



lek. med. Iwona Radziejewska-Choma
lek. med. Martyna Szaniawska
lek. stom. Anna Smorąg
Saska Clinic w Warszawie

Laser frakcyjny CO₂ – analiza działania i zastosowanie

Laser frakcyjny CO₂ jest narzędziem o szerokim zastosowaniu. Może on stanowić jedno z podstawowych urządzeń w gabinecie medycyny estetycznej oraz dermatologicznym. Coraz szerzej jest on również wykorzystywany w dynamicznie rozwijającej się ginekologii estetycznej. Wśród 10 pacjentów po 30 roku życia odwiedzających gabinet lekarza medycyny estetycznej lub dermatologa u 9 znajdują się wskazania do zastosowania lasera CO₂, co pokazuje ogromną wszechstronność tego urządzenia^[1].

Laser CO₂, czyli laser gdzie ośrodkiem czynnym jest dwutlenek węgla, jest doskonałą i przetestowaną technologią. W ciągu ostatnich lat powstały setki różnych aparatów medycznych wykorzystujących wiązkę laserową opartą o laser CO₂. Powody są oczywiste – laser ten charakteryzuje się dużą sprawnością, ma długą żywotność, jest stosunkowo tani w eksploatacji (mało elementów zużywalnych), a przy tym niezawodny^[2].

Technologiczne aspekty działania lasera frakcyjnego CO₂

Laser CO₂ jest jednym z najpopularniejszych i najczęściej stosowanych urządzeń laserowych. Może działać w trybie frakcyjnym lub chirurgicznym. Tryb chirurgiczny (do jednorodnego działania na skórę) przeznaczony jest do usuwania różnego typu zmian na

skórze, np. włókniaków, kurzajek, znamion, brodawek. Tryb frakcyjny (działanie wielopunktowe) stosuje się do poprawy jakości i wyglądu skóry, a także redukcji blizn i rozstępów.

Ośrodkiem czynnym, w którym powstaje światło w laserze CO₂, jest gaz – dwutlenek węgla. Odpowiednie parametry prądu i układ optyczny – rezonator – powodują wzbudzenie ośrodka czynnego i wzmocnienie światła o ściśle określonej długości fali, w tym przypadku 10600 nm. Nie może być ono przesyłane elastycznym światłowodem, często wykorzystywanym w innych typach laserów, dlatego nieodłączną częścią lasera CO₂ jest ramię z przegubami i wewnętrznym systemem luster, dzięki któremu promieniowanie dociera z urządzenia do głowicy zabiegowej. Laser CO₂ może działać w sposób ciągły lub impulsowy. Jego wiązka

jest silnie absorbowana przez wodę, w związku z czym działa niewybiórczo na wszystkie tkanki. Wnikanie (droga absorpcji) jest bardzo krótkie i nie przekracza 0,3 mm. Pochłonięte promieniowanie zmienia się natychmiast w ciepło, które w zależności od dostarczonej dawki grzeje, odparowuje lub zwęglą tkanki. Wysoka temperatura podczas zabiegu prowadzi do koagulacji małych naczyń i dzięki temu zmniejsza krwawienie w leczonym obszarze.

Laser CO₂ najczęściej stosowany jest jako laser frakcyjny pracujący metodą punktowej ablacyjnej fototermolizy skóry. Działanie to oparte jest na wytwarzaniu siatki kraterów w skórze o charakterystycznym wzorze predefiniowanego rastra. W trakcie jednego zabiegu laser działa na 10-20% obszaru zabiegowego. Strefy uszkodzenia termicznego wokół kraterów powodują, że w rzeczywistości działaniem lasera objęte jest do 30% pola zabiegowego. Reszta jest nieuszkodzona, dzięki czemu goi się szybko i z minimalnym ryzykiem powikłań. Stąd pełen efekt uzyskuje się po przeprowadzeniu 3-4 zabiegów na danym obszarze.

