

Rekomendacje z zakresu skuteczności klinicznej laseroterapii w wybranych schorzeniach wedle zasad *Evidence Based Physiotherapy (EBP)*

Opracowanie:
prof. dr hab. Jakub Taradaj

Spis treści

1. Wprowadzenie dla czytelnika/założenia metodologiczne.....	3
2. Metaanalizy i przeglądy systematyczne dostępne w literaturze.....	6
2.1. Wytyczne <i>Cochrane</i>	6
2.2. Publikacje z listy filadelfijskiej.....	11
3. Przegląd systematyczny z randomizowanych badań klinicznych	
– opracowanie własne.....	18
3.1. Metoda.....	18
3.1.1. Cele badawcze.....	18
3.1.2. Źródła i strategia przeszukiwania.....	18
3.1.3. Kryteria włączenia i wykluczenia.....	19
3.1.4. Ekstrakcja danych.....	19
3.2. Wyniki.....	20
3.2.1. Rezultaty przeszukiwania.....	20
3.2.2. Charakterystyka włączonych prac.....	21
3.2.3. Ocena jakości badań.....	42
3.3. Ograniczenia i słabości przeglądu.....	43
3.4. Podsumowanie.....	43
4. Wnioski końcowe.....	46
5. Piśmiennictwo.....	48

1. Wprowadzenie dla czytelnika/założenia metodologiczne

W celu opracowania niniejszych rekomendacji wykorzystano podstawowe narzędzia i zalecenia *EBP* (Tabela 1 i 2). W rozdziale „Wnioski końcowe” poddaną ocenie procedurę leczniczą zakwalifikowano do określonego poziomu dowodu naukowego - od 1 (najlepszy wynik) do 5 (najsłabszy wynik) oraz siły dowodu naukowego – od A (najlepszy rezultat) do C (najsłabszy rezultat), a także rodzaju ostatecznej rekomendacji i dalszych wskazówek dla czytelnika (Tabela 3).

Tabela 1. Poziom dowodu naukowego

Poziom 1	Metaanalizy oraz przeglądy systematyczne (zwłaszcza opracowane przez Cochrane) Randomizowane badania kliniczne o wysokich walorach metodologicznych (8-10 punktów w skali PEDro)
Poziom 2	Randomizowane badania kliniczne o niskich (1-3 punkty w skali PEDro) i średnich (4-7 punktów w skali PEDro) walorach metodologicznych
Poziom 3	Nierandomizowane badania kliniczne
Poziom 4	Badania przedkliniczne (uczestnikami są ludzie zdrowi) oraz analizy retrospektywne
Poziom 5	Opisy przypadków (prace kazuistyczne), próby <i>in vitro</i> i eksperymenty zwierzęce, komentarze i opinie eksperckie

Tabela 2. Siła dowodu naukowego

A	Zalecenia/rekomendacje są oparte na wiarygodnych przesłankach i jednoznacznych wnioskach wpływających z metaanaliz (zwłaszcza opracowanych przez Cochrane), przeglądów systematycznych oraz randomizowanych badań klinicznych o wysokich walorach metodologicznych (wymagany jest poziom 1 dowodu naukowego)
B	Zalecenia/rekomendacje są oparte na stosunkowo wiarygodnych przesłankach i dość jednoznacznych wnioskach wpływających z randomizowanych badań klinicznych o niskich i średnich walorach metodologicznych, nierandomizowanych badań klinicznych, badań przedklinicznych, opracowań retrospektywnych (publikacje z poziomów dowodu naukowego 2, 3, 4)
C	Zalecenia/rekomendacje są oparte na niejasnych przesłankach i niejednoznacznych wnioskach wpływających jedynie z opisów przypadków (prace kazuistyczne), prób <i>in vitro</i> i eksperymentów zwierzęcych, komentarzy i opinii eksperckich

Tabela 3. Typy rekomendacji wykorzystane w opracowaniu

Rekomendacja dla fizjoterapeuty	Objaśnienie
Wykonuj! (silna rekomendacja dla danej procedury)	Wnioski płynące z analiz oraz wyniki prac są jednolite i jednoznaczne
Nie wykonuj! (silna rekomendacja przeciw danej procedurze)	
Raczej wykonuj, lecz bardziej jako terapię alternatywną i/lub wspomagającą (słaba rekomendacja dla danej procedury)	Większość wniosków płynących z analiz oraz wyników prac jest jednolitych i jednoznacznych, lecz można doszukać się nielicznych doniesień stojących w sprzeczności
Raczej nie wykonuj, ewentualnie jedynie na własną odpowiedzialność (słaba rekomendacja przeciw danej procedurze)	
Brak jakiegokolwiek rekomendacji	Wnioski są niejasne i kontrowersyjne, ponieważ wyniki publikacji wykluczają się wzajemnie w równym stopniu

Z kolei do wykonania krytycznej oceny jakości randomizowanych badań klinicznych w rozdziale „Przegląd systematyczny z randomizowanych badań klinicznych – opracowanie własne” wykorzystano uznaną i szeroko stosowaną punktację z australijskiej internetowej wyszukiwarki naukowej *Physiotherapy Evidence Database (PEDro)* – Tabela 4.

Tabela 4. Punktacja według *PEDro*

Kryterium	Punktacja*: Tak (1 p.), Nie (0 p.)
<ol style="list-style-type: none"> 1. Czy stosowano protokół badawczy z kryteriami włączenia i wykluczenia? 2. Czy stosowano randomizację (dobór losowy pacjentów do grup)? 3. Czy przydział uczestników do grup był utajniony? 4. Czy miała miejsce statystyczna analiza homogenności badanych grup pod względem cech charakteryzujących chorych oraz ocena jednorodności grup pod względem początkowych pomiarów wyjściowych (w obrębie narzędzi badawczych stosowanych w pracy)? 5. Czy stosowano pojedynczo ślełą próbę (pacjenci nie mieli wiedzy - czy zostali poddani interwencji eksperymentalnej, czy też kontrolnej)? 6. Czy stosowano podwójnie ślełą próbę (patrz punkt 5 + badacze prowadzący leczenie nie mieli wiedzy którzy uczestnicy zostali poddani interwencji eksperymentalnej, a którzy kontrolnej)? 7. Czy stosowano podwójnie ślełą próbę (patrz punkt 5 + badacze zajmujący się pomiarami i ich oceną oraz analizą wyników nie mieli wiedzy, którzy uczestnicy zostali poddani interwencji eksperymentalnej, a którzy kontrolnej)? 8. Czy poddano chorych obserwacji odległej po zakończeniu badań tzw. <i>follow-up</i>? 9. Czy badania były prowadzone z zasadą <i>intention to treat</i>? 10. Czy wykorzystano opracowanie statystyczne uzyskanych wyników w formie porównań międzygrupowych? 11. Czy przeprowadzono pomiary zmienności oraz dokonano końcowej estymacji punktowej? 	

*Legenda:

Maksymalna liczba punktów dla danej publikacji – 10 (pierwsze pytanie nie wchodzi do punktacji), Minimalna liczba punktów dla danej publikacji – 0

2. Metaanalizy i przeglądy systematyczne dostępne w literaturze

2.1. Wytyczne *Cochrane*

Z przeglądu piśmiennictwa wyraźnie wynika, że dla grup roboczych z organizacji *Cochrane* tematyka stosowania promieniowania laserowego w fizjoterapii była najbardziej intrygująca w latach 2000-2010. Powstały w tym okresie trzy duże i ważne opracowania. Niestety w kolejnej dekadzie (lata 2010-2020) można odnotować znamienne spadki zainteresowania niniejszym czynnikiem fizykalnym, co skutkowało ukazaniem się tylko jednego raportu z tego zakresu. Warto również zauważyć, iż w wytycznych *Cochrane* nie zapomniano zupełnie o promieniowaniu laserowym, gdyż stało się ono stosunkowo istotnym tłem aż w dziesięciu sprawozdaniach, gdzie głównym celem była przede wszystkim ocena efektywności innych metod leczniczych, aczkolwiek badacze nierzadko zestawiali swoje obserwacje również w odniesieniu do laseroterapii.

