zása vezetett el a széndioxid és Erbium:YAG ablatív lé-
zertechnikák precíz, kevés mellékhatással járó bőrifiatalító
módszerek bevezetéséhez. Mindkét lézeres beavatkozással
az epidermisz károsítása mellett a dermiszben megha-
tározható reverzibilis hőkárosodási zónát eredményez,
mely triggereli a dermiszben az új kollagén és az extracel-
luláris matrix (ECM) képződését (24). Az ablatív lézer-
technikáknak vannak mellékhatásai és lehetnek szövőd-
ményei, mint pl. a hosszan tartó bőrpír, ödéma, milium
képződés, irritatív dermatitis, másodlagos felülfertőzések,
hyper- és hypopigmentáció, hegesezés (8).

A *noninvazív módszerek* közé tartoznak a különböző
kozmetikai kezelések, mikrodermabrázió, a felületes háml-
asztások, nonablatív lézer és IPL technikák.

A fénykárosodott, öregedő bőr fiatalítására az utóbbi
évtizedekben a kozmetikai ipar számos új készítményt ho-
zott forgalomba, melyek elsősorban a bőr textúrájának és
pigmentációjának a megváltoztatását célozzák meg (20).

A legújabb lézer és intenzív pulzáló fényt kibocsátó
(IPL) technikák fejlődésével, az ún. *nonablatív fotoreju-
venációval* lehetőség nyílt a bőrfelszín károsítása nélkül
javítani a bőr textúráját, színét, rugalmasságát és csökken-
teni a ráncosodást, a pórusok tágasságát, eltüntetni a tele-
angiectasiákat és a pigmentfoltokat.

Ez a módszer kevésbé intenzív, gyors, fájdalom- és seb-
mentes, mellékhatás nélkül, rövid gyógyulási idővel képes
hasonló eredményre, mint a korábbi invazív eljárások.

Fotorejuvenáció

A *fotorejuvenáció*, a hőhatáson alapuló bőrfelszíni hely-
reállító eljárásoknál a hőkárosodás csak az irha megha-
tározott területén jön létre. A beavatkozás célja az irha
strukturális részeinek helyreállítása, újrendezése, a der-
mális térfogat növelése. Mindez a normális sebgyógyulási
folyamat során észlelhető biokémiai és immunológiai tör-

ténések révén jön létre (24). A fotorejuvenáció során mel-
lékhatás, szövődmény alig fordul elő. Ezek ritkán, első-
sorban a kezelés után jelentkező bőrpír, égő érzés, átme-
neti hyperpigmentáció formájában nyilvánulnak meg.

A fotorejuvenációra többfajta lézer- és IPL készüléket
használnak. A bőrben lévő *hemoglobinban és melaninban*
elnyelődő látható fényt kibocsátó készülékek a fénykáro-
sodott bőr, a diffúz arcpír, rosacea, lentigók kezelésére al-
kalmasak elsősorban. Ezek a frekvencia kettőzött
Nd:YAG (532 nm), KTP (532 nm), hosszú pulzusú pulzáló
festéklézer (858-595 nm), az IPL (550-1200 nm), a lát-
ható infravörös (hosszú pulzusú Nd:YAG 1064 nm), a
LED keskeny sávú lámpák, valamint a Q-kapcsolt és mil-
liszekundum tartományban emittáló Nd:YAG (1064 nm)
lézerek.

Azok a készülékek, melyek leginkább a szöveti vízben
elnyelődő sugarakat bocsátanak ki, kollagén és kötőszö-
veti strukturális változásokat idéznek elő, csökkentvén a
bőr pórus nagyságát, az elasztózist és a ráncosodást. Ilyen
készülékek a szöveti vízben elnyelődő infravörös lézerek,
mint pl. az 1320 nm-s Nd:YAG, 1450 nm-s dióda, 1540
nm-s Erbium glass lézer.

A rádiófrekvenciás, mikrohullámú és ultrahangos ké-
szülékek is hőhatás révén alkalmasak a bőr egyes megha-
tározott rétegeinek felmelegítésére és az ezt követő folya-
matok révén a bőrfeszítésre.

