

Laseroterapia w redukcji blizn o różnej etiologii – przegląd literatury

Laser therapy applied to reduce scars of various etiology

I WSTĘP

W dzisiejszych czasach gładka skóra jest niezwykle ważnym elementem estetycznego wyglądu. Pod wpływem wielu czynników, przebytych chorób czy zabiegów chirurgicznych, na powierzchni skóry mogą powstawać, uznawane za nieestetyczne, różnego rodzaju blizny. Naukowcy od lat poszukują metody, która nie tylko skutecznie, ale także bez powikłań pozwoliłaby na ich usunięcie, a przynajmniej znaczną redukcję. Wraz z rozwojem nowoczesnej technologii badacze podejmowali próby minimalizowania widocznych blizn przy zastosowaniu różnego rodzaju laserów, mając na uwadze towarzyszące im skutki uboczne oraz powikłania pozabiegowe. Metody ablacyjne, polegające na odparowaniu naskórka i górnych warstw skóry właściwej, zestawiono i porównano z działaniem metod nieablacyjnych, których istotą jest działanie mające na celu uszkodzenie i remodeling kolagenu,

bez uszkodzenia ciągłości naskórka. Obie wymienione metody zestawiono również ze zjawiskiem wykorzystywanym w laserach frakcyjnych, których koncepcja działania opiera się na wywołaniu fragmentarycznych, mikroskopowych uszkodzeń skóry spowodowanych punktowym podgrzaniem tkanek, co inicjuje ich procesy naprawcze. Przeanalizowano także dobór odpowiedniej metody do konkretnej morfologii blizny, co wydaje się być kluczowym aspektem w możliwym do uzyskania, zadowalającym wyniku terapii przy jednoczesnym usatysfakcjonowaniu pacjenta z prowadzonego leczenia.

I RODZAJE BLIZN

Istnieją dwa główne rodzaje blizn diagnozowanych w obrębie twarzy:

- atroficzne,
- hipertroficzne.

Izabela Załęska¹

Magdalena Atta-Motte²

¹ Zakład Kosmetologii Profesjonalnej, Katedra Kosmetologii, Wydział Rehabilitacji Ruchowej, Akademia Wychowania Fizycznego w Krakowie al. Jana Pawła 78 31-571 Kraków

M: +48 504 265 052

E: izaleska@icloud.com

² Polmedics, 36 Regent Place, Rugby CV 21 2PN, UK

T: +44 793 285 7109

E: atta.motte@gmail.com

» 82

I STRESZCZENIE

Blizny, bez względu na ich etiologię, a szczególnie te umiejscowione w obrębie twarzy, są częstym defektem urody, z którym borykają się pacjenci. Przebyte choroby wirusowe, takie jak ospa wietrzna i opryszczka, zabiegi chirurgiczne lub choćby trądzik pospolity, pozostawiają trwałe ślady na powierzchni skóry w postaci ubytku skóry właściwej i zastąpienia go przez tkankę łączną włóknistą. Aby uzyskać możliwie najlepszy efekt terapeutyczny w redukcji blizn niezwykle ważnym aspektem jest poprawna ocena morfologii blizny oraz wybór najlepszej, możliwej terapii zabiegowej.

Celem pracy była odpowiedź na pytanie, czy laseroterapia jest skuteczną metodą w redukcji blizn o różnej etiologii. Omówiono wyniki badań uzyskane przy zastosowaniu laserów ablacyjnych, fototermodolizy frakcyjnej, laserów nieablacyjnych oraz technik łączonych zarówno z wykorzystaniem laserów, jak i laserów z innymi metodami terapeutycznymi.

Słowa kluczowe: blizny, laseroterapia, redukcja blizn, kosmetologia, dermatologia estetyczna

I ABSTRACT

Facial located scars, regardless of their etiology, are very common cosmetic defect to cope with. Viral diseases such as chickenpox and cold sores, surgeries or even venacne vulgaris can leave permanent marks on the surface of the skin as a results of dermis reduction and its replacement by fibrous connective tissue. Identification of scar morphology and choice of the most effective method for therapy is extremely important to achieve the best therapeutical result.

The aim of this study was to answer the question whether laser therapy is an effective method in reduction of scars of various etiology. The subject of the discussion were test results of research on ablative fractional lasers, photo thermolysis, non-ablative lasers and mix techniques with the use of various types of lasers and lasers combined with other therapeutic methods.

Key words: scars, laser therapy, scars reduction, cosmetology, aesthetic dermatology

otrzymano / received

17.12.2016

poprawiono / corrected

19.01.2017

zaakceptowano / accepted

05.02.2017

Według rozszerzonej klasyfikacji, a w oparciu o wcześniej zastosowaną przez Jacob i wsp. [1], blizny atroficzne możemy podzielić na cztery główne grupy:

- doliny walcowate (*rolling*),
- płytkie/atroficzne (*atrophic*),
- w kształcie wagonu (*boxcar*),
- w kształcie szpikulca (*icepick*).