W 2005 roku eksperci z *Musculoskeletal Group* opublikowali raport [1] dotyczący zastosowania laseroterapii nisko- i średnioenergetycznej u chorych z reumatoidalnym zapaleniem stawów. Brosseau i wsp. dokonali wstępnego przeglądu literatury (*MEDLINE* i *EMBASE*) za lata 1998-2005. Początkowo autorom udało się odszukać 130 randomizowanych badań klinicznych, lecz ostatecznie włączono jedynie 5 prac, w których stosowano ślepą próbę. Zdołano poddać analizie 222 pacjentów. Stwierdzono, że dolegliwości bólowe zmniejszyły się u chorych cierpiących na RZS (średnio o 1,1 punktów w skali VAS) w stosunku do grup placebo, a sztywność poranna uległa skróceniu o 27,5 minut. Nie zaobserwowano istotnych statystycznie różnic w przypadku poprawy sprawności funkcjonalnej, zakresu ruchu w stawach oraz rozmiaru obrzęku. Badacze postulują, iż laseroterapia może być pomocna w uzyskaniu krótkotrwałej redukcji odczuć bólowych i objawu sztywności porannej, aczkolwiek jakość metodologiczna badań naukowych jest niewystarczająca.

Z kolei specjaliści z *Infectious Diseases Group* w 2006 roku wydali stosunkowo kontrowersyjny raport [2] dotyczący przydatności promieniowania laserowego małej mocy w przypadkach gruźlicy. Vlassov i Raze podjęli się porównania publikacji naukowych, gdzie podawano chorym leki przeciwgruźlicze i dodatkowo naświetlano wybrane okolice ciała ludzkiego (głównie w formie akupunktury laserowej) w stosunku do grupy, gdzie stosowano jedynie farmakoterapię. Podsumowując, odszukano w zasobach wyszukiwarek medycznych tylko jedno randomizowane badanie kliniczne (przeprowadzone w Indiach), w którym na

materiale badawczym 130 pacjentów udokumentowano, iż aplikacja punktowymi promieniami elektromagnetycznymi pozwala osiągnąć większą wydajność leczenia farmakologicznego. Autorzy raportu *Cochrane* jednak zwracają uwagę na niezmiernie niskie walory metodologiczne przytaczanej publikacji, na przykład brak wnikliwej charakterystyki klinicznej badanej populacji lub oceny homogenności statystycznej grup porównawczych. Sugeruje się zatem bardzo ostrożne podejście (wręcz raczej ciekawostkowe) do omawianej problematyki.

Z pewnością znacznie poważniej należy traktować wnioski płynące z opracowania Yousefi-Nooraie [3] z 2008 roku. Badacze zajęli się tematem wykorzystania laseroterapii niskoenergetycznej w zachowawczym leczeniu niespecyficznego bólu dolnego odcinka kręgosłupa. Dokonano studium literatury (*CENTRAL* czyli *the Cochrane Library*, *MEDLINE*, *CINAHL*, *EMBASE*, *AMED* i *PEDro*) w zakresie czasowym od początku istnienia powyższych baz danych do listopada 2007 roku. Ostatecznie włączono do dalszej analizy 7 randomizowanych badań klinicznych, które spełniały kryteria włączenia (m. in. stosowanie zabiegów pozorowanych w grupie porównawczej). Trzy doniesienia (168 uczestników) wskazywały na krótko- i długofalowe (do pół roku w obserwacji odległej) działanie przeciwbólowe czynnika fizykalnego w okresie podoстрыm i przewlekłym schorzenia. W jednym eksperymencie klinicznym (58 chorych) odnotowano znaczące zmniejszenie niepełnosprawności, lecz jedynie w wynikach krótkoterminowych. Natomiast w kolejnych trzech (102 pacjentów) artykułach nie wykazano żadnego wpływu laseroterapii na poprawę sprawności fizycznej w odniesieniu do standardowej kinezyterapii. Wobec dość niejednoznacznych rezultatów wynikających z ocenianych prac, autorzy raportu *Cochrane* rekomendują ostrożne podejście do niniejszej tematyki potwierdzając jedynie pewną przydatność fotobiomodulacji w redukcji odczuć bólowych, co nieraz jest klinicznie niewielkim osiągnięciem, gdyż niestety nie koreluje z obiektywnym postępem terapeutycznym, na przykład poprawą funkcjonalną chorego. Zwraca się również uwagę na konieczność prowadzenia dalszych, lepiej zaprojektowanych metodologicznie badań naukowych.

Dopiero w 2017 roku powstał raport w sprawie efektywności laseroterapii niskoenergetycznej w zespole cieśni nadgarstka [4]. Rankin i wsp. zakwalifikowali 22 randomizowane badania kliniczne (1151 chorych), z czego dziewięć prac prezentowało porównanie laseroterapii w stosunku do placebo, dwie – laseroterapia względem ultradźwięków, kolejne dwie – laseroterapia w odniesieniu do kortykosteroidowych iniekcji, zaś jedno stanowiło porównanie laseroterapii względem innych metod zachowawczego leczenia takich jak techniki powięziowe, pole magnetyczne, przezskórna elektryczna

stymulacja nerwów TENS, iniekcje ze steroidów oraz różne ćwiczenia ruchowe. Kolejne prace oceniały biostymulację laserową jako jedną z wielu metod kompleksowego postępowania leczniczego. Po zakończeniu analizy autorzy jednoznacznie ogłosili niską przydatność tego bodźca fizykalnego (jedynie krótkotrwałe oddziaływanie przeciwbólowe, które nie miało przełożenia na sprawność kończyny i siłę chwytu ręki mierzoną za pomocą dynamometru) w omawianej jednostce chorobowej. Mankamentem okazały się również znaczące słabości dotyczące wartości metodologicznej ocenianych prac naukowych.

Podsumowując powyższe doniesienia raczej trzeba stwierdzić, że nie występują stabilne i rzetelne podwaliny dające jednoznacznie korzystny werdykt dotyczący wykorzystania laseroterapii nisko- i średnioenergetycznej w fizjoterapii. Stosowanie tego zabiegu fizykalnego wydaje się stosunkowo wątpliwe. Trzeba jednak przyznać, że przytaczane raporty są dość stare. Niestety mimo upływu lat brak podjęcia niniejszej tematyki jako pierwszoplanowej przez ekspertów *Cochrane* i stworzenia jednoznacznych rekomendacji stanowi na dzień dzisiejszy pewne ograniczenie w studium literatury oraz oszacowaniu wiarygodności metody i poziomu dowodów naukowych.

Co ciekawe w zasobach *Cochrane Library* można znaleźć wiele opracowań dla laseroterapii jako swoistego tła wobec innych metod leczniczych, które cieszą się obecnie wśród metodologów większą popularnością – aczkolwiek fotobiomodulacja stanowi dla tych terapii punkt odniesienia w oszacowaniu ich efektywności.