A fénykárosodás tüneteinek nonablatív fotorejuvenáció-
val végzett javításának illetve eltüntetésének lehetőségeit,
az algoritmust mutatja a *1. táblázat*. (1. táblázat algorit-
mus)

Látható fényű lézerek

Frekvencia kettőzött Nd:YAG, KTP 532 nm)

A fénykárosodás következtében kialakuló pigment- és
hajszálér problémákra kiválóan alkalmazható készülék az
532 nm-en emittáló, zöld fényű, frekvencia kettőzött
Nd:YAG és KTP lézer. Irodalmi hivatkozások szerint
(6;24) a bőr textúráját is javítják a kezelések, de kicsi a
sugárnyaláb átmérője, igen technikafüggő az eljárás és rit-
kán pontszerű purpurák, apró hólyagok és heg is keletkez-
het mellékhatásként. Sokkal hatékonyabb, ha az 1064 nm
és az 532 nm-s lézereket kombináltan alkalmazzák (15).

Pulzáló festéklézer (585, 595 nm)

Régebbi megfigyelés, hogy az értágulatok kezelésére al-
kalmazott pulzáló festéklézer kezelés után csökkent az
arcbőr ráncosság, akár 50%-al is (27). Minden esetben
jelentkezett azonban korai mellékhatásként purpura, ödé-
ma, mely hetekig fennállt és néhány esetben posztoperatív
hyperpigmentációt is megfigyeltek. A festéklézer impul-
zus tartamának növelésével kivédhető a purpurák, de ez
a dózis nem hat az értágulatokra, pigment eltérésekre,
csak a ráncosodás mértékét javítja (4). A festéklézer foto-
rejuvenáló hatásmechanizmusa még nem ismert pontosan,
valószínűleg a lézertény hatására a bőr ereinek endothelje
károsodik és emiatt a megnövekedett citokin termelés
neokollagén képződést indít be (18).

IPL

AZ IPL technika (intenzív pulzáló fény) nem koherens, sok hullámhosszat tartalmazó (500-1200 nm), nagy energiasűrűségű széles spektrumú villanófényt használja a bőr minőségének javítására, a ráncosodás csökkentésére. Az epidermisz megkímélésével, a különböző filterekkel szűrt fény hőenergiája serkenti a fibroblasztokat a kollagén és elasztin termelésre. Emellett hatékonyan lehet a photoaging egyéb színi eltéréseit is kezelni vele. Előnye, hogy a nagy sugárnyaláb átmérő miatt a kezelés gyors, a bevezetés, hólyag, pigmentáció vagy hegesedés mint mellékhatás ritka (13).

Az IPL hatásmechanizmusáról különböző teóriák léteznek. Az egyik lehetséges mechanizmus a dermális hőkárosodás révén beinduló repair mechanizmust, a fibroblaszt aktivációt és így az új kollagén képződését támogatja. A másik teória szerint a hő citokin aktivációt eredményez, mely másodlagosan a heat shock proteinek, vaszkuláris növekedési faktorok, fibroblaszt növekedési faktorok modulációjának révén vezet a neokollagén képződéshez (11).

Elsősorban az 550-570 nm filtert használják, átlagosan 4 kezelés után már jelentős javulás tapasztalható. Az értágulatok 82%, a pigmentáció 83%-ban csökkentek, a bőr textúrája 83%-ban javult (24). *Sadick és mtsai* a kezelték több mint 90%-nál figyelték meg az arc bőr hosszantartó javulását (22). Az IPL kezelés után fél évvel történt beteg elégedettségi felmérés során a kezelték 80%-a (3), más tanulmány szerint a betegek 73% volt csaknem teljesen elégedett az elért eredménnyel (5). Az I-IV bőrtípusú betegek IPL fotorejuvenációs kezelése után 5 évvel történt elégedettségi felmérés átlag 80% javulást mutatott (26).

Fotomoduláció és alacsony energiát kibocsátó dióda lézerek (LED)

A nem hőhatáson alapuló, ún. fotomoduláció során alacsony szintű fényenergiát használnak a sejtek normális működésének befolyásolására, aktiválására vagy gátlására. A fotomoduláció hat a fibroblasztok működésére, a vérkeringésre, gyulladásos válaszra és a bőrben lévő „stemsejtek” aktivitására. A fotomoduláció pontos hatásmechanizmusa még nem ismert, de a bőr textúra javulása, a ráncok mélységének csökkenése mérhető a kezeléseket követően (11).

