



lek. Karolina Stefaniak<sup>1</sup>  
mgr inż. Krzysztof Makarski<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Gabinet LaserLab Medica w Poznaniu  
<sup>2</sup>Shar-Pol Sp. z o.o.

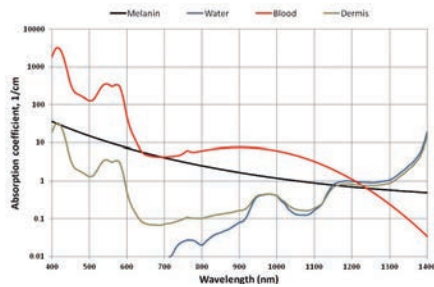
## Efektywne usuwanie zmian naczyniowych i pigmentowych za pomocą systemów IPL

**Systemy IPL są jednym z najstarszych i najpopularniejszych narzędzi do zabiegów fotoodmładzania skóry. Swoją popularność zyskały dzięki prostocie obsługi, niższemu kosztowi zakupu w porównaniu do systemów laserowych i możliwości leczenia szerokiego zakresu zmian zarówno naczyniowych, jak i pigmentowych. Ich zaletą jest szerokie spektrum światła emitowanego przez lampę IPL, które dzięki filtrom można łatwo dopasować do różnego rodzaju zmian, oraz energia błysku, większa niż w systemach laserowych.**

Parametry oferowanych urządzeń znacząco się różnią i określenie „system IPL” nie określa automatycznie, jakie są możliwości danego urządzenia. Pierwszy z systemów IPL wprowadzonych w latach dziewięćdziesiątych, ze względu na pionierski charakter i brak badań klinicznych, wykorzystywał dużą ilość filtrów oraz miał nadmiernie rozbudowane możliwości regulacji kształtu impulsu. Był skuteczny, ale jego obsługa była skomplikowana przez bardzo dużą ilość czynników, które należało uwzględnić. Z tego powodu ten sam aparat dobrze działał w rękach jednego operatora, a źle w rękach innego. Dzięki doświadczeniu inżynierowie skupili się na optymalizacji filtracji światła, uproszczeniu ustawianych parametrów oraz optymaliza-

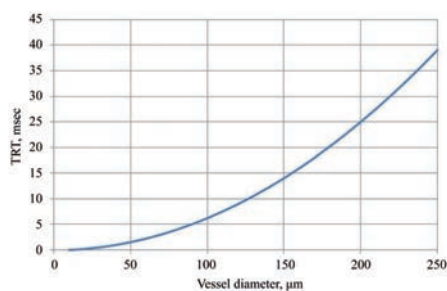
cji chłodzenia skóry. Zaowocowało to powstaniem systemów, w których ograniczono ilość filtrów do dwóch, np. 515 i 580 nm, oraz nastawiano automatycznie parametry impulsu. Systemy te uzyskiwały skuteczność podobną do pierwotnej konstrukcji, tyle że znacznie łatwiej było opanować technikę pracy. Wydawało się, że systemy IPL osiągnęły kres swoich możliwości.

W 2016 r. pojawiła się jednak nowa, rewolucyjna konstrukcja, w której zmieniono spektrum światła emitowanego przez samą lampę IPL. Izraelska firma Invasix jako pierwsza zaprezentowała niskociśnieniową lampę IPL (Inmode Lumecca™), która w paśmie 500-600 nm emituje trzy razy więcej światła w porównaniu do klasycznych systemów IPL, uzyskując znacznie

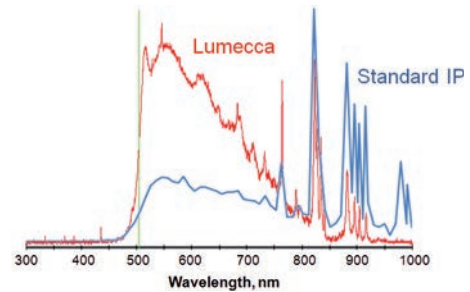


Ryc. 1. Wykres absorpcji światła przez hemoglobinę, melaninę i wodę, w funkcji fali światła. Zaznaczony obszar to zakres optymalny dla absorpcji w hemoglobinie i melaninie.

większą skuteczność przy mniejszej ilości zabiegów. Jak wiadomo z teorii selektywnej fototermodolizy, optymalny zakres długości fali z punktu widzenia absorpcji światła w naczyniach krwionośnych i przebarwieniach to właśnie 500-600 nm. Krótsze fale ultrafioletowe (poniżej 500 nm) nie nadają się do terapii ze względu na ich szkodliwość, a dłuższe (powyżej 600 nm) absorbują się zbyt słabo i efektem ich działania jest jedynie ogólne, nieselektywne nagrzewanie wierzchnich warstw skóry. Z tego względu, im więcej światła w lampie IPL ma długość fali w zakresie 500-600 nm,



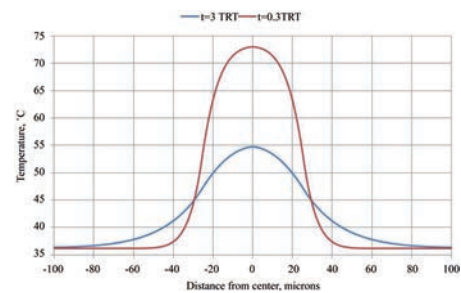
Ryc. 3. Wykres czasu relaksacji termicznej TRT dla naczyń krwionośnych o różnej średnicy. Przykładowo: naczynie o średnicy 50  $\mu\text{m}$  (typowe dla rumienia) ma czas TRT na poziomie 2 ms, telangiektazja o średnicy 100  $\mu\text{m}$  – ok. 7 ms.