W praktyce klinicznej obserwujemy coraz częściej próby zaadoptowania laserów wysokoenergetycznych w zakresie fizjoterapii, jednak uwagę zwraca raport z 2016 roku [5] dotyczący możliwości wykorzystania tego urządzenia w leczeniu zmian skórnych po trądziku, co może również zainteresować praktyków z innych dziedzin medycyny. Abdel Hay i wsp. oceniali głównie peeling chemiczny, ale zakwalifikowano także sporo prac mówiących o świetle laserowym. Włączono 24 badania z randomizacją obejmujące łącznie 789 osób z bliznami potrądzikowymi (wyszukiwanie przeprowadzono za okres do listopada 2015 roku). Dwadzieścia jeden prac z randomizacją (706 osób) obejmowało zarówno mężczyzn i kobiety, trzy badania (75 osób) obejmowały wyłącznie kobiety i jedno badanie (8 osób) obejmowało tylko mężczyzn. Większość zakwalifikowanych doniesień dotyczyła osób z bliznami potrądzikowymi. Tylko jedno badanie obejmowało 20 uczestników z mieszanymi bliznami - zarówno zanikowymi, jak i przerostowymi. Autorzy konkludują, iż nie ma wystarczających danych naukowych, które potwierdzałyby wysoką skuteczność leczenia trądziku laserem wysokoenergetycznym (frakcyjnym), a stosowanie komercyjne wyprzedza rzetelne badania naukowe. Jakość metodologiczna doniesień naukowych oceniono jako bardzo niską lub

umiarkowaną. Słabsza jakość danych naukowych wynikała głównie z małej liczby osób biorących udział w projektach, co spowodowało, że wyniki były mało precyzyjne oraz że w badaniach nie zastosowano zaślepienia (uczestnicy wiedzieli jakie leczenie otrzymują).

Bardzo interesującą problematyką są próby wykorzystania światła laserowego w dość zagadkowy sposób w kontrowersyjnych aplikacjach – głównie jako technika laseropunktury.

Przykładowo, White i wsp. [6] w 2014 roku opublikowali swoje sprawozdanie dotyczące możliwości zaprzestania palenia papierosów pod wpływem różnych form akupunktury (także laserowej). Włączono 38 randomizowanych badań klinicznych opublikowanych do października 2013 roku. Lokalizacja punktów poddawanych stymulacji, liczba sesji i stosowanie ciągłej stymulacji różniły się pomiędzy badaniami, co stanowiło istotny mankament we wnioskowaniu. W trzech artykułach (393 osób) akupunkturę porównano do grupy kontrolnej. W dziewiętnastu publikacjach (1588 osób) porównywano akupunkturę prawdziwą i pozorowaną, ale tylko w przypadku 11 z tych badań prowadzono obserwację rezultatów odległych przez 6 miesięcy lub dłużej. W trzech doniesieniach (253 osoby) porównywano akupresurę do techniki pozorowanej, ale w żadnej z prac nie było analizy długoterminowej. W dwóch badaniach stosowano stymulację laserem, a w sześciu - elektrostymulację. Zdaniem autorów ogólna jakość publikacji była umiarkowana. Ostatecznie w prezentowanym przeglądzie nie zidentyfikowano spójnych danych wskazujących na to, że aktywna akupunktura lub metody pokrewne (także laserowa) zwiększają odsetek chorych, którzy mogliby skutecznie rzucić palenie tytoniu. Jednak niektóre aplikacje mogą być lepsze niż niestosowanie żadnego leczenia, przynajmniej w krótkim okresie. W opinii badaczy nie ma jednak wystarczających przesłanek, że efekt terapeutyczny jest większy niż placebo.

Kolejnym intrygującym zagadnieniem jest możliwość wykorzystania akupunktury - również laserowej – w niwelowaniu niektórych objawów schizofrenii. Shen i wsp. [7] w 2014 roku opublikowali raport *Cochrane*, który opierał się na analizie 30 prac klinicznych. W artykułach tych porównywano głównie grupy chorych, których prowadzono w oparciu o leki przeciwpsychotyczne w stosunku do grup również leczonych neuroleptykami oraz dodatkowo akupunkturą. Mimo że w niektórych badaniach klinicznych odnotowano korzyści ze stosowania akupunktury łącznie z farmakoterapią to uzyskane wnioski były znamienne ograniczone, gdyż autorzy przeglądu ocenili jakość metodologiczną na bardzo niską lub niską. Uznano zatem rekomendacje pozytywne za niewystarczająco przekonujące. Autorzy przyznają, iż łączne stosowanie akupunktury i leku przeciwpsychotycznego wiązało się z poprawą w nasileniu objawów depresji, aczkolwiek wyniki pochodziły najczęściej z małego liczebnie projektu, przez co nie można było wyraźnie wykazać wysokiej wiarygodności.

W 2018 roku Smith i wsp. [8] jako zespół ekspertów *Cochrane Common Mental Disorders Team* rozpoczęli szerokokrojony plan prowadzenia raportu w podobnej tematyce, lecz na razie wyniki tych prac nie ukazały się.

W ostatniej dekadzie ukazało się też kilka ciekawych opracowań dotyczących schorzeń narządu ruchu.

Choi i wsp. [9] w 2018 roku przedstawili raport z zakresu akupunktury w przypadku zespołu cieśni nadgarstka. Włączono 12 randomizowanych badań klinicznych (869 chorych), z czego dwie prace poświęcone były laseropunkturze w odniesieniu do terapii pozorowanej. Pierwsze badanie (60 chorych) wskazało na poprawę kliniczną u pacjentów (narzędziem była skala *Global Symptom*) przy użyciu tej techniki po 4 tygodniach leczenia. Jednak drugi artykuł (25 chorych) okazał się krytyczny i ukazuje brak jakiegokolwiek przewagi leczniczej nad grupą „zaślepioną”.

Z kolei Fleming i wsp. [10] w 2016 roku opublikowali sprawozdanie dotyczące porównania efektywności różnych metod niefarmakologicznego (także biostymulacji laserowej) leczenia bólu w obrębie szczęki na skutek zaopatrzenia ortodontycznego. Badacze zakwalifikowali 14 randomizowanych badań klinicznych (931 pacjentów), z czego 4 doniesienia były poświęcone laseroterapii niskoenergetycznej. Po zakończeniu analizy stwierdzono, że promieniowanie laserowe może być pomocnym czynnikiem prowadzącym do redukcji krótkotrwałej dolegliwości bólowych u chorych poddanych ortodoncji (zwłaszcza jedna praca przemawiała o działaniu analgetycznym o wartości 20,27 mm na skali VAS po 24 godzinach, zaś efekt ten utrzymywał się na zmniejszonym poziomie jeszcze po 3 i 7 dniach), aczkolwiek wyniki prac są nieraz niejednoznaczne (pozostałe trzy doniesienia nie były aż tak obiecujące) i reprezentują wiele ograniczeń metodologicznych.

W podobnie krytycznym tonie wypowiadają się specjaliści z *Cochrane Wound Group* [11], którzy w 2014 roku opisali przydatność fotobiomodulacji w przypadku leczenia odleżyn. Wskazują oni na potrzebę prowadzenia dalszych prac klinicznych o znacznie wyższych walorach metodologicznych – oceniano głównie długości fal z zakresu podczerwieni.