A LED (= light emitting diode) lámpák, kis chipreke vagy parányi lencsékkel ellátott kis lámpákra hasonlító, alacsony intenzitású fényt emittáló készülék keskeny hullámsávú fényt bocsát ki az ultraibolya- látható- infravörös tartományban. A LED kezelés nem hőhatáson alapuló fotorejuvenáló eljárás. A LED-el végzett kezelés fájdalommentes, az egész arcot pár perc alatt meg lehet kezelni vele. A pontos hatásmechanizmus még nem ismert, de ez a fotomoduláció a sejtek vagy sejtalkotók bizonyos receptorainak megvilágításával az adott sejt típus funkcióit befolyásolja. A LED fotomoduláció önmagában is javítja a bőrtextúrát, csökkenti az érdességet és a finom ráncokat. A betegek 90%-nál észlelhető javulás (25).

Infravörös lézerek (melanin, hemoglobin és víz abszorpció)

Hosszú impulzusú Nd:YAG (1064 nm)

Az 1064 nm-s lézerek hőhatásuk révén mindhárom fő kromofórban a melaninban, hemoglobinban és a vízben is elnyelődnek. A hő mélységét és a tartamát az impulzus időtartamával lehet befolyásolni. 532 nm-s KTP-vel kombinálva sokkal hatékonyabb, mint önmagában (19).

Rövid impulzusú Q-kapcsolt Nd:YAG (1064 nm)

A Q-kapcsolt Nd:YAG lézereket használták legelőször nonablatív bőrfiatalításra. Mellékhatásként apró, tűszúrásnyi bevezetések, kis eróziók jelentkeztek. Ha az energiasűrűséget csökkentették, elkerülhetővé váltak a bevezetések, a ráncok átlagosan 25%-al csökkentek (12).

Infravörös lézerek (csak víz abszorpció)

1320 nm Nd:YAG

Az 1320 nm-s hosszú impulzusú lézerefény nem specifikusan a szöveti vízben nyelődik el, 2-3 mm mélyre penetrál és a dermiszben szórja szét a hőenergiát. Az irhában lévő kollagén denaturációjához 70 °C-ra kell felmelegíteni a dermiszt, ez indítja be a fokozott citokin termelést és az ezt követő dermális kollagén remodellálást.

Az epidermiszt hűteni kell a kezelés közben. A klinikai javulás csak hónapokkal később észlelhető (15, 16). Az atrófiás, behúzódó acnes hegek javulását is el lehet érni az 1320 nm-s Nd:YAG lézerkezelésekkel. Átlagosan 5,5 kezelés volt szükséges a javuláshoz, mellékhatást, szövődeményt nem észleltek (2).

1450 nm hosszú pulzusú dióda lézer

Ez a lézer maximum 500 µm-ra penetrál a bőrbe, a felhámot itt is hűteni kell. Viszonylag hosszú impulzus idő kell a dermisz felfűtéséhez és a klinikai javulás csak később észlelhető. A kezelt ráncok csak kismértékben javultak, de az aktív acné, a faggyútermelés csökken a hatására. (7).

1540 nm Erbium: glass lézer

Az Erbium glass 1540 nm-s lézer a középső infravörös tartományban emittál, nagy a vízben való elnyelődése. Az epidermisz hűtése szükséges ahhoz, hogy mellékhatás, komplikáció ne keletkezzen. A klinikai javulás itt is később, de progresszíven jelentkezik (10, 24).

Frakcionált fototermolízis (Fraxel)

A Fraxel kezeléskor közepes infravörös hullámhossz tartományú lézert alkalmaznak, mely mikroszkopikus kolumnákban hoz létre hőkárosodást. Ezeket mikrotermális zónáknak nevezik. A zónák átmérője energiafüggő és 100-160 µm, a mélysége változtatható az energia növelésével. A stimulált epidermális regeneráció és a kollagén remodellálás klinikailag észlelhető, gyors rejuvenációt eredményez. Hátránya, hogy fájdalmas, mely miatt a bőrt érzésteleníteni és folyamatosan hűteni kell (9).