Blizny typu *boxcar* mają owalny lub okrągły kształt, z dobrze zarysowanymi krawędziami i płaską podstawą, a ich głębokość mieści się w granicach od 0,1 do 0,5 mm. Przeważnie nie sąsiadują ze sobą w odróżnieniu od blizn typu *atrophic*, które tworzą skupisko miniaturowych blizn określanych jako *boxcar*. Blizny atroficzne najczęściej zlokalizowane są w obrębie policzka. Rodzaj blizn opisywanych jako *rolling* daje pofałdowany i głębszy obraz, który najlepiej jest uwidocznił przy pośrednim świetle. Często opisywane są także małe blizny ze stromymi krawędziami przy szerokim wlocie, które zwężają się do jednego punktu u podstawy zmiany. Blizny te, określane mianem *icepick*, są płytkie lub głębokie, a ich głębokość może sięgać do granicy skóry właściwej z tkanką podskórną.

Blizny hipertroficzne powstają najczęściej w wyniku przedłużonego procesu gojenia, po oparzeniach, z powodu nadmiernej syntezy kolagenu i jego spowolnionego metabolizmu. Odpowiednia klasyfikacja blizn, a następnie ich leczenie są bardzo ważnymi elementami wpływającymi na poprawę jakości życia pacjentów oraz przedmiotem badań klinicznych.

| ZASTOSOWANIE LASERÓW W REDUKCJI BLIZN

W ostatnich latach popularne stały się zabiegi z wykorzystaniem laserów ablacyjnych i nieablacyjnych oraz ich łączenie z innymi technikami zabiegowymi w celu uzyskania możliwie najlepszych efektów. Naukowcy przeprowadzając badania, dowodzą skuteczności tych metod i ich przewagę nad klasycznymi peelingami czy dermabrazją oraz intradermatoterapią.

Historia laserów oparta jest na pracy A. Einsteina z 1917 r. na temat spontanicznej i wymuszonej emisji promieniowania elektromagnetycznego. Pierwszy laser zaprojektowano w 1959 r. na podstawie teorii N. Bohra z 1932 r., ale to amerykański naukowiec T. Maiman w maju 1960 r. zbudował i uruchomił pierwszy laser rubinowy, rozpoczynając tym samym erę laserów [2, 3]. W dermatologii po raz pierwszy laser został użyty w 1965 r. przez L. Goldmana do usuwania tatuażu [4, 5]. Od 1980 r., po opisie zjawiska selektywnej fototermolizy przez R. Andersona i J. Parisha, lasery stały się popularne nie tylko w leczeniu, ale także w odmładzaniu skóry [6].

| LASERY ABLACYJNE

Technika pracy laserem ablacyjnym polega na odparowaniu wody z tkanki, co powoduje odnowienie naskórka oraz regenerację i przebudowę włókien kolagenowych w górnej warstwie skóry właściwej [7-9]. Najczęściej jest stosowany laser CO₂ o długości fali 10 600 nm, dla którego chromoforem jest woda

zlokalizowana w naskórku oraz w skórze właściwej. W przypadku lasera Er:YAG długość fali wynosi 2940 nm, co zbliżone jest ze współczynnikiem szczytowego pochłaniania przez wodę. Oczywiście zatem jest to, że wiązka lasera Er:YAG będzie powodowała tylko minimalne uszkodzenie termiczne, a tym samym mniej skutków ubocznych, przy zmniejszonym, w stosunku do lasera CO₂, obkurczeniu kolagenu oraz remodelingu skóry [10, 11].

Mając na uwadze powyższe, naukowcy uznali, że najwłaściwsze będzie stosowanie terapii łączonej CO₂ oraz Er:YAG ze względu na możliwość uzyskania stale zadowalających efektów, przy jednoczesnym zmniejszonym ryzyku zabiegowym i krótszym wyłączeniu pacjenta z życia codziennego [46].

| LASERY NIEABLACYJNE

Do tej grupy laserów zaliczymy pulsacyjny laser barwnikowy PDL (*Pulsed Dyed Laser*) o długości fali od 585 do 600 nm, laser ND:YAG 1320 nm oraz laser diodowy 1450 nm, które pomocne będą w przypadku redukcji blizn opisywanych jako *boxcar* lub *atrophic*. W przypadku PDL chromoforem jest hemoglobina, a sam laser wspomaga redukcję blizn o różnej etiologii z jednoczesną eliminacją naczyń krwionośnych w obrębie zmiany [15]. Niestety odnotowano niekorzystny efekt zastosowania PDL w postaci występującej plamicy pozabiegowej utrzymującej się do 14 dni. Mając na uwadze badania potwierdzające dowiedzenie skuteczności laserów nieablacyjnych, badacze wielokrotnie udowodnili, że laser Nd:YAG jest urządzeniem niezwykle skutecznym w redukcji blizn potrądzikowych [16-18]. Z kolei badania wykazujące skuteczność lasera diodowego dowiodły, że jego zastosowanie redukuje blizny atroficzne pochodzenia potrądzikowego i o innej etiologii [19, 20].

W leczeniu skóry jako pierwsze zastosowano lasery ablacyjne CO₂ i Er:YAG [21, 22], jednak terapeuci zaczęli dość często odnotowywać skutki uboczne oraz długi okres rekonwalescencji, co tym samym stawało się ograniczeniem w wyborze tej techniki [23].