Nieco lepiej przedstawia się sytuacja w przypadku patologii w obrębie stawu ramienno-barkowego (uszkodzenie stożka rotatorów, konflikt podbarkowy i inne). Wedle raportów *Cochrane* [12, 13] omawiających przede wszystkim wykorzystanie zabiegów elektrolecniczych w dysfunkcjach mięśniowo-szkieletowych, laseroterapia może stać się metodą alternatywną dla innych zabiegów fizjoterapeutycznych takich jak właśnie elektroterapia, pole magnetyczne, albo techniki manualne. Badacze stoją na stanowisku, iż promieniowanie laserowe może prowadzić do skutecznego efektu przeciwbólowego, co

wspomaga stosowanie ćwiczeń ruchowych i pozwala odzyskać sprawność fizyczną. Mankamentem są jednak z pewnością niskie wartości metodyczne ocenianych prac.

Dość umiarkowane podłoże dla stosowania fototerapii wynika też z raportu (2014 rok) dotyczącego m. in. laseropunktury w przypadkach po skręceniach stawu skokowego - rezultaty prac są niejednoznaczne i stoją ze sobą nieraz w sprzeczności [14].

2.2. Publikacje w listy filadelfijskiej

Na wstępie należy zauważyć, że stosunkowo niewielka popularność powyższej tematyki wyrażona w małej liczbie raportów *Cochrane Group* w ostatnich latach zupełnie nie koresponduje z ogromem niezmiernie ciekawych przeglądów systematycznych i metaanaliz publikowanych w prestiżowych periodykach. Jedynie w samej tylko wyszukiwarce *PubMed* indeksowanych jest obecnie kilkaset takich opracowań - tylko za lata 2017-2020 (nie wszystkie oczywiście dotyczą zaburzeń nerwowo-mięśniowo-szkieletowych). Oznacza to, iż badacze są na etapie podsumowań zebranych randomizowanych badań klinicznych, co winno zaowocować również wytycznymi *Cochrane* w przyszłości. Fakt ten świadczy, że z pewnością jednak problematyka ta nadal jest ważna i cieszy się znacznym zainteresowaniem wśród naukowców.

Poniżej przedstawiono najistotniejsze (i najnowsze) doniesienia naukowe dotyczące zagadnień wykorzystania fotobiomodulacji w wybranych schorzeniach. Do krytycznego przeglądu piśmiennictwa wybrano artykuły, które pojawiły się w czasopismach posiadających wysoki współczynnik oddziaływania (tzw. *Impact Factor*) i są indeksowane w zasobach *Web of Science Core Collection*.

W dostępnych pismach naukowych najwięcej znajduje się wzmianek na temat zastosowania biostymulacji laserowej w schorzeniach narządu ruchu.

Ciekawe doniesienie pojawiło się na łamach marcowego wydania *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* z 2020 roku, w którym Pieters i wsp. [15] dokonali przeglądu systematycznego w oparciu o analizę aż 16 wcześniej opublikowanych prac typu *systematic review* (a nie randomizowanych badań klinicznych). Stwierdzono, że w przypadku objawowego leczenia bólu na skutek zespołu ciasnoty podbarkowej istnieje najsilniejsza i jednoznaczna rekomendacja dla ćwiczeń ruchowych jako pierwszoplanowej fizjoterapii, która pozwala na zniwelowanie odczuć nocyceptywnych, zwiększenie ruchomości oraz poprawę funkcji w obrębie kończyny. Zaobserwowano również silną rekomendację dla technik manualnych jako metod uzupełniających wobec standardowej kinezyterapii. Natomiast badacze odnotowali średnią rekomendację w kierunku braku pozytywnych efektów i niskiej

skuteczności dla takich środków fizykalnych jak laseroterapia, pole magnetyczne, fala uderzeniowa i ultradźwięki.

Bardziej pozytywnie jawi się artykuł opublikowany w prestiżowym piśmie *Physiotherapy* w marcu 2020 roku. Badacze z Chin [16] podjęli się oceny przydatności promieniowania laserowego niskiej mocy we wspomaganiu leczenia zespołu cieśni nadgarstka. Głównym celem było oszacowanie na ile naświetlania są w stanie uzupełnić proces terapeutyczny w oparciu o stabilizator stawu (orteza z szyną). Do oceny włączono 6 randomizowanych badań klinicznych (418 chorych). Wykonano zbiorczą analizę statystyczną, gdzie uzyskano redukcję dolegliwości bólowych kolejno w grupach porównawczych: 75% (stabilizator + laseroterapia), 62% (stabilizator + quasi laseroterapia), 57% (stabilizator + ultradźwięki) i tylko 8% (stabilizator). Niestety zmniejszenie odczuć bólowych nie korelowało z poprawą sprawności i stanu funkcjonalnego ręki, dlatego też autorzy nie rekomendują fotobiomodulacji jako ważnego uzupełnienia terapii, a jedynie zabieg ten może służyć do prób uśmierzania bólu.

Z kolei w majowym numerze periodyku *Archives of Oral Biology* z 2020 roku można odnaleźć niezmiernie interesującą i nowatorską metaanalizę wraz z przeglądem systematycznym [17] dotyczącą wpływu promieniowania laserowego na proces osteogenezy. Kheiri i wsp. podjęli się oceny opublikowanych prac oryginalnych prowadzonych *in vivo*, w których po naświetlaniach analizowano intensywność regeneracji kości. Ostatecznie włączono 14 artykułów. Stwierdzono, że światło laserowe wykazuje dużą przydatność w początkowej fazie przebudowy tkanki kostnej (znamienna różnica statystyczna na korzyść grup pacjentów poddanych ekspozycjom względem kontrolnych po 30 dniach), zaś w późniejszym etapie efekt gojenia kości był zbliżony (po 60 dniach) i naświetlania nie miały już przełożenia na skuteczność kliniczną. Autorzy zauważyli też, że celowe w tym względzie jest stosowanie określonych parametrów zabiegowych (długość fali - od 660 do 980 nm; dawka – od 0,1 do 1,5 W/cm²).

Badacze z Uniwersytetu w Sao Paulo dokonali przeglądu piśmiennictwa z zakresu stosowania biostymulacji laserowej w tendinopatii ścięgna Achillesa [18]. Po wykonaniu właściwej metaanalizy autorzy konkludują, że istnieje słaby lub nawet bardzo słaby poziom dowodów naukowych dla krótkotrwałego efektu przeciwbólowego, natomiast naświetlania nie wspomagają standardowych ćwiczeń ekscentrycznych w odzyskiwaniu sprawności i poprawy funkcjonalnej – w tym wypadku brak jakichkolwiek przesłanek naukowych. Praca została opublikowana na łamach czerwcowego wydania periodyku *Clinical Rehabilitation* i

prezentuje znamienne krytyczny pogląd odnośnie fotobiomodulacji w tej jednostce chorobowej.

Ciekawym dopełnieniem powyższego wątku - gdyż przedstawia biostymulację w nieco bardziej korzystnym świetle - staje się publikacja również z czerwca 2020 roku, która ukazała się na kartach czasopisma *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sport*. Irby i wsp. [19] odnotowali największą przydatność ćwiczeń ekscentrycznych w usprawnianiu ruchowym po zapaleniu ścięgna Achillesa, lecz wykazali zbliżoną i pomocniczą rolę laseroterapii, fali uderzeniowej, iniekcji steroidowych oraz osocza bogatopłytkowego – pomimo że autorzy zwracają na niski poziom metodologiczny prowadzonych dotychczas prac.