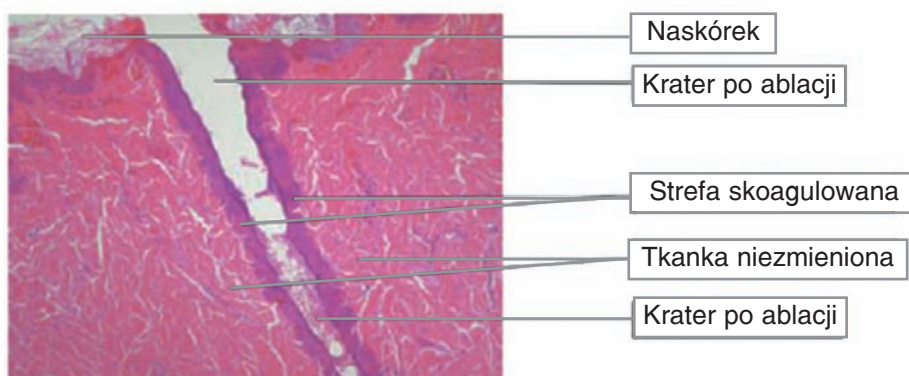
Punktowe, kontrolowane poparzenia skóry powodują większą aktywność jednego z najsilniej pobudzających procesy odnowy w skórze czynnika – białek szoku cieplnego. Proces gojenia zawsze następuje od nie-

uszkodzonych stref skóry. W ciągu 48 godzin po zabiegu laserem CO₂ dochodzi do zakończenia procesu naskórkowania. Powoli zachodzi również normalizacja funkcji skóry za pomocą namnożonych keratynocytów. Jednocześnie tworzący się na nowo kolagen wypełnia kratery. Czas tworzenia nowego kolagenu wynosi od 3 do 6 miesięcy.

Bardzo, istotna również w przypadku pracy na laserze frakcyjnym CO₂, jest precyzja wykonywanych zabiegów i idealnie prostopadłe deponowanie impulsów laserowych w tkance. Ma to ogromny wpływ na jakość i efektywność zabiegu oraz regenerację pozabiegową. Ułatwiają to skanery, w które wyposażone są niektóre typy laserów.

Jednym z najnowszych urządzeń tego typu jest Laser eCO₂ Lutronic, którego emitowana długość fali 10600 nm jest silnie pochłaniana przez wodę zawartą w komórkach i w przestrzeni międzykomórkowej. W efekcie dochodzi do natychmiastowego odparowania tkanki czyli ablacji. Największą zaletą tej metody jest niskie pokrycie skóry wiązkami lasera – do 20% powierzchni. Skraca to czas gojenia oraz redukuje ryzyko powikłań.

Podczas zabiegu dochodzi do wytworzenia mikrokraterów o kształcie odwróconego stożka (Ryc. 1) sięgających maksymalnie do 3 mm w głąb skóry, przy średnicy wejściowej mniejszej



Ryc. 1. Wąski i długi krater ablacji z minimalną strefą koagulacji.

Ilustracja: Dr hab. n. farm. Sławomir Wilczyński, *Medyczny laser CO₂ – jaki aparat jest optymalny dla lekarza medycyny estetycznej/dermatologa?*, Aesthetica 07/05/10.

od 150 mikrometrów. Głębokość kraterów w skórze zależy od zastosowanej energii impulsów. Każdy krater powstały w wyniku ablacji tkanki otoczony jest warstwą nekrozy ($< 100 \mu\text{m}$) i strefą tkanek przegrzanych, co powoduje obkurczanie kolagenu.

Wykonując zabiegi, zaczyna się z reguły od pracy w trybie statycznym. Pola skanowania powinny być oddzielone od siebie o 1-2 mm, aby uniknąć przegrzania. Następnie wyrównuje się pole zabiegowe w trybie dynamicznym, stosując mniejszą energię niż w trybie statycznym.