Wydawało się, że przełomem w leczeniu fotostarzenia skóry będzie, opisane w 2004 r. przez D. Mainsteina, zjawisko fototermolizy frakcyjnej charakteryzujące się niewielkim odsetkiem działań niepożądanych oraz skróconym czasem rekonwalescencji [24]. Udowodniono, że frakcjonowanie wiązek laserowych pomiędzy zachowanymi częściami zdrowej skóry przyspiesza okres gojenia.

Jednakże pomimo bezpiecznego przebiegu tej metody, wyniki terapii były oceniane jako gorsze od wyników uzyskanych przy terapii laserami pierwszej generacji – CO₂ oraz Er: YAG.

W 2007 r. B. Hantash wraz ze współpracownikami opisał ablacyjne lasery frakcyjne, które teoretycznie były bardziej skuteczne w terapiach przebudowy skóry od laserów nieablacyjnych [25]. Kombinacja pozostawienia zdrowych, nienaruszonych struktur skóry przy jednoczesnej ablacji naskórka wydawała się sprzyjać bardziej wydajnemu procesowi gojenia i syntezie włókien kolagenowych, co było wynikiem większego uszkodzenia skóry podczas zabiegu niż w przypadku laserów nieablacyjnych [26-28].

I FOTOTERMOLIZA FRAKCYJNA

Zjawisko fototermolizy frakcyjnej wykorzystywane jest zarówno w terapii laserami ablacyjnymi, jak i nieablacyjnymi.

Jest to metoda polegająca na wywołaniu setek, a nawet tysięcy stref mikrotermicznych lub mikroskopijnych kolumn uszkodzenia termicznego przy jednoczesnym nienaruszeniu sąsiadujących tkanek [34-36]. Wykorzystywana jest tu długość fali 1550 nm, a chromoforem jest woda w tkankach. Ze względu na brak oddziaływania na melaninę, lasery frakcyjne mogą być stosowane u pacjentów o różnym pochodzeniu etnicznym i różnym stopniu w skali Fitzpatricka. Metoda ta pozwala uniknąć przegrzania dużych obszarów skóry oraz zdecydowanie ogranicza ryzyko termicznego uszkodzenia skóry właściwej. Co ważne dla ewentualnych powikłań zabiegowych i komfortu pacjenta, warstwa rogowa naskórka pozostaje nietknięta, a reepitalizacja zachodzi w ciągu 24 h. Aby jednak uzyskać dobre efekty zabiegowe, konieczne jest zazwyczaj zastosowanie wysokich wartości energii, co wiąże się z wydłużonym okresem pozabiegowej regeneracji skóry.

W związku z powyższym, dla uzyskania zadowalających efektów obecnie stosuje się metody łączące działanie lasera frakcyjnego z działaniem lasera CO₂.

Ze względu na fakt, że każda technika daje inne możliwości terapeutyczne w leczeniu blizn o różnym pochodzeniu etiologicznym, w analizowanych badaniach opisano lasery frakcyjne, ablacyjne i nieablacyjne oraz ich wspólne zastosowanie podczas zabiegów, a także terapie łączenia z innymi technikami zabiegowymi oraz porównanie laseroterapii z innymi technikami zabiegowymi [29-33].

I REDUKCJA BLIZN

I Analiza uzyskanych przez badaczy wyników badań

I Blizny potrądzikowe

Problem leczenia blizn potrądzikowych podjął R. Abdel Hay, który do swych analiz włączył zbiór 24 badań z udziałem 789 pacjentów [31]. 20 badań opisywało terapię z udziałem mężczyzn i kobiet, 3 badania dotyczyły żeńskiej grupy badanych, a 1 badanie opisywało tylko mężczyzn. Spośród przeanalizowanych badań jedno dotyczyło działania i skuteczności lasera frakcyjnego. Okazało się, że użycie tego lasera jest bardziej skuteczne niż użycie lasera niefrakcyjnego (współczynnik ryzyka RR 4,00; 95% przedział ufności CI: 1,25 do 12,84; n = 64; badanie wykazało jednak bardzo niską jakość uzyskanych danych). Terapia z zastosowaniem lasera frakcyjnego wykazała porównywalną poprawę wyglądu blizny (RR 0,78; 95% CI: 0,36 do 1,68; n = 40; bardzo niska jakość danych) w 8. tygodniu. Wynik był porównywalny z tym, który uzyskano przy zastosowaniu terapii łączonej peelingu chemicznego z intradermatoterapią w innym badaniu w 48. tygodniu (RR 1,00; 95% CI: 0,60 do 1,67; n = 26; bardzo niskiej jakości dowody). Ponadto uzyskane wyniki dowodziły, że terapia z zastosowaniem lasera frakcyjnego odznaczała się zmniejszonym ryzykiem wystąpienia

przebarwień w porównaniu z terapią przy użyciu laserów nieablacyjnych – niefrakcjonowanych (10/32) w jednym badaniu (RR 0,60; 95% CI: 0,25 do 1,45; n = 64; uzyskane w badaniu rezultaty i wnioski uznano za dowody bardzo niskiej jakości).