O pozytywnym efekcie donosi także metaanaliza Lian i wsp. [20] w przypadku stosowania laseroterapii nisko- i średnioenergetycznej w przebiegu zapalenia nadkłykcia bocznego kości ramiennej. Autorzy włączyli 36 randomizowanych badań klinicznych (2746 pacjentów) i dokonali analizy efektywności zebranych metod zachowawczego leczenia zespołu łokcia tenisisty. W krótkoterminowym niwelowaniu bólu największą skutecznością odznaczały się iniekcje z kortykosteroidów. W średnioterminowych obserwacjach niezmiernie skuteczne okazały się naświetlania laserowe i iniekcje z toksyny botulinowej. Natomiast największy efekt przeciwbólowy w długoterminowych rezultatach wykazywała fala uderzeniowa. Co ciekawe, w przypadku poprawy siły chwytu ręki jedynie właśnie laseroterapia z wcześniej wymienionych zabiegów wykazała przewagę na grupami placebo we wspomaganie usprawniania ruchowego w procesie powrotu do zdrowia. Przytaczane wnioski przedstawiono na stronach bardzo prestiżowego pisma *American Journal of Sports Medicine*.

Podobnie Shahabi i wsp. [21] w swej metaanalizie z 2020 roku potwierdzają przydatność laseroterapii w redukcji bólu oraz zwiększeniu siły chwytu ręki u chorych z entezopatią nadkłykcia bocznego. Jednoznacznie oni postulują, że kompleksowa fizjoterapia (ćwiczenia ruchowe + laseroterapia + szyna na okolice nadgarstka) charakteryzuje się istotnie większą skutecznością kliniczną niż stosowanie ortezy na staw łokciowy. Zdaniem autorów jedynym wyjątkiem od powyższej reguły mogą być pacjenci aktywni fizycznie poniżej 45 roku życia.

W dostępnej i aktualnej literaturze można znaleźć przeglądy systematyczne i metaanalizy z zakresu stosowania promieniowania laserowego niskiej mocy w schorzeniach neurologicznych.

W publikacji, która ukazała się w kwietniowym wydaniu *Lasers in Medical Science* z 2020 roku, badacze irańscy [22] dokonali przeglądu baz medycznych *SCOPUS*, *PubMed*, *Web of Science*. Pierwotnie odszukali 259 prac klinicznych, z czego jedynie 4 spełniły ustalone kryteria włączenia – randomizowane badania kliniczne, w których chorzy z zapaleniem nerwu twarzowego otrzymali serię naświetlań przy użyciu lasera biostymulacyjnego, a uzyskane rezultaty były odniesione do zabiegów pozorowanych albo rehabilitacji ruchowej albo masażu leczniczego albo grupy kontrolnej bez jakiegokolwiek leczenia. W dwóch pierwszych ocenianych pracach odnotowano korzystny efekt kliniczny po 6 tygodniach ekspozycji na światło laserowe o długości fali 830 nm i mocy wyjściowej 100 mW. Z kolei w dwóch kolejnych pracach nie zanotowano postępu terapeutycznego po 4 tygodniach (seria 15 zabiegów z wykorzystaniem na przemian długości fali 670 i 830 nm). Javaherian i wsp. stwierdzili, iż wobec braku jednolitych wniosków z analizowanych artykułów nie można podsumować zebranego materiału i stworzyć jednoznacznej rekomendacji.

Bardziej pozytywne przesłanie niesie z sobą praca autorstwa De Pedro i wsp. [23], w której do przeglądu zakwalifikowano 13 artykułów (8 randomizowanych badań klinicznych, 2 prac prospektywnych, 3 prace kazuistyczne) z 997 pierwotnie wyszukanych w bazach medycznych takich jak *PubMed*, *MEDLINE* i *SCOPUS*. Głównym celem opracowania było oszacowania efektywności laseroterapii nisko- i średnioenergetycznej w różnych przypadkach bólu neuropatycznego w obrębie twarzoczaszki. We wszystkich poddanych analizie publikacjach odnotowano redukcję odczuć nocycyptywnych, stąd autorzy przychylnie oceniają wykorzystanie tego zabiegu fizykalnego. Zwracają jednak uwagę, że prowadzone badania kliniczne były niewystarczającej jakości metodologicznej i w przyszłości należy dokonać analizy wyników odległych (tzw. *follow up*) oraz standaryzacji parametrów zabiegowych i dawek.

W periodykach z listy filadelfijskiej można też napotkać na interesujące doniesienia dotyczące laseroterapii w gojeniu się ran oraz redukcji obrzęku limfatycznego.

W maju 2020 roku na łamach czasopisma *International Journal of Lower Extremity Wounds* pojawił się przegląd systematyczny z metaanalizą [24], w którym brazylijscy badacze podjęli się próby oceny możliwości zastosowania światła laserowego małej mocy w leczeniu stopy cukrzycowej. Santos i wsp. włączyli 13 randomizowanych badań klinicznych (361 pacjentów). Ostatecznie wybrano do dalszego wnioskowania statystycznego tylko 3 publikacje z pojedynczo ślełą próbą, w których podano obiektywną wartość procentowej redukcji pola powierzchni rany. Wyniki ukazały istotną przydatność bodźca fizykalnego w

procesie gojenia, zwłaszcza dla następujących parametrów zabiegowych: długość fali od 632,8 do 685 nm, gęstość mocy 50 mW/cm², dawka 3-6 J/cm², naświetlanie od 30 do 80 sekund na cm² rany, trzy razy na tydzień przez miesiąc.

Z kolei Machado i wsp. [25] kilka lat wcześniej zaprezentowali przegląd systematyczny dotyczący odleżyn. Po analizie zebranego piśmiennictwa wykazali znaczącą przydatność niskoenergetycznego promieniowania o długości 658 nm, tym samym jednoznacznie obalając mit odnośnie innych długości fal w zakresie podczerwieni w leczeniu trudno gojących się ran o tej etiologii czyli 830, 904, 940 nm (okazały się one nieskuteczne względem zabiegów pozorowanych). Mankamentem był jedynie fakt, że podobnie jak w poprzednim opracowaniu wnioski wysnuto w oparciu o niewielką liczbę doniesień naukowych – tym razem cztery prace kliniczne.

Również w 2017 roku opublikowano w *BMC Cancer* przegląd systematyczny dotyczący możliwości wykorzystania fotobiomodulacji u pacjentek z wtórnym obrzękiem limfatycznym po mastektomii. Baxter i wsp. [26] włączyli 11 randomizowanych badań klinicznych. Trzy prace (o wysokich walorach metodologicznych) pokazały znamienne przewagę naświetlań względem zabiegów pozorowanych w redukcji obrzęku chłonnego w okresie krótkoterminowym. Trzy doniesienia (o średnich walorach metodologicznych) ukazały znaczący wpływ na zmniejszenie dolegliwości bólowych w obserwacji krótko- i średniofalowej. Jedno badanie (o niskich walorach metodologicznych) wskazało na poprawę jakości życia i przeciwdziałanie wystąpienia obrzęku w krótkim okresie od zakończenia programu leczniczego. Pozostałe artykuły były niejednoznaczne w swoich ustaleniach.

Zajmującym tematem ostatnich lat są również próby wykorzystania laseroterapii w immunologii klinicznej.

Przykładowo, De Lima i wsp. [27] w lutym 2020 roku przedstawili przegląd systematyczny połączony z metaanalizą w przypadkach zapalenia błon śluzowych jamy ustnej na skutek leczenia chemio- i radioterapeutycznego u pacjentów z rakiem w obrębie głowy i szyi. Autorzy dokonali próby oszacowania przydatności naświetlań wiązką laserową o niskiej mocy w leczeniu *mucositis*. Spośród 14552 odnalezionych rekordów do dalszych działań zakwalifikowano tylko 4 prace. Po zakończeniu analizy nie zaobserwowano korzystnego wpływu światła laserowego na redukcję bólu, dysfagię oraz poprawę wskaźników jakości życia. Odnotowano jednak, że dzięki zabiegom fizykalnym miał miejsce mniejszy odsetek epizodów *mucositis* pomiędzy piętnastym, a czterdziestym piątym dniem chemioterapii.