Wskazania do terapii laserem frakcyjnym

Laser CO_2 jest podstawowym narzędziem wykorzystywanym w dermatologii dzięki możliwości szybkiego odparowywania wszelkich niepożądanych zmian skórnych w bezpieczny i przewidywalny sposób. Jego zaletą jest bardzo szybki proces gojenia i pozostawienie suchych ran, które nie wymagają dodatkowego opatrunku. Zastosowanie w zabiegach dermatochirurgicznych obejmuje leczenie następujących zmian:

- brodawki zwykłe (*Verrucae vulgaris*), brodawki stóp (*Verucae plantares*),
- brodawczaki, prosaki,
- kłykciny kończyste (*Condylomata acuminata*) i brodawki płciowe,
- rumień (*Erythema*),
- włókniaki miękkie,
- włókniaki twarde (*Fibroma Durum*, *Dermatofibroma*),
- rogowacenie posłoneczne,
- grzybica,
- kępki żółte (*Xantelazma*),
- rybia łuska (*Ichthyosis*),
- choroba Recklinghausena (nerwiakowłóknikowatość typu I),
- rak podstawnokomórkowy^[3],
- choroba i rak Bowena,
- zespół znamion dysplastycznych.



Ryc. 2. Fot. Archiwum Saska Clinic.

W ostatnich latach laser frakcyjny stał się narzędziem odmładzającym skórę. Z jego pomocą można wykonać tzw. resurfacing laserowy, uzyskując znaczną poprawę tekstury skóry, wygładzenie zmarszczek, zwężenie porów oraz redukcję przebarwień i innych niedoskonałości związanych z wiekiem oraz fotostarzeniem. Laserem frakcyjnym można też zmniejszyć lub usunąć blizny – w tym także potrądzikowe – oraz zmniejszyć widoczność rozstępów. Zabieg laserem frakcyjnym może być również zabiegiem profilaktycznym od około 30 roku życia (zapobieganie wiotczeniu i utracie jędrności).

Ideą resurfacingu laserowego jest więc regularne i przewidywalne uszkodzenie powierzchni skóry, które pobudza ją do wzmożonej regeneracji i odbudowania uszkodzeń, dzięki czemu uzyskuje się nową i lepszą strukturalnie tkankę. Wizualnie daje to efekt spłycenia i wygładzenia drobnych zmarszczek oraz nierówności, zwiększonego napięcia

skóry i jej pogrubienia, a także wyrównania kolorytu. W związku ze stymulacją produkcji nowego kolagenu w warstwie siateczkowej skóry właściwej efekty narastają przez kilka kolejnych miesięcy po zabiegu. Daje to również widoczną poprawę owalu twarzy oraz innych poddanych zabiegowi obszarów ciała. Dla pełnego efektu najlepiej wykonać 4 zabiegi w odstępie co najmniej 4 tygodni.

Kolejnym wskazaniem do zastosowania lasera frakcyjnego CO₂ jest leczenie blizn oraz blizn potrądzikowych^[4]. Zwłaszcza te drugie mają bardzo negatywny wpływ na jakość życia pacjentów. Ich widoczność jest często gorzej odbierana przez pacjentów niż normalne efekty starzenia się skóry. Niestety nie jest to też niedoskonałość łatwa do wyleczenia. Nierzadko wymaga kilku lub kilkunastu sesji zabiegowych albo łączenia różnych metod.

Blizny potrądzikowe to uszkodzenia skóry powstałe w procesie gojenia się zmian trądzikowych. Typy blizn potrądzikowych to blizny hipertroficzne, keloidy oraz najczęściej występujące blizny atroficzne^[5]. Histologicznie blizny atroficzne charakteryzują się ubytkami kolagenu i elastyny oraz zagłębieniami

w skórze dochodzącymi aż do epidermy. Najczęściej są pozostałościami po zmianach w postaci cyst w przebiegu ropnego trądziku. Dzieli się je na:

- blizny typu *ice pick* – najczęściej występujące, stanowią 65-70% blizn atroficznych, są wąskie i mają najczęściej kształt litery V;
- *rolling scars* – szersze, dochodzą aż do podskórnej tkanki tłuszczowej;
- *boxcar* – o kształcie pudełkowatym, mają kształt litery U i widoczne dno^[6].