I Blizny pooparzeniowe

Leczenie blizn pooparzeniowych zostało opisane w badaniu S. Lee, gdzie 11 pacjentów z widocznymi bliznami pooparzeniowymi poddano 10 sesjom z użyciem lasera frakcyjnego CO₂ w 5-tygodniowych odstępach czasu [32]. Do oceny użyto skali VSS (*Vancouver Scar Scale*) oraz wykonano badanie histopatologiczne tkanki. Wszyscy pacjenci wykazywali poprawę kliniczną w ocenie blizn zgodną z VSS. Wyniki histologiczne dowiodły, że elastyczność, gładkość i napięcie skóry uległy znacznemu polepszeniu. Najczęstszym działaniem niepożądanym odnotowanym przez badaczy były pozapalne zmiany pigmentacyjne oraz uczucie swędzenia.

Podobne wnioski na temat monoterapii laserem frakcyjnym CO₂ w przypadku potrądzikowych blizn atroficznych wysunuli w swoim badaniu I. Majid i S. Imran [37]. Działania niepożądane opisali jako minimalne.

W prospektywnym badaniu, prowadzonym przez A. Issler-Fisher, a dotyczącym bezpieczeństwa i skuteczności frakcyjnego lasera ablacyjnego CO₂ w leczeniu blizn pooparzeniowych, brano pod uwagę różne obiektywne i subiektywne parametry wyników [38]. Metoda obiektywnej oceny była oparta na VSS, a metodą subiektywną oceny pacjenta zastosowano przy użyciu POSAS (*Patient Observer Scar Assessment Scale*). Dodatkowo posłużono się ultrasonograficzną oceną pomiaru grubości blizn. Parametry subiektywne obejmowały ocenę bólu neuropatycznego i świądu, a także ocenę poprawy jakości życia (BSHS-B). Do analizy efektów leczenia pacjenci zostali dobrani według wieku blizny (> lub < 2 lata po urazie).

W badaniu wzięło udział 47 pacjentów ze 118 bliznami, których poddano jednemu zabiegowi z użyciem frakcyjnego lasera ablacyjnego CO₂.

Przy medianie 55 dni (IQR 32-74) po leczeniu CO₂ u wszystkich analizowanych pacjentów obiektywne parametry blizn znacznie się zmniejszyły, a grubość blizny spadła z medianą 2,4 mm do 1,9 mm (p < 0,001), z jednoczesnym odnotowanym spadkiem wartości VSS 7 do 6 (p < 0,001). Całkowita waga POSAS spadła średnio z 9 do 5 (p < 0,001), zarówno ból i świąd wykazały znaczącą redukcję. Odnotowano wzrost jakości życia pacjentów o 15 punktów (mediana 120 do 135; p < 0,001). Wyniki badania potwierdzają znaczącą redukcję grubości blizn, poprawę faktury i koloru po leczeniu, a także poprawę jakości życia pacjentów w obu badanych grupach pacjentów po jednorazowym użyciu frakcyjnego lasera ablacyjnego CO₂.

I Blizny na skórze dojrzałej

W badaniu redukcji blizn na skórze dojrzałej przy użyciu ablacyjnego lasera frakcyjnego CO₂ [39] przeanalizowano w sumie 80 blizn, z czego do próby badanych włączono 48 blizn, a 32 blizny stanowiły próbę kontrolną. Wszystkie leczone blizny

wykazały poprawę. Obiektywnie mierzona była grubość, elastyczność, rumień i koloryt, gdzie uzyskano poprawę ($p = 0,001$, $0,001$, $0,004$ i $0,001$). Elastyczność poprawiła się, jednakże bez istotności statystycznej. Przy zastosowaniu VSS wartości blizny uległy poprawie. Wyniki badania pokazują znaczne różnice w obiektywnych pomiarach pomiędzy leczonymi i nieleczonymi bliznami w tym samym czasie.

I Blizny pooperacyjne

Blizny jako efekt interwencji chirurgicznej są jednym z problemów zgłaszanych przez pacjentów. W badaniu skuteczności terapii frakcyjnych laserów ablacyjnych i nieablacyjnych wykazano, że średnie stopnie poprawy klinicznej dla lasera ablacyjnego i nieablacyjnego były bardzo podobne [40]. Jednak leczenie laserem nieablacyjnym statystycznie istotnie zmniejszyło zmiany w rumieniu i pigmentacji ($p = 0,035$ i $p = 0,003$), a twardość skóry została znacznie obniżona po leczeniu z zastosowaniem lasera ablacyjnego ($p = 0,026$).