Natomiast Sousa i wsp. [28] w czerwcu bieżącego roku opublikowali przegląd systematyczny, w którym poddali ocenie efektywność biostymulacji laserowej w przypadkach

zapalenia ślinianek. Zdaniem autorów laseroterapia pozwala na zmniejszenie odczuć bólowych, dyskomfortu oraz poprawia wskaźniki jakości życia, aczkolwiek trzeba dokonać standaryzacji metodyki wykonywania naświetlań oraz dopracować algorytm parametrów zabiegowych, gdyż istniały duże rozbieżności pomiędzy poszczególnymi ośrodkami przedstawiającymi swoje dokonania.

Jak wynika z przytaczanych przeglądów systematycznych i metaanaliz z ostatnich kilku lat badacze prowadzą bardzo intensywne działania w celu oszacowania efektywności i poziomu dowodów dla niniejszej problematyki. Jest to temat wciąż intrygujący, innowacyjny i wykazujący sporo elementów nowości.

Jednak szereg metaanaliz stoi ze sobą w sprzeczności, a wnioski z nich wypływające zaprzeczają sobie. Jest to pewien mankament dotyczący tej materii. Stąd niejasne są jeszcze przesłanki czy laseroterapia nisko- i średnioenergetyczna wykazuje większą skuteczność leczniczą w prezentowanych jednostkach chorobowych niż efekt placebo.

W świetle dostępnego piśmiennictwa można też bez wahania odnotować, iż wciąż należy prowadzić dalsze randomizowane badania kliniczne o wysokich walorach metodologicznych, co pozwoli zbliżyć się do ustalenia ostatecznej prawdy naukowej, gdyż obecnie prowadzone przeglądy i metaanalizy często opierają się jedynie na sporadycznych doniesieniach (znaczny odsetek badań nie wytrzymuje wymogów wynikających z protokołu z kryteriami włączenia).

Pewnym ożywieniem w omawianej materii może stać się laseroterapia wysokoenergetyczna, która z zabiegowych dziedzin medycyny oraz okulistyki, dermatologii wchodzi również od pewnego czasu do fizjoterapii. Jest to stosunkowo nowy czynnik fizyczny, stąd nie ma wiele opracowań z tego zakresu, lecz dotychczasowe przeglądy systematyczne i metaanalizy wydają się dość obiecujące.

W 2020 roku Ezzati i wsp. [29] włączyli do przeglądu 19 prac klinicznych (o wartości co najmniej 7/10 w skali *PEDro*). Po zakończeniu analizy aż 18 badań (94%) wskazywało na istotną skuteczność promieniowania laserowego dużej mocy w redukcji bólu wybranych dysfunkcji mięśniowo-szkieletowych. Mimo korzystnych rezultatów autorzy zwrócili uwagę na potrzebę prowadzenia prac z obserwacją odległą oraz szacowaniem efektu placebo.

Podobnie Song i wsp. [30] dwa lata wcześniej opublikowali na łamach pisma *Medicine (Baltimore)* metaanalizę na podstawie 12 prac klinicznych, z czego 11 doniesień dokumentowało znamienne efektywność przeciwbólową laseroterapii wysokoenergetycznej w wybranych uszkodzeniach mięśniowo-szkieletowych (głównie nerwobólach okolicy górnego i

dolnego odcinka kręgosłupa). Słabością ocenianych badań była niewielka liczebność próby oraz brak analizy typu *follow up*.

O korzystnym wpływie na uśmierzanie dolegliwości bólowych oraz poprawie funkcjonalnej przekonuje również opracowanie, które pojawiło się w 2019 roku w periodyku *Journal of Back and Musculoskeletal Disorders*. Alayat i wsp. [31] zakwalifikowali do analizy 10 badań klinicznych (6 dotyczyło rwy kulszowej, 4 rwy ramiennej). Tylko dwie prace wykazywały wysoką wartość metodologiczną wedle *PEDro*, zaś pozostałe średnią lub niską.

Interesującym doniesieniem jest także artykuł z *Photomedicine and Laser Surgery* z 2018 roku [32], w którym polskie autorki dokonały pierwszego przeglądu systematycznego w literaturze z zakresu wykorzystania laseroterapii dużej mocy u chorych z gonartrozą. Włączono 6 randomizowanych badań klinicznych, z których wypłynęły wnioski o znacznej przydatności tego bodźca fizykalnego w redukcji bólu i polepszeniu stanu funkcjonalnego kolana – zwłaszcza dawki 0,51 – 120 J/cm² mają prawdopodobnie odznaczać się największą efektywnością.

3. Przegląd systematyczny z randomizowanych badań klinicznych – opracowanie własne

3.1. Metoda

Niniejszy przegląd systematyczny został przeprowadzony w okresie od 01 maja do 10 lipca 2020 roku.

3.1.1. Cele badawcze

Nadrzędnym celem opracowania była próba oceny efektywności laseroterapii w praktyce fizjoterapeutycznej w oparciu o randomizowane badania kliniczne.

Pytania badawcze:

1. Czy laseroterapia niesie skuteczny efekt kliniczny w wybranych schorzeniach?
2. Czy stosowanie laserów wykazuje przewagę leczniczą w stosunku do innych metod terapeutycznych (w określonym w przeglądzie zakresie)?

3.1.2. Źródła i strategia przeszukiwania

Dokonano krytycznego przeglądu piśmiennictwa na temat wykorzystania laseroterapii różnej mocy w praktyce klinicznej w oparciu o uznane pod względem wartości naukowych internetowe bazy medyczne: *PubMed*, *MEDLINE*, *Physiotherapy Evidence Database (PEDro)* oraz *Web of Science Core Collection*.

Warunkiem zakwalifikowania randomizowanego badania klinicznego, które pojawiło się w zasobach powyższych wyszukiwarek była równoczesna indeksacja w edycjach *Journal Citation Reports* i fakt posiadania przez czasopismo współczynnika wpływu tzw. *Impact Factor*.

Z podobnych względów i w trosce o jak najwyższy poziom naukowy ocenianych prac autor zrezygnował z wykorzystania baz *SCOPUS*, *Google Scholar* lub *SciElo Database*. Wyszukiwarki te obejmują również szereg periodyków i wydawnictw o stosunkowo niewielkich walorach poznawczych, a sporadycznie wręcz o charakterze paranaukowym.

Założono, iż fakt występowania przez dany periodyk na liście filadelfijskiej zapewnia najwyższe standardy procesu recenzowania zgłoszonych manuskryptów, przejrzystości wydawniczej, a pisma te publikują tylko artykuły spełniające właściwe progi metodologiczne.

Przegląd literatury obejmował jedynie ostatnie 30 miesięcy wstecz do stanu na czerwiec 2020 roku. Dobór stosunkowo krótkiego zakresu lat przeszukiwania był

konsekwencją faktu istnienia wielu rzetelnych przeglądów systematycznych i metaanaliz w dostępnym piśmiennictwie (patrz podrozdział „Publikacje z listy filadelfijskiej”). Głównym założeniem stało się więc ukazanie najnowszych doniesień naukowych, które mogły zostać jeszcze nieuwzględnione w opracowaniach innych badaczy.