Laser CO₂ w tym przypadku daje podwójny efekt: stymuluje procesy odnowy w ranie oraz zwiększa produkcję myofibroblastów i białek macierzy pozakomórkowej oraz kwasu hialuronowego. Przeprowadzone badania pokazały poprawę w wyglądzie blizn na poziomie od 50% do 80%^[7]. Z obserwacji wynika, że w zależności od wyglądu blizn i kondycji skóry powinno się przeprowadzić około 6 sesji laserowych. Odstęp pomiędzy zabiegami powinien wynosić co najmniej 4 tygodnie. W 35% przypadków dochodzi do całkowitej redukcji blizn. W 50%



Ryc. 3. Fot. Archiwum Saska Clinic.

jest to znacząca redukcja^[7]. Najlepszą odpowiedź na leczenie uzyskuje się w przypadku blizn typu *ice pick*. Nawet jeżeli blizny całkowicie nie znikną, poprawia się ich wygląd oraz wygląd całej skóry, a w konsekwencji komfort życia pacjentów.

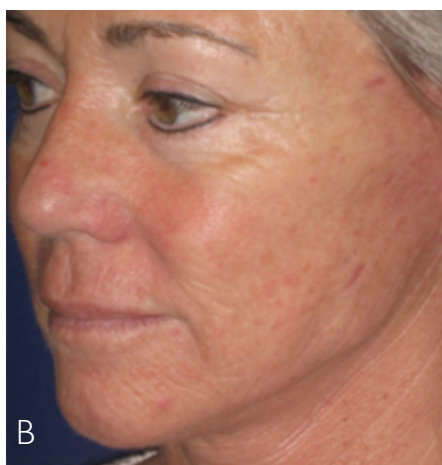
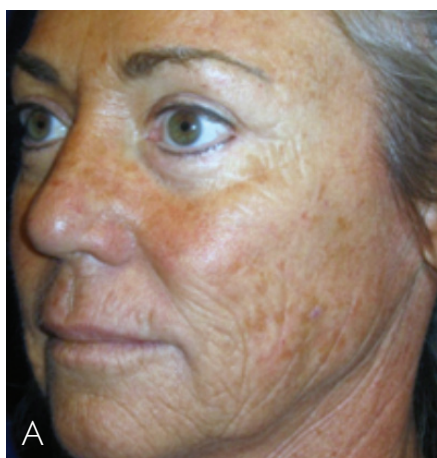
Badania porównawcze przeprowadzone na grupie pacjentów z azjatyckim fototypem skóry wykazały, że w przypadku terapii blizn potrądzikowych i skóry z rozszerzonymi porami lepsze efekty daje zastosowanie wyższej energii i mniejszej gęstości mikrouszkodzeń. W badaniach jedną połowę twarzy pacjenta poddano działaniu lasera frakcyjnego CO₂ o długości fali 10600 nm z parametrami: energia impulsu 30 mJ, gęstość kraterów 250/cm² (12,8% powierzchni skóry). Drugą połowę leczono, stosując parametry: 70 mJ, gęstość kraterów 150/cm² (12,3% powierzchni skóry) w jednym przejściu w trybie statycznym pracy lasera. Drugie ustawienia dawały lepsze efekty w zakresie poprawy tekstury skóry, zmniejszenia porów, redukcji blizn potrądzikowych. W celu uzyskania zadowalających rezultatów konieczne jest przeprowadzenie 2–4 zabiegów^[9].

Kwalifikacja pacjentów do zabiegu i dobór parametrów lasera frakcyjnego

Najlepszymi kandydatami do leczenia laserem frakcyjnym CO₂ są pacjenci z grubszą skórą, która jest dobrze nawilżona i w ogólnej dobrej kondycji. Przy cieńszych skórkach parametry laserowe powinny być nieco zredukowane, a krater ablacyjny powinien mieć maksymalnie 120 mikrometrów. Również gęstość wykonywanych mikrouszkodzeń powinna być mniejsza, gdyż zagwarantuje to szybkie gojenie i zmniejszy ryzyko powikłań.