Celem kolejnej pracy było porównanie efektów zabiegów z użyciem lasera ablacyjnego i nieablacyjnego w terapii blizn pooperacyjnych powstałych po operacji usunięcia tarczycy [31]. Dokumentacja medyczna pacjentów została przeanalizowana w sposób retrospektywny, a analizowane blizny na podstawie ich obrazów cyfrowych, przy zastosowaniu zmodyfikowanej skali MSS (*Manchester Scar Scale*). W okresie od lutego 2012 do maja 2013 r. 55 pacjentów z bliznami po tyroidektomii leczono przy użyciu laserów frakcyjnych: lasera ablacyjnego (34 pacjentów) lub nieablacyjnego (21 pacjentów). Każdy pacjent przeszedł 4 sesje zabiegowe w 3-4-tygodniowych odstępach czasu, przeprowadzone 1-2 miesiące po zabiegu. Poprawę wyglądu blizn oceniano metodą obiektywną oraz subiektywną. Średnie zmniejszenie blizn wynosiło odpowiednio 3,91 i 3,47 w grupie ablacyjnej i nieablacyjnej. Redukcja blizny pomiędzy dwiema grupami nie wykazuje żadnej znaczącej różnicy statystycznej ($p = 0,16$). W ponownej ocenie blizn pod względem oceny ich barwy, grupa nieablacyjna uzyskała istotnie lepszy wynik, natomiast w ocenie wartości konturu blizn lepszy rezultat zaobserwowano w grupie ablacyjnej. W obu grupach pacjenci wysoko oceniali satysfakcję z zabiegu. Co istotne, badacze nie odnotowali żadnych komplikacji. Wykazano, że oba typy laserów frakcyjnych: ablacyjny i nieablacyjny mogą być z powodzeniem stosowane w leczeniu blizn z minimalnymi powikłaniami. Wyniki pokazują jednak, że bez względu na zastosowaną metodę, większa skuteczność terapii może być uzyskana we wczesnych rumieniowych formach blizn pooperacyjnych.

I Blizny hipertroficzne

Leczenie blizn hipertroficznych za pomocą laserów frakcyjnych ablacyjnych zostało ocenione w badaniu z zastosowaniem lasera Er:YAG w porównaniu z laserem CO₂, gdzie do oceny wykorzystano skalę VSS. W badaniu zaobserwowano, że średnie procentowe zmiany VSS wynosiły 28,2% dla lasera Er:YAG i 49,8% dla lasera CO₂. Odnotowano poprawę elastyczności blizn, natomiast

zmiany unaczynienia i pigmentacji blizn były nieistotne statystycznie. Na podstawie ogólnej oceny lekarza, w pięciopunktowej skali oceny osiągnięto wyniki na poziomie 1,8 dla lasera Er:YAG oraz 2,7 dla lasera CO₂. Podobnie rezultaty zostały ocenione obiektywnie przez pacjentów. Laser frakcyjny CO₂ został oceniony jako skuteczny w terapii blizn hipertroficznych [41].

I TERAPIE ŁĄCZONE

C. Yeung opisuje terapie łączone lasera frakcyjnego i fal radiowych w terapii blizn potrądzikowych w badaniach nad grupą badanych pochodzących z Azji [42]. Przedstawiona metoda łączy biopolarną falę radiową (50 - 62 mJ/pin) i laser frakcyjny (50 - 70 J/cm²) przy leczeniu trądziku, w tym blizn potrądzikowych. W badaniu wzięło udział 24 pacjentów o fototypie III do V z widocznymi bliznami potrądzikowymi. Zabieg polegający na podwójnym przejściu lasera frakcyjnego, a później terapii z wykorzystaniem radiofrekwencji bipolarnej, powtarzano 5 razy, w 4-tygodniowych odstępach czasu. Zmiany udokumentowano za pomocą fotografii Canfield Visia-CR System® wykonanych 3 miesiące po zakończeniu terapii. Dodatkowo pacjenci oceniali wyniki terapii w kwestionariuszu. Badanie ukończyło 20 pacjentów (w wieku 27,7 ± 8,4 lat), u których zaobserwowano statystycznie znaczną poprawę w redukcji blizn potrądzikowych, gdzie średnia redukcja wynosiła 29% ($p < 0,001$), a u 52% badanych oceniono co najmniej umiarkowaną poprawę wyglądu skóry. W ocenie bólu odnotowana średnia, w skali 0-4, wynosiła 2,6. Drugorzędowe punkty krańcowe badania, takie jak przebarwienia pozapalne PIH (*postinflammatory hyperpigmentation*), występujące głównie na obszarach kostnych, w 6,5% wszystkich zabiegów zostały obiektywnie zredukowane. Subiektywną poprawę wyglądu skóry oceniono jako umiarkowaną dla 36,8% pacjentów, a 63% respondentów było zadowolonych z wyników leczenia po 3 miesiącach, nawet pomimo znacznego poziomu bólu. Zastosowanie lasera frakcyjnego z RF okazało się bezpieczną i skuteczną metodą w redukcji blizn potrądzikowych, dodatkowo z niskim odsetkiem PIH, w porównaniu z innymi technikami. Jako wnioski z prowadzonych badań naukowcy zalecili kontrolę odczuć bólowych i zmniejszenie energii zabiegowej w okolicach kości.

Literatura traktuje także o łączeniu metody karboksyterapii z laserem CO₂ w terapii blizn potrądzikowych, jako metodzie skutecznej i bezpiecznej, dającej zadowalające rezultaty terapeutyczne [43]. W badaniu wykorzystano terapię łączoną: trzech sesji karboksyterapii w odstępach 2-tygodniowych oraz dwóch sesji lasera frakcyjnego w odstępie 4 tygodni. W badaniu wzięło udział 14 pacjentów. Poprawę kliniczną oceniono według skali 4-punktowej. Do analizy histologicznej, przeprowadzonej przed i po, wykorzystano biopsje u 10 pacjentów. Wszyscy pacjenci doświadczyli poprawy klinicznej. Doskonała, znaczna, umiarkowana i łagodna poprawa kliniczna została odnotowana odpowiednio dla 1 (7%), 8 (57%), 4 (29%) i 1 (7%) badanych. Histologiczna ocena biopsji wykazała zwiększoną produkcję włókien kolagenowych i elastynowych w skórze właściwej.