Rádiófrekvenciás és mikrohullámú készülékek

Az elektromágneses spektrum rádiófrekvenciás (300 MHz-3 kHz) és a mikrohullám (300 GHz-300 MHz) hullámai nem ionizáló sugárzást adnak. A rádiófrekvenciás és mikrohullámú energia a szöveteket termális hatása révén befolyásolja. A bőr esetében specifikus rétegeket, elsősorban az írha mélyebb rétegeit és a subcutist fűti fel, azonnali kollagén kontrakciót eredményezve és ezáltal a bőr feszesítését, a periorbitális ráncok csökkentését, a megereszkedett arc emelését lehet elérni vele. A bőr felsőbb rétegeit természetesen preventíven, szimultán hűteni kell (16, 17, 24).

Fotodinámiás kezelés (5-aminolevulinsav és IPL)

A fotodinámiás kezelések (PDT = 20% 5-aminolevulinsavval (5-ALA) és a vörös tartományban emittáló fénykezelés) során megfigyelték, hogy a bőr textúrája javult, a ráncok kisimultak, az acnes hegek kitelődtek. Ha hosszabb hullámhosszúságú fényt választanak a PDT-hez, sokkal kevesebb a kezelés alatt a betegek diszkomfort- és fájdalomérzése. A széles spektrumú IPL és a helyi 5-ALA kombinációja enyhe, átmeneti ödémát, bőrpírt és hámlást okoz mellékhatásként, de szövődményes hegeseledést vagy hyperpigmentációt nem figyeltek meg. A helyi fényérzékenyítőt 60 perccel a fénykezelés előtt alkalmazták az arcbőrre és 2 alkalommal végezték el a PDT kezelést. A PDT technika fotorejuvenáló hatása sokkal eredményesebb volt mint csak az IPL kezelést (1).

Kombinált kezelések

Fénykárosodás érszövődményeire többfajta lézer alkalmazható az erek nagyságától, mélységétől, színétől függően.

Amennyiben felületesek és vékonyak a teleangiectasiák a hosszú pulzusú festéklézer, IPL vagy a KTP lézerek az elsődlegesen választandó készülékek. Mélyebb és vastagabb erek esetében a KTP és az 1064 nm-s Nd:YAG lézer is szebb eredményt ad, ha ezeket a lézereket egymással kombinálják.

Fénykárosodás pigmentációs szövődményeire leggyakrabban az IPL, KTP, 1064 nm-s, Fraxel lézereket alkalmazzák. Az IPL kezelést is lehet az 1064 nm-s Nd:YAG vagy a hosszú impulzusú 595 nm-s festéklézerrel kombinálni (21, 23).

Ráncok és bőr textúra javítására bármely nonablatív lézeres technika alkalmas. Ha a bőr feszesítés az elsődleges cél, akkor a rádiófrekvenciás készüléket alkalmazzák elsődlegesen, melyet kombinálhatnak IPL-el vagy 910 nm-s dióda lézerrel (7). A lehető legjobb kozmetikai eredmény eléréséhez szükség van a lézer- és fénykezeléseken kívül retinol, C-vitamin, növekedési faktorokat tartalmazó kozmetikumok rendszeres használatára is.

Az acnes atrófiás hegek legjobban 1450 nm-s dióda lézerekre vagy 1320 nm Nd:YAG és rádiófrekvenciás rendszer kombinált alkalmazására, PL fényvel végzett PDT-re reagálnak (1, 23).

Megbeszélés

A fénykárosodást javító, nem invazív bőrfiatalító eljárások egyre népszerűbbek napjainkban. Mivel nem okoznak a bőrön sebeket, de látványosan javítják az öregségi foltokat, felületes értágulatokat, kitelítik a ráncokat, feszesítik a bőrt és javítják a bőr textúráját, önmagukban alkalmazva vagy kombináltan akár kozmetikumokkal, Botox kezeléssel, lágyrész augmentációval évekkel fiatalíthatják a pácienseket. A különböző nonablatív lézer és egyéb fényforrást felhasználó technikák is kombinálhatók egymással. Nagyon fontos figyelni azonban arra pl. hogy egy ülésben végzett kezeléskor először a rejuvenáció történjen meg, utána a Botox kezelés, mert a botulinum toxin denaturálódhat vagy inaktíválódik a fénykezelés hatására. Hasonló a helyzet a bőrfeltöltő anyagok és a rádiófrekvenciás kezelések egymás után történő alkalmazása esetén is (20, 23).