Problematyczna jest skóra z tendencją do rumienia i teleangiektazji. U tych pacjentów często obserwuje się zaostrzenie rumienia oraz pojawianie się nowych teleangiektazji. Takich pacjentów z reguły przygotowuje się do zabiegu, wykonując, oczywiście w przypadku braku przeciwwskazań, 2 tygodnie wcześniej zabieg z wykorzystaniem osocza bogatopłytkowego, które wzmacnia mechanizmy regeneracyjne skóry. Dodatkowo w kuracji doustnej można dołączyć Calcium Dobesilate w dawce 2 razy 500 mg na dobę.

Wyjątkową ostrożność należy również zachować u pacjentów z niedoczynnością



Ryc. 4. Zmarszczki i wiotkość skóry. A – przed, B – po.

Ilustracja: Marek Mindak, Medyczny laser CO₂ ze skanerem do punktowej fototermolizy skóry, Laser Projekt 2000.

tarczycy, zwłaszcza chorobą Hashimoto, przyjmujących doustnie hormony tarczycy. U tych pacjentów, poza nieco wolniejszą regeneracją skóry, istnieje bardzo duża tendencja do powstawania przebarwień. Również obserwowane efekty pozabiegowe nie są aż tak dobre, jak u pacjentów bez podobnego obciążenia.

Przeciwwskazania do zabiegów z zastosowaniem lasera frakcyjnego CO₂ to:

- aktywna opryszczka,
- opalona skóra,
- czynne infekcje bakteryjne, grzybicze, wirusowe,
- cienka pergaminowa skóra,
- terapia retinoidami doustnymi w ciągu ostatnich 6 miesięcy,
- ciąża i okres karmienia piersią,
- czynna choroba nowotworowa,
- tendencja do tworzenia blizn przerostowych, keloidów,
- V i VI fototyp skóry według Fitzpatricka^[10].

Bardzo istotną sprawą jest poinformowanie pacjentów o konieczności odstawienia środków fotouczulających co najmniej 2 tygodnie przed planowanym zabiegiem. Dotyczy to zwłaszcza dziurawca, pokrzywy, skrzypu,

bratka, arcydzięgla oraz bardzo popularnego ostatnio czystka. Zioła te mogą działać światłoczułująco i zwiększać przez to ryzyko powstawania przebarwień. Uważać należy również na leki przeciwzapalne oraz przeciwbólowe, głównie ketoprofen, diklofenak, ibuprofen. Przyjmowane w dużej ilości także zwiększają ryzyko hiperpigmentacji. Niebezpieczne bywają również leki przeciwwrządcze, zwłaszcza w postaci maści. Zdecydowanie większa tendencja do hiperpigmentacji związana jest też z przyjmowaniem doustnych leków antykoncepcyjnych, sulfonamidów oraz antybiotyków, przede wszystkim doksycykliny (mniej tetracykliny) i betabloków wykorzystywanych w leczeniu nadciśnienia tętniczego.

Możliwe powikłania pozabiegowe

Najczęściej występującym powikłaniem pozabiegowym jest hiperpigmentacja pozapalna, która dotyczy 10-30% zabiegów. Ten rodzaj przebarwień utrzymuje się zwykle od 2-3 tygodni do nawet kilku miesięcy. W wielu przypadkach trzeba zastosować kurację odbarwiający. Przy tego typu przebarwieniach pozapalnych bardzo dużą poprawę



Ryc. 5. Zmarszczki i wiotkość skóry. A – przed, B – po.

Ilustracja: Marek Mindak, Medyczny laser CO₂ ze skanerem do punktowej fototermolizy skóry, Laser Projekt 2000.

dają zabiegi z wykorzystaniem osocza bogatopłytkowego.