W 2009 r. Y. Lee sprawdził także skuteczność terapii łączonej z wykorzystaniem ablacyjnych i nieablacyjnych laserów frakcyjnych, zastosowanej w przypadku blizn o różnej etiologii [44]. Wyniki uzyskanych badań wskazują na skuteczność łączenia tych technik. Autor badania podzielił blizny na zanikowe, blizny i keloidy, jednakże dla potrzeb badania blizny zanikowe sklasyfikowano jako podklasę blizn. Nieprzeroste blizny, które odznaczają się depresją – zanikiem oraz blizny płaskie, w badaniu podlegały temu samemu protokołowi. Autor przypuszcza, że laser ablacyjny może być wykorzystywany do rzeźbienia i konturowania blizn poprzez kontrolowane usunięcie ilości tkanki bliznowatej podczas jednoczesnej kaskady efektu regeneracyjnego. Natomiast laser nieablacyjny ma za zadanie stymulować proliferację fibroblastów do szybszej regeneracji skóry. W badaniu wzięto udział trzydziestu jeden pacjentów o fototypie III-IV bez blizn przerostowych obserwowanych w miejscu zabiegu – na twarzy. Do terapii prowadzonej w odstępach co 2-3 tygodnie wykorzystano lasery ablacyjne (CO₂ oraz Er:YAG), a następnie lasery nieablacyjne (1550 nm i 1450 nm) z funkcją frakcyjną. Dokumentacja fotograficzna pacjenta wykonana przed rozpoczęciem sesji zabiegowych oraz po zakończeniu terapii oceniana była niezależnie przez trzech dermatologów i dwóch chirurgów plastycznych, w skali od 0-100% poprawy. Badano blizny o różnej etiologii (20 pourazowych, 6 chirurgicznych, 2 popryszczkowe, 2 blizny po oparzeniach), które poddano terapii na okres ponad 6 miesięcy. Oceniono średnią poprawę na poziomie 86,8%. 10 z 31 par fotografii oceniono na 100%. Każdy oceniający ocenił 2-5 par jako posiadające 100% poprawy. Badanie to wskazuje na możliwość, że przy odpowiedniej kombinacji różnych laserów możemy spodziewać się całkowitego lub prawie całkowitego ustąpienia wielu rodzajów blizn. Dalsze badania i gromadzenie danych przyczyni się do ustanowienia lepszych protokołów dla każdego rodzaju blizn.

I PORÓWNANIE LASEROTERAPII Z INTRADERMATOTERAPIĄ

W ostatnich latach naukowcy sprawdzili również skuteczność leczenia zanikowych blizn potrądzikowych w terapii z zastosowaniem ablacyjnego lasera frakcyjnego (Er:YAG) w porównaniu z mezoterapią igłową [45]. 30 pacjentów z zanikowymi bliznami potrądzikowymi poddano terapii z użyciem ablacyjnego lasera frakcyjnego Er:YAG i intradermatoterapii na losowo wybraną połowę twarzy. U wszystkich pacjentów wykonano 5 zabiegów w odstępie 1 miesiąca. Ocenę obiektywną i subiektywną uzyskano na początku badania i po 3 miesiącach po zakończeniu terapii. Po 3-miesięcznej obserwacji oba sposoby leczenia przyniosły zauważalną poprawę kliniczną i histologiczną, ze znacznie lepszymi wynikami terapii z użyciem ablacyjnego lasera frakcyjnego Er:YAG, w porównaniu z intradermatoterapią (70% vs 30%) (p < 0,001). W terapii z użyciem lasera zaobserwowanym skutkiem ubocznym był odczuwalny ból podczas zabiegu, natomiast w terapii nakłuwania skóry odnotowano krótszy czas gojenia. Obydwa sposoby leczenia były

skuteczne i bezpieczne w leczeniu zanikowych blizn trądzikowych, jednakże znacznie lepsze wyniki uzyskano za pomocą terapii ablacyjnym laserem frakcyjnym Er:YAG.

I WNIOSKI

Na podstawie analizy oraz wniosków można jednoznacznie stwierdzić, że laseroterapia jest skuteczną metodą w redukcji blizn o różnej etiologii. W zależności od oczekiwań pacjenta oraz jego deklaracji co do możliwego czasu rekonwalescencji po zabiegu, terapeuta może wybrać odpowiednią metodę, jednocześnie mając na uwadze stosowanie terapii ukierunkowanej na morfologię blizny. Po wnikliwej analizie literatury należy wnioskować, że blizny nie muszą być trwałym defektem skóry, a zastosowanie terapii skojarzonych daje szansę na usunięcie zmian w znacznym stopniu.