Ryc. 2. Wykres rozkładu światła dla lampy IPL Lumecca™ w porównaniu do klasycznego IPL. Klasyczne systemy IPL w paśmie użytecznym 500-600 nm dostarczają jedynie 12-15 % energii całkowitej, Lumecca™ aż 40 %.

tym niższa jest energia niezbędna do przeprowadzenia skutecznego zabiegu. Przykładowo, typowa gęstość energii do skutecznego usuwania rumienia dla aplikatora Lumecca™ 515 nm to 12  $\text{J}/\text{cm}^2$ , podczas gdy dla klasycznych systemów IPL wynosiła ona 24 – 32  $\text{J}/\text{cm}^2$ .

Drugim, bardzo ważnym parametrem decydującym o skuteczności zabiegu selektywnej fototermodolizy, jest czas impulsu



Ryc. 4. Wykres symulacji temperatury naczynia uzyskiwanej dla tej samej energii, dla impulsu o długości trzy razy większej niż TRT (niebieski) oraz trzy razy mniejszej niż TRT (czerwony). Z wykresu widać, że dla impulsu dłuższego niż TRT, znacząca część energii ulega rozproszeniu do tkanek otaczających i temperatura naczynia jest o połowę niższa. W konsekwencji, do osiągnięcia tej samej temperatury krótszy z impulsów wymaga o połowę mniej energii światła.



**Ryc. 5.** Usuwanie zmian naczyniowych okolicy nosa za pomocą systemu Inmode Lumecca™. Pacjent przed zabiegiem (A) oraz dwa dni po zabiegu (B).

światła. Czas ten powinien być krótszy od czasu relaksacji termicznej (TRT) zmiany, którą chcemy usunąć. TRT jest niczym innym jak czasem, w którym połowa dostarczonej energii rozprasza się do otaczających tkanek. Jeśli więc czas impulsu jest zbyt długi, dostarczona przez światło energia wycieka do otaczających tkanek i zamiast podgrzać selektywnie cel, rozgrzewa tkanki wokół, co jest zjawiskiem niekorzystnym – rośnie ryzyko ogólnego oparzenia skóry.

Klasyczne systemy IPL bez problemu emitują impulsy rzędu 20-30 ms, jednak aby uzyskać czasy impulsu poniżej 10 ms, potrzebna jest wysoka moc szczytowa błysku lampy – tu klasyczne rozwiązania często zawodzą. Uzyskiwane typowo impulsy 20 ms ograniczają zastosowania IPL do naczyń powyżej 150  $\mu\text{m}$ , co kwalifikuje do leczenia tylko stosunkowo duże naczynia. Typowo w zmianach rumieniowych znajdujemy naczynia o średnicy 10-100  $\mu\text{m}$ , zatem optymalnym czasem impulsu do usuwania rumienia jest kilka milisekund. I znów, dzięki najnowszej konstrukcji lampy Lumecca™ mamy możliwość uzyskania gęstości mocy do 9,9kW/cm<sup>2</sup>, co przekłada się na czas impulsu rzędu 3-4 ms dla typowych parametrów, stosowanych do usuwania zmian naczyniowych 10-12 J/cm<sup>2</sup>. Znacząco zwiększa się w ten sposób ilość naczyń,

które są możliwe do usunięcia i rośnie całkowita skuteczność zabiegu. Uzyskiwanie tak krótkich czasów impulsów zbliża system IPL do złotego standardu, jakim w usuwaniu zmian naczyniowych jest laser barwnikowy.

W przypadku usuwania zmian pigmentowych, optymalne są impulsy nanosekundowe (lasery *q-switch*) i pikosekundowe, ale systemy IPL z impulsami milisekundowymi również nadają się do usuwania takich zmian w płytkich warstwach skóry (ang. *epidermal-dermal junction*). Podobnie jak opisano powyżej, w porównaniu do klasycznych IPL, system Lumecca™ dzięki większej mocy (krótsze czasy impulsu) oraz większej absorpcji w melaninie (40 % spektrum światła w paśmie 500-600 nm), zapewnia większą selektywność i mniejsze nagrzewanie tkanek otaczających. Krótsze impulsy pozwalają na usuwanie zmian pigmentowych we wcześniejszym stadium (o mniejszym kontraście w stosunku do skóry), w czasie gdy jeszcze nie są widoczne dla nieuzbrojonego oka.

Dzięki swoim cechom, Inmode Lumecca™ jest systemem IPL wyróżniającym się spośród klasycznych urządzeń. Lumecca™ umożliwia lepsze dopasowanie światła do usuwanych zmian, większe bezpieczeństwo zabiegu oraz wolniejszą degradację lampy.