Inne możliwe powikłania to:

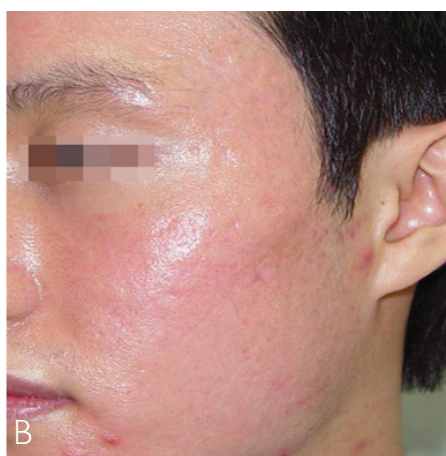
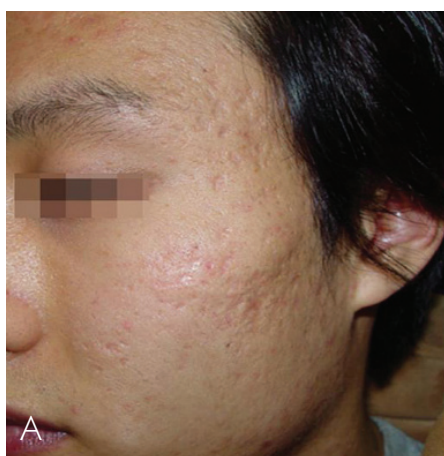
- opryszczka – gdy pacjent ma do niej skłonności, należy profilaktycznie zastosować doustnie acyklowir, gdyż pojawienie się opryszczki mogłoby mieć negatywny wpływ na gojenie się obszarów polaserowych^[10],
- nadkażenie bakteryjne – obserwowane zwłaszcza przy nieprawidłowej pielęgnacji pozabiegowej,
- nadwrażliwość skóry oraz skłonność do reakcji alergicznych – najczęściej związana z nieprawidłową pielęgnacją pozabiegową lub zastosowaniem zbyt wysokich parametrów zabiegowych,
- rumień,
- przetrwały obrzęk^[10] – najczęściej utrzymujący się od 2 do 4 tygodni,
- blizny przerostowe.
- opuchnięcie twarzy (ok. 5% pacjentów).

Zalecenia pozabiegowe

Rekonwalescencja po zabiegu laserem CO₂ ze skanerem trwa od 3 do 7 dni i uwa-

runkowana jest agresywnością zabiegu oraz właściwościami skóry pacjenta. Oczywiście zabiegi silniejsze dają lepszą poprawę stanu skóry, ale wydłużają proces gojenia. Nigdy nie należy stosować agresywnych parametrów w pierwszym zabiegu u pacjenta z powodu nieznajomości reakcji jego skóry. Po szybkim i bezproblemowym gojeniu można znacznie zwiększać energię, uzyskując bezpiecznie znakomity efekt wygładzenia i poprawy jędrności skóry.

Żeby okres gojenia przebiegał prawidłowo i żeby ograniczyć ryzyko powikłań pozabiegowych, niezbędna jest prawidłowa pielęgnacja skóry przez pacjenta. W pierwszej dobie po zabiegu skóra nie powinna mieć kontaktu z wodą. Należy stosować kremy poprawiające gojenie (najlepiej na bazie gliceryny, mogą być z dodatkiem cynku, witaminy E lub masła shea) lub zwykłą wazelinę. W praktyce bardzo często zaleca się kremy zawierające w składzie Ceramidy III, które bardzo szybko regenerują skórę. W kolejnej dobie można stosować wodę termalną. Przez okres 3-4 dni nie zaleca się nakładania makijażu. Od pierwszych godzin po zabiegu powinna być stosowana wysoka ochrona przeciwsłoneczna, SPF 30-50. Skóra po zabiegu jest



Ryc. 6. Blizny potrądzikowe. A – przed, B – po.

Ilustracja: Marek Mindak, Medyczny laser CO₂ ze skanerem do punktowej fototermolizy skóry, Laser Projekt 2000.

wyjątkowo wrażliwa i może zareagować alergicznie na różnego rodzaju składniki kremów, które wcześniej były stosowane. Z tego powodu bardzo istotne jest wykorzystywanie dermaceutyków o prostym składzie i szybka reakcja, jeżeli pacjent zgłasza podrażnienie skóry, ponieważ istotnie może to wydłużyć okres gojenia oraz zwiększyć ryzyko powstania hiperpigmentacji.