I LITERATURA

1. C. Jacob, J.S. Dover, M.S. Kammer: *Acne scarring: a classification system and review of treatment options*, J Am Acad Dermatol, 1, 2001, 109-117.
2. H.G. Wells: *The War of the Worlds*, Wyd. William Heinemann, Londyn 1898, 303-315.
3. R.G. Wheeland, E. McBurney, R.G. Geronemus: *The role of dermatologists in the evolution of laser surgery*, Dermatol Surg., 26, 2000, 815-822.
4. T.H. Maiman: *Biomedical lasers evolve toward clinical applications*, Hosp Manage, 4, 1966, 39-41.
5. L. Goldman, R.G. Wilson, P. Hornby, R.G. Meyer: *Radiation from Q-switched ruby laser: effect of repeated impacts of power output of 10 megawatts on a tattoo of man*, J Invest Dermatol., 44, 1965, 69-71.
6. R.R. Anderson, J.A. Parrish: *Selective photothermolysis: precise microsurgery by selective absorption of pulsed radiation*, Science, 202, 1983, 524-527.
7. T.S. Alster: *Cutaneous resurfacing with CO₂ and erbium: YAG lasers: preoperative, intraoperative, and postoperative considerations*, Plast Reconstr Surg., 103, 1999, 619-632.
8. E.V. Ross, J.R. McKinlay, R.R. Anderson: *Why does carbon dioxide resurfacing work? A review*, Arch Dermatol., vol. 135, 1999, 444-454.
9. K.S. Smith, H.G. Skelton, J.S. Graham, et al.: *Depth of morphologic skin damage and viability after one, two, and three passes of a high-energy, short-pulse CO₂ laser (TruPulse) in pig skin*, J Am Acad Dermatol., 37, 1997, 204-210.
10. T.S. Alster: *Clinical and histological evaluation of six erbium: YAG lasers for cutaneous resurfacing*, Laser Surg Med., 24, 1999, 87-92.
11. M.J. Sapijaszko, C.B. Zachary: *Er:YAG laser skin resurfacing*, Dermatol Clin., 20, 2002, 87-91.
12. T.S. Alster: *Improvement of erythematous and hypertrophic scars by the 585-nm flashlamp-pumped pulsed dye laser*, Ann Plast Surg., 32, 1994, 186-190.
13. N.S. Sadick, A.K. Schechter: *A preliminary study of utilization of the 1320-nm Nd:YAG laser for the treatment of acne scarring*, Dermatol Surg., 30, 2004, 995-1000.
14. A.S. Rogachefsky, M. Hussain, J. Goldberg: *Atrophic and mixed pattern of acne scars improved with a 1320-nm Nd:YAG laser*, Dermatol Surg., 11, 2004, 1337-1341.
15. E.L. Tanzi, T.S. Alster: *Comparison of a 1450-nm diode laser and a 1320-nm Nd:YAG laser in the treatment of atrophic facial scars: a prospective clinical and histologic study*, Dermatol Surg., 30, 2004, 152-156.
16. S.H. Chua, P. Ang, L. Khoo, et al.: *Nonablative 1450-nm diode laser in the treatment of facial atrophic acne scars in type IV to V Asian skin: a prospective clinical study*, Dermatol Surg., vol. 30, 2004, 1287-1291.
17. M.H. Jih, P.M. Friedman, A. Kimyai-Asadi, et al.: *Successful treatment of a chronic atrophic god-bite scar with the 1450-nm diode laser*, Dermatol Surg., 30, 2004, 1161-1165.
18. L.M. David: *Laser vermilion ablation for actincheilitis*, J Dermatol Surg Oncol., 11, 1985, 605-609.
19. T.S. Alster: *Cutaneous resurfacing with CO₂ and Erbium: YAG lasers: preoperative, intraoperative, and postoperative considerations*, Plast Reconstr Surg., 103, 1999, 619-632.
20. L.D. Houk, T. Humphreys: *Masers to magic bullets: an update history of lasers in dermatology*, Clin Dermatol., 25, 2007, 434-442.
21. D. Manstein, G.S. Herron, R.K. Sink, H. Tanner, R.R. Anderson: *Fractional photothermolysis: a new concept for cutaneous remodeling using microscopic patterns of thermal injury*, Lasers Surg Med., 34, 2004, 426-434.
22. D. Manstein, G.S. Herron, R.K. Sink, et al.: *Fractional photothermolysis: a new concept for cutaneous remodeling using microscopic patterns of thermal injury*, Lasers Surg Med., 34, 2004, 26-34.
23. R.G. Geronemus: *Fractional photothermolysis: current and future applications*, Lasers Surg Med., 38, 2006, 169-171.