3.1.3. Kryteria włączenia i wykluczenia

Do przeglądu kwalifikowano jedynie randomizowane badania kliniczne. Studium literatury zostało dokonane w oparciu o następujące słowa kluczowe łączone operatorem logicznym „AND” w różnych zestawieniach – „laser”, “laser therapy”, „laser irradiation”, “photobiomodulation”, “LLLT”, “HILT”, “musculoskeletal”, “pain”, „low back pain”, „backache”, „range of motion”, quality of life”, “healing”, “reduction”, „activity”, “disability”, “function”, “disorder”, “management”, “epicondylitis”, “wrist”, “arthritis”, “elbow”, “impingement”, “Achilles”, “ligament”, “muscle”, „myofascial”, “tendon”, “fibromyalgia”, “headache”, “osteoarthritis”, “neuropathy”, “cervical”, “hamstring”, “ankle”, “patellofemoral”, „knee”, “trapezius”, “neck”, „plantar”, „shoulder”, “subacromial”, “spasticity”, „tendinopathy”, “stress urinary incontinence” “ulcer”, “wound”, “lymphedema”, “cancer”, “scar”, „randomised”, “brain stroke” oraz „randomized”.

Kryteriami wykluczenia były objęte prace o charakterze eksperymentalnym, *in vitro*, zwierzęcym, pogładowym, kazuistyczne (opisy przypadków), nierandomizowane badania kliniczne lub z udziałem zdrowych uczestników. Nie kwalifikowano też artykułów publikowanych sprzed 2018 roku, nie włączano prac poświęconych akupunkturze laserowej. Z przeglądu systematycznego wyeliminowano również artykuły napisane w innych językach niż angielski, a także te które nie były usytuowane w wykazie *Journal Citation Reports* za dany rok, w którym się ukazały.

3.1.4. Ekstrakcja danych

Dane wynikające z zebranych artykułów były poddane analizie przez tylko jednego autora i dotyczyły celowości przeprowadzenia badań, charakterystyki materiału i metod, oraz zastosowanych wskaźników i narzędzi pomiarowych, uzyskanych wyników i ostatecznego wniosku, a także słabości metodycznych. Do oszacowania jakości metodologicznej prac wykorzystano punktację według *Physiotherapy Evidence Database* (Tabela 4, s. 5). Głównymi parametrami oceny efektu klinicznego były - skale nasilenia dolegliwości bólowych, skale, testy i kwestionariusze stanu funkcjonalnego i sprawności, pomiary zakresu

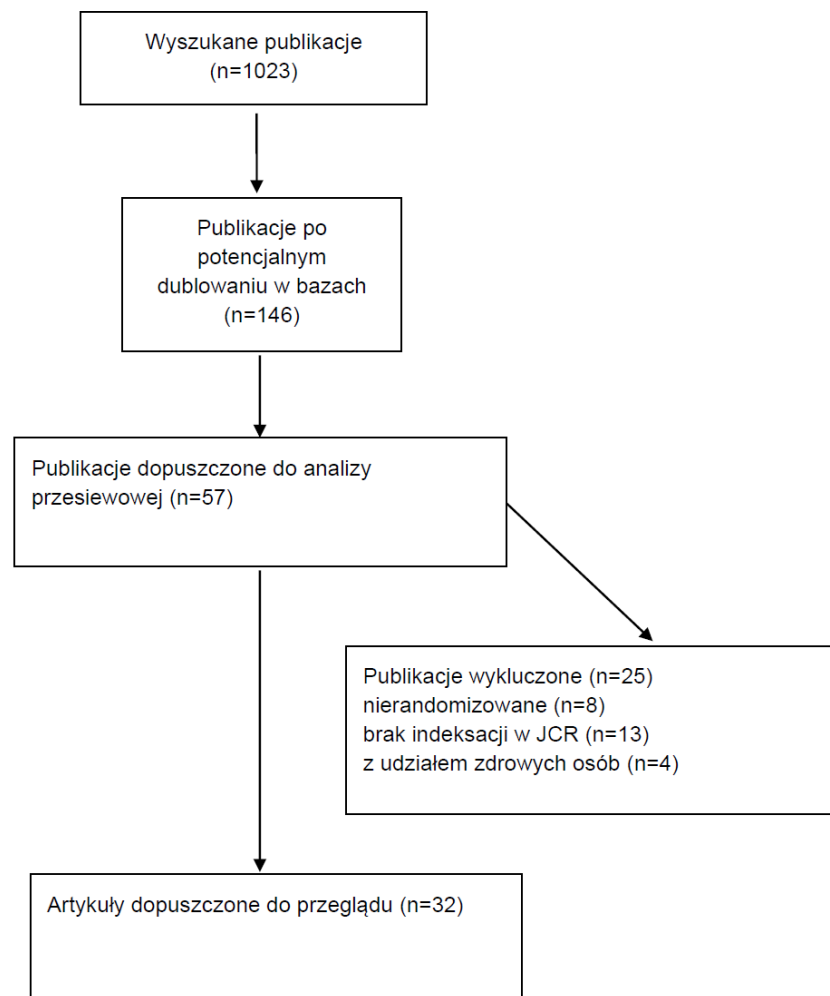
ruchomości i siły mięśniowej, wybrane wskaźniki jakości życia, współczynniki gojenia i redukcji obrzęku.

3.2. Wyniki

3.2.1. Rezultaty przeszukiwania

Przebieg rekordów na poszczególnych etapach przeglądu systematycznego przedstawiono na rycinie 1. Ostatecznie włączono do analizy 32 randomizowanych badań klinicznych.

Rycina 1. Przebieg prac na etapach przeglądu systematycznego według PRISMA



3.2.2. Charakterystyka włączonych prac

Tabela 5. Publikacje z zakresu laseroterapii w zapaleniu nadkłykcia bocznego kości ramiennej

Badacze	Cel leczniczy	Material i metody	Narzędzia pomiarowe	Wyniki	Wnioski	Ograniczenia
Kaydok i wsp. 2019 [33]	Ocena skuteczności leczniczej oraz porównanie efektywności laseroterapii małej- i dużej mocy	60 chorych (16 mężczyzn, 44 kobiet, średnia wieku 44,2 lata) przydzielono losowo do dwóch grup porównawczych HILT (9 mężczyzn, 21 kobiet) i LLLT (7 mężczyzn, 23 kobiet). W grupie HILT stosowano promieniowanie wysokoenergetyczne (1064 nm, 12W), zaś w grupie LLLT stosowano promieniowanie niskoenergetyczne (904 nm, 250 mW). Zabiegi w obu grupach prowadzono 3 razy na tydzień przez 3 tygodnie	Ocena dolegliwości bólowych – skala VAS, ocena wskaźników jakości życia i sprawności kończyny – kwestionariusze DASH i QDASH, SF-36, ocena siły chwytu ręki – dynamometr Pomiary wykonywano przed i po leczeniu	Leczenie okazało się skuteczne w obu grupach. Odnotowano korzystne zmiany przed i po leczeniu we wszystkich mierzonych parametrach ($p < 0,05$). W porównaniach międzygrupowych stwierdzono przewagę leczniczą na korzyść HILT w odniesieniu do LLLT ($p < 0,05$ dla QDASH, SF-36, dynamometru)	Laseroterapia jest skuteczna w leczeniu zespołu łokcia tenisisty, aczkolwiek aplikacja wysokoenergetyczna charakteryzuje się lepszą efektywnością kliniczną	Brak obserwacji wyników odległych, brak „zaślepienia” i oszacowania efektu placebo, brak innych grup porównawczych z metodami leczniczymi
Celik i wsp. 2019 [34]	Porównanie skuteczności leczniczej laseroterapii niskoenergetycznej i zogniskowanej fali uderzeniowej	43 chorych przydzielono losowo do dwóch grup porównawczych LLLT ($n=23$, 6 mężczyzn, 17 kobiet) i ESWT ($n=20$, 5 mężczyzn, 15 kobiet). W grupie LLLT stosowano promieniowanie niskoenergetyczne (904 nm, 40 mW), zaś w grupie ESWT stosowano zogniskowaną falę uderzeniową (2000 impulsów, $0,009 \text{ mJ/mm}^2$). Zabiegi w grupie LLLT prowadzono 3 razy na tydzień przez miesiąc, zaś w grupie ESWT raz na	Ocena dolegliwości bólowych – skala VAS, ocena wskaźników jakości życia i sprawności kończyny – kwestionariusze DASH i Mayo SF-12, ocena siły chwytu ręki – dynamometr Pomiary wykonywano przed, po leczeniu oraz 12	Po leczeniu stwierdzono zwiększenie sprawności kończyny i redukcję bólu zwłaszcza w grupie LLLT. Siła chwytu uległa poprawie w obu grupach ($p < 0,05$), lecz bardziej pod wpływem LLLT ($p=0,02$) niż ESWT.	Zarówno laseroterapia, jak i fala uderzeniowa są pomocne w leczeniu łokcia tenisisty, aczkolwiek fotobiomodulacja jest bardziej efektywna	Brak „zaślepienia” i oszacowania efektu placebo, brak innych grup porównawczych z metodami leczniczymi