Podsumowanie

W ostatniej dekadzie obserwuje się olbrzymi rozwój technologiczny w dziedzinie dermatologii i medycyny estetycznej. Cały czas pojawiają się nowe urządzenia oraz udoskonalane są już te obecne na rynku. Jednak laser frakcyjny CO₂ pozostaje nadal jednym z najczęściej stosowanych i najbardziej wszechstronnych urządzeń. Jego szerokie spektrum zastosowania – począwszy od dermatologii, przez laserowy resurfacing skóry, po leczenie trądziku i usuwanie blizn – a przy tym niskie koszty eksploatacji sprawiają, że jest to dobra inwestycja zwłaszcza dla nowo powstałych gabinetów medycyny estetycznej. Należy jednak wybierać najlepszy sprzęt, który gwarantuje uzyskanie satysfakcjonujących efektów, ale przede wszystkim minima-

lizuje ryzyko wystąpienia działań niepożądanych. Najważniejsze są jednak doświadczenie i solidna wiedza lekarza oraz odpowiednie zakwalifikowanie pacjenta.

Piśmiennictwo:

1. Wilczyński S, dr n. farm.: Medyczny laser CO₂ – jaki aparat optymalny dla lekarza medycyny estetycznej/dermatologii.
2. Mindak M.: Medyczne lasery CO₂.
3. Jae Min Sung, You Chan Kim: Photodynamic therapy with epidermal ablation using fractional CO₂ laser for treating superficial basal cell carcinoma: A case series: Photodiagnosis and Photodynamic Therapy, Volume 19, Sept 2017, 202–204.
4. Journal of the American Academy of Dermatology, Volume 74, Issue 5, Supplement 1, May 2016, Page ab291, No authors available.
5. Goodman G (2003) Post acne scarring: a review. J Cosmet Laser Ther 5:77–95.
6. Fabbrocini G, Annunziata MC, D'Arco V, et al. Acne Scars: Pathogenesis, Classification and Treatment. Dermatology Research and Practice. 2010; 2010:893080.
7. Graber EM, Tanzi EL, and Alster TS. Side effects and complications of fractional laser photothermolysis: experience with 961 treatments. Dermatologic Surgery. 2008;34(3): 301–305.
8. <http://dx.doi.org/10.1097/00042728-200803000-00003>.
9. Lower-Fluence, Higher-Density versus Higher-Fluence, Lower-Density Treatment with a 10,600-nm Carbon Dioxide Fractional Laser System: A Split-Face, Evaluator-Blinded Study, JIN YOUNG JUNG, MD, JU HEE LEE, MD, PHD, DONG JIN RYU, MD, SANG JU LEE, MD, PHD, DONGSIK BANG, MD, PHD, AND SUNG BIN CHO, MD, DERMATOLOGIC SURGERY, 36:* *: 2010.
10. Farhan Taghizadeh, MD, Alicia Leibowitz, BS, Timothy Ellison, Michael Griego, BS, Mimi Traylor-Knowles, BS, & Patrick Ramirez, BS: Short flap rhytidectomy and fractional CO₂ laser rejuvenation of the aging face; Journal of Cosmetic Dermatology, 12, 49-56.



„Saska Clinic” zlokalizowana na Saskiej Kępie w Warszawie oferuje zabiegi z zakresu medycyny estetycznej i flebologii na najwyższym, światowym poziomie.

W Saska Clinic koncentrujemy się na medycynie regeneracyjnej i przeciwstarzeniowej.

Podstawę naszej oferty stanowią zabiegi mające na celu odbudowę gęstości skóry, poprawę jej jakości oraz niwelujące niekorzystny wpływ czynników środowiskowych.

W indywidualnie dobranym programie zabiegowym, krok po kroku, staramy się odtworzyć to, co skóra utraciła z wiekiem.

Saska Clinic
ul. Saska 6a lok. 4, Warszawa
info@radziejewska.pl
tel: 600 888 988

Logo of ESCAD (European Society of Cutaneous Aesthetic Dermatology) and other medical associations are displayed at the bottom.