24. H.J. Laubach, Z. Tannous, R. Anderson, et al.: *Skin responses to fractional photothermolysis*, *Lasers Surg Med.*, 38, 2006, 142-145.
25. B.M. Hantash, V.P. Bedi, B. Kapadia, Z. Rahman, K. Jiang, H. Tanner, et al.: *In vivo histological evaluation of a novel ablative fractional resurfacing device*, *Lasers Surg Med.*, 39, 2007, 96-107.
26. D. Helbig, U. Paasch: *Molecular changes during skin aging and wound healing after fractional ablative photothermolysis*, *Skin Res Technol.*, 17, 2011, 119-128.
27. R.G. Geronemus: *Fractional photothermolysis: current and future applications*, *Lasers Surg Med.*, 38, 2006, 169-173.
28. E.P. Tierney, C.W. Hanke: *Ablative fractionated CO₂ laser resurfacing for the neck: prospective study and review of literature*, *J Drugs Dermatol.*, 8, 2009, 723-731.
29. R.H. Gotkin, D.S. Sarnoff, G. Cannarozzo, N.S. Sadick, M. Alexiades-Armenakas: *Ablative skin resurfacing with a novel microablative CO₂ laser*, *J Drugs Dermatol.*, 2, 2009, 138-144.
30. M.T. Clementoni, P. Gilardino, G.F. Muti, D. Beretta, R. Schianchi: *Non-sequential fractional ultrapulsed CO₂ resurfacing of photoaged facial skin: preliminary clinical report*, *J Cosmet Laser Ther.*, 9, 2007, 218-225.
31. R. Abdel Hay, K. Shalaby, H. Zaher, V. Hafez, C.C. Chi, S. Dimitri, A.F. Nabhan, A.M. Layton: *Interventions for acne scars*, *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 4, 2016, 1-136.
32. S.J. Lee, D.H. Suh, J.M. Lee, K.Y. Song, H.J. Ryu: *Dermal Remodeling of Burn Scar by Fractional CO₂ Laser*, *Aesthetic Plast Surg.*, 40, 2016, 761-768.
33. S. Blome-Eberwein, C. Gogal, M.J. Weiss, D. Boorse, P. Pagella: *Prospective Evaluation of Fractional CO₂ Laser Treatment of Mature Burn Scars*, *J Burn Care Res.*, 37, 2016, 379-387.
34. T.S. Alster, E.L. Tanzi, M. Lazarus: *The use of fractional laser photothermolysis for the treatment of atrophic scars*, *Dermatol Surg.*, 33, 2007, 295-299.
35. M.K. Khan, R.K. Sink, D. Manstein, et al.: *Intradermally focused laser pulses: thermal effects at defined tissue depths*, *Laser Surg Med.*, 36, 2005, 270-280.
36. G.H. Fisher, R.G. Geronemus: *Short-term side effects of fractional photothermolysis*, *Dermatol Surg.*, 31, 2005, 1245-1249.
37. I. Majid, S. Imran: *Fractional CO₂ Laser Resurfacing as Monotherapy in the Treatment of Atrophic Facial Acne Scars*, *J Cutan Aesthet Surg.*, 7, 2014, 87-92.
38. A.C. Issler-Fisher, O.M. Fisher, A.O. Smialkowski, F. Li, C.P. van Schalkwyk, P. Hartsch: *Ablative fractional CO₂ laser for burn scar reconstruction: An extensive subjective and objective short-term outcome analysis of a prospective treatment cohort*, *Burns*, 1, 2016, 41-79.
39. J.U. Shin, D. Gantsetseg, J.Y. Jung, I. Jung, S. Shin, J.H. Lee: *Comparison of non-ablative and ablative fractional laser treatments in a postoperative scar study*, *Lasers Surg Med.*, 46, 2014, 741-749.
40. J.U. Jang, S.Y. Kim, E.S. Yoon, W.K. Kim, S.H. Park, B.I. Lee, D.W. Kim: *Comparison of the Effectiveness of Ablative and Non-Ablative Fractional Laser Treatments for Early Stage Thyroidectomy Scars*, *Arch Plast Surg.*, 3, 2016, 152-157.
41. J.E. Choi, G.N. Oh, J.Y. Kim, S.H. Seo, H.H. Ahn, Y.C. Kye: *Ablative fractional laser treatment for hypertrophic scars: comparison between Er:YAG and CO₂ fractional lasers*, *J Dermatolog Treat.*, 25, 2014, 299-303.
42. C.K. Yeung, N.P. Chan, S.Y. Shek, H.H. Chan: *Evaluation of combined fractional radiofrequency and fractional laser treatment for acne scars in Asians*, *Lasers Surg Med.*, 44, 2012, 622-630.
43. S.J. Lee, D.H. Suh, K.Y. Chang, H.J. Kim, T.I. Kim, K.H. Jeong, M.K. Shin, K.Y. Song: *The efficacy and safety of subcision using CO₂ gas combined with fractional laser for acne scars: Clinical and microscopic evaluation*, *J Cosmet Laser Ther.*, 7, 2016, 18-41.
44. Y. Lee: *Combination treatment of surgical, post-traumatic and post-herpetic scars with ablative lasers followed by fractional laser and non-ablative laser in Asians*, *Lasers Surg Med.*, 41, 2009, 131-140.
45. M.A. Osman, H.A. Shokeir, M.M. Fawzy: *Fractional Erbium-Doped Yttrium Aluminum Garnet Laser Versus Microneedling in Treatment of Atrophic Acne Scars: A Randomized Split-Face Clinical Study*, *Dermatol Surg.*, 43, 2017, 47-56.
46. C. Weinstein: *Modulated dual mode erbium / CO₂ lasers for the treatment of acne scars*, *J Cutan Laser Ther.*, 1, 1999, 204-208.