Nagyon fontos, hogy a kezeléseket csak jól képzett, a lézer- és fénykezelésekben jártas orvosok végezzék. Minden esetben részletes kezelési protokollt kell kidolgozni, a páciens a kezelés módjáról, a várható mellékhatásokról és szövődményekről fel kell világosítani. Figyelni kell, hogy van-e a fotorejuvenációt kizáró tényező, mint pl. fénydermatózis fennállása, fényérzékenyítő gyógyszer szedése, meg kell tudni, hogy fél éven belül szedett-e a személy isotretinoint vagy történt-e nála közepmély vagy mély hámlasztás. Terheseknél, fertőző, aktív bőrbetegségeknél szintén nem végezhető a rejuvenáció és az erősen szoláriumozott, napsütötte bőr is ellenjavallatot jelent. Érdemes fotodokumentációt készíteni, nem feltűnő helyen teszt kezelést végezni és a terápiát alacsony energiasűrűséggel indítani, s a kezelés után szigorú fényvédelmet javasolni. Bármely terápiás lehetőséget is választják, az elvárásoknak realizistikusnak kell lenni.

A nonablatív fotorejuvenáció a fénykárosodott bőr kezelésében új és hatékonyabb technikát jelent, mint a korábbi bőrfiatalító lézeres eljárások, ahol gyakoriak voltak a mellékhatások, szövődmények. A nonablatív fotorejuvenációkról megjelent számos közlemény adataiból elég nehéz objektíven megítélni a kezeléseket hatékonyságát és tartósságát.

MIRE – MIT? ALGORITMUS	
Elváltozás	Választandó készülék
Teleangiectasia	IPL, PDL-LP*, Nd:YAG-LP 532 nm
Diffúz bőrpír	IPL, LED
Pigmentfoltok	IPL, Nd:YAG-LP 532 nm
Enyhe ráncok	LED, IPL, PDL, non-ablatív infravörös lézer
Közepes ránc	infravörös, LED
Mély ránc	infravörös, RF
Acne heg	vörös: IPL, PDL, LED nem vörös: infravörös (1320, 1450, 1540 nm), IPL, LED

*LP= „long pulse” = hosszú pulzusú

1. táblázat

A nonablatív lézerkezelések algoritmusai

Egyrészt a készülékek sokasága, másrészt a hiányzó összevető tanulmányok, a kezelési paraméterek sokszínűsége, a beavatkozások „gold standard”-jának hiánya is gátat szab a statisztikai kiértékelhetőségnek (14, 18). Az ismertett technikák jó része még további finomításokat, analíziseket igényel. Számos tanulmányt folytatnak világszerte újabb és újabb olyan eljárásokra, melyek segítségével még hatékonyabban lehet majd a jövőben a bőr korral és a külső tényezők miatt (photoaging) létrejövő károsodásait kezelni.

IRODALOM

1. *Alster, T. S., Tanzi E. L. and Welsh E. C.*: Photorejuvenation of facial skin with topical 20% 5-aminolevulinic acid and intense pulsed light treatment: a split-face comparison study. *J. Drugs Dermatol.* (2005) 4, 35-38.
2. *Bellew, S. G., Lee, C., Weiss, M. A., et al.*: Improvement of atrophic acne scars with a 1,320 nm Nd:YAG laser: retrospective study. *Dermatol Surg.* (2005) 31, 1218-1221.
3. *Bitter, P. H.*: Noninvasive rejuvenation of photodamaged skin using serial, full-face intense pulsed light treatments. *Dermatol Surg.* (2000) 26, 835-842.
4. *Bjerring, P., Clement, M., Heickendorff, L., et al.*: Selective non-ablative wrinkle reduction by laser. *J Cutan.Laser Ther.* (2000) 2, 9-15.
5. *Brazil, J. and Owens, P.*: Long-term clinical results of IPL photorejuvenation. *J Cosmet. Laser Ther.* (2003) 5, 168-174.
6. *Cisneros, J. L., Rio, R., and Palou, J.*: The Q-switched neodymium (Nd):YAG laser with quadruple frequency. Clinical histological evaluation of facial resurfacing using different wavelengths. *Dermatol Surg.* (1998) 24, 345-350.
7. *Doshi, S. N. and Alster, T. S.*: 1,450 nm long-pulsed diode laser for nonablative skin rejuvenation. *Dermatol Surg.* (2005) 31, 1223-1226.
8. *Dover, J. S., Hruza, G. J., and Arndt, K. A.*: Lasers in skin resurfacing. *Semin. Cutan. Med. Surg.* 2000 Dec.; 19 (4.): 207.-20. (19, 207-220).
9. *Fisher, G. H., Jacobson, L. G., Bernstein, L. J., et al.*: Nonablative radiofrequency treatment of facial laxity. *Dermatol Surg.* X605) 31, 1237-1241.
10. *Fournier, N. and Mordon, S.*: Nonablative remodeling with a 1,540 nm erbium:glass laser. *Dermatol Surg.* (2005) 31, 1227-1235.
11. *Goldberg, D. J.*: New collagen formation after dermal remodeling with an intense pulsed light source. *J Cutan.Laser Ther.* (2000) 2, 59-61.
12. *Goldberg, D. J. and Whitworth. J.*: Laser skin resurfacing with the Q-switched Nd:YAG laser. *Dermatol Surg.* (1997) 23, 903-906.
13. *Goldman, M. P., Weiss, R. A. and Weiss M. A.*: Intense pulsed light as a nonablative approach to photoaging. *Dermatol Surg.* (2005) 31, 1179-1187.
14. *Grema, H., Raulin C. and Greve, B.*: [“Skin rejuvenation” by non-ablative laser and light systems. Literature research and overview]. *Hautarzt.* (2002) 53, 385-392.
15. *Hardaway, C. A. and Ross E. V.*: Nonablative laser skin remodeling. *Dermatol Clin.* (2002) 20, 97-111, ix.
16. *Herne, K. B. and Zachary, C. B.*: New facial rejuvenation techniques. *Semin.Cutan:Med.Surg.* 2000 Dec.; 19.(4.):221.-31. (19, 221-231).
17. *Kaminer, M. S. and Jacob, C. I.*: (2005): Skin Tightening with Radiofrequency. In: *Laser and Lights*, edited by D.J.Goldberg, et al, pp. 43-60. Elsevier Saunders,
18. *Leffell, D. J.*: Clinical efficacy of devices for nonablative photorejuvenation. *Arch Dermatol.* (2002) 138, 1503-1508.
19. *Marmur, E. S. and Goldberg, D. J.*: (2005): Non-Ablative Skin Resurfacing. In: *Laser and Lights*, edited by D.J.Goldberg, et al, pp. 29-41. Elsevier Saunders.
20. *Rokhsar, C. K, Lee S. and Fitzpatrick, R. E.*: Review of photorejuvenation: devices, cosmeceuticals, or both? *Dermatol Surg.* (2005) 31, 1166-1178.
21. *Sadick, N. S.*: Combination radiofrequency and light energies: electro-optical synergy technology in esthetic medicine. *Dermatol Surg.* (2005) 31, 1211-1217.
22. *Sadick, N. S., Weiss, R., Kilmer, S., et al.*: Photorejuvenation with intense pulsed light: ‘results of a multi-center study. *J Drugs Dermatol.* (2004) 3, 41-49.
23. *Shah, G. M. and Kilmer, S. L.*: Combined nonablative rejuvenation techniques. *Dermatol “Surg.* (2005) 31, 1206-1210.
24. *Weiss, R. A., McDaniel, D. H., and Geronemus, R. G.*: Review of nonablative photorejuvenation: reversal of the aging effects of the sun and environmental damage using laser and light sources. *Semin.Cutan.Med Surg.* (2003) 22, 93-106.
25. *Weiss, R. A., McDaniel, D. H., Geronemus, R. G., et al.*: Clinical experience with lightemitting diode (LED) photomodulation. *Dermatol Surg.* (2005) 31, 1199-1205.
26. *Weiss, R. A., Weiss, M. A., and Beasley, K. L.*: Rejuvenation of photoaged skin: 5 years results with intense pulsed light of the face, neck, and chest. *Dermatol Surg.* (2002) 28, 1115-1119.
27. *Zelickson, B. D. Kilmer S. L., Bernstein E., et al.*: Pulsed dye laser therapy for sun damaged skin. *Lasers Surg.Med* (1999) 25, 229-236.