		tydzień przez miesiąc. Jako usprawnienia ruchowe w obu grupach stosowano ekscentryczne ćwiczenia i rozciąganie	tygodni od zakończenia projektu			
Baktir i wsp. 2019 [35]	Porównanie skuteczności leczniczej laseroterapii niskoenergetycznej, fono- i jonoforezy z prednizolonu	37 chorych przydzielono losowo do trzech grup porównawczych LLLT (n=12, 2 mężczyzn, 10 kobiet), fonoforezy (n=12, 3 mężczyzn, 9 kobiet) oraz jonoforezy (n=13, 3 mężczyzn, 10 kobiet). W grupie LLLT stosowano promieniowanie niskoenergetyczne (904 nm, 0,12 W), w drugiej grupie fonoforezę (1 W/cm ² , 1 MHz), zaś w trzeciej jonoforezę (3-5 mA, 40 mA/minutę). Zabiegi we wszystkich grupach prowadzono 5 razy na tydzień przez 3 tygodnie	Ocena dolegliwości bólowych – skala VAS, i algometr uciskowy, ocena wskaźników jakości życia i sprawności kończyny – kwestionariusz PRTEE, ocena siły chwytu ręki – dynamometr Pomiary wykonywano przed i po leczeniu	Laseroterapia okazała się skuteczna jedynie w działaniu przeciwbólowym. Najlepszą metodą była jonoforeza, gdyż odnotowano efekt we wszystkich mierzonych parametrach. Fonoforeza była nieefektywna.	Laseroterapia niskoenergetyczna może być pomocna tylko w niwelowaniu dolegliwości bólowych. Jonoforeza poprawia zarówno odczucia nocyceptywne, jak i funkcję kończyny. Fonoforeza nie jest rekomendowana w łokciu tenisisty	Brak obserwacji wyników odległych, brak „zaślepienia” i oszacowania efektu placebo, mała liczebność

Tabela 6. Publikacje z zakresu laseroterapii w zespołach bólowych dolnego odcinka kręgosłupa

Badacze	Cel leczniczy	Material i metody	Narzędzia pomiarowe	Wyniki	Wnioski	Ograniczenia
Oskaraoglu i wsp. 2020 [36]	Porównanie efektywności laseroterapii wysokoenergetycznej i prądów TENS	40 chorych przydzielono losowo do dwóch grup porównawczych HILT (n=20, 12 mężczyzn, 8 kobiet) i TENS (n=20, 9 mężczyzn, 11 kobiet). W grupie HILT stosowano promieniowanie wysokoenergetyczne (1064 nm, 10W), zaś w grupie TENS elektrostymulację (100 μ s, 80 Hz). Zabiegi w obu grupach prowadzono 5 razy na tydzień przez miesiąc. Wszyscy pacjenci jako standardowe leczenie mieli rehabilitację ruchową, ciepłolecznictwo, ultradźwięki	Ocena dolegliwości bólowych – skala VAS, ocena wskaźników jakości życia i sprawności – skala Becka, kwestionariusz Oswestry, ocena zakresu ruchomości – goniometr Pomiary wykonywano przed i po leczeniu	Leczenie okazało się skuteczne w obu grupach. Odnotowano korzystne zmiany przed i po leczeniu we wszystkich mierzonych parametrach (p<0,05). W porównaniach międzygrupowych stwierdzono przewagę leczniczą na korzyść HILT w odniesieniu do TENS (p<0,05 dla zmniejszenia bólu). W pozostałych parametrach nie było różnic	Metody fizykalne (HILT i TENS) są efektywne w terapii dolnego odcinka kręgosłupa. Laseroterapia jest skuteczna zwłaszcza w redukcji bólu, w tym zakresie lepsza od elektroterapii	Brak obserwacji wyników odległych, brak „zaślepienia” i oszacowania efektu placebo, brak innych grup porównawczych z metodami leczniczymi, mała liczebność
Kholoosy i wsp. 2020 [37]	Zbadanie skuteczności laseroterapii niskoenergetycznej	40 chorych (12 mężczyzn, 28 kobiet) przydzielono losowo do dwóch grup porównawczych LLLT (n=20) i quasi LLLT (n=20). W grupie LLLT stosowano promieniowanie niskoenergetyczne (808 nm, 160 mW), zaś w drugiej grupie zabieg pozorowany. Zabiegi prowadzono 3 razy na tydzień przez miesiąc. Wszyscy pacjenci	Ocena dolegliwości bólowych – skala VAS, ocena sprawności – kwestionariusz Roland-Morrisa, ocena zakresu ruchomości - goniometr Pomiary wykonywano przed, po leczeniu	Po leczeniu stwierdzono poprawę kliniczną w obu grupach, aczkolwiek efekt remisji w wynikach odległych utrzymał się jedynie w grupie LLLT, W grupie z zabiegami pozorowanymi nastąpił stopniowy nawrót objawów	Laseroterapia stanowi cenne uzupełnienie farmakoterapii	Stosowanie farmakoterapii wśród pacjentów, brak innych grup porównawczych z metodami leczniczymi, mała liczebność

		przyjmowali leki przeciwbólowe	oraz 3 miesiące od zakończenia projektu			
Rubira i wsp. 2019 [38]	Zbadanie efektywności fotobiomodulacji oraz porównanie skuteczności leczniczej laseroterapii niskoenergetycznej, sonoterapii ciągłej i zmiennej	100 pacjentek przydzielono losowo do czterech grup porównawczych LLLT (n=26), UD ciągłe (n=26), UD zmienne (n=24) oraz kontrolna (n=24). W grupie LLLT stosowano promieniowanie niskoenergetyczne (904 nm, 100 mW), w drugiej grupie ultradźwięki (ciągłe, 1 MHz, 1 W/cm ²), w trzeciej ultradźwięki (zmienne, 3 MHz, 1 W/cm ²), zaś w czwartej chorzy nie otrzymali żadnego leczenia. Przeprowadzono 10 zabiegów w każdej z grup (z wyjątkiem kontrolnej)	Ocena dolegliwości bólowych – skala VAS, kwestionariusz McGilla, ocena sprawności – kwestionariusz Roland-Morrisa Pomiary wykonywano przed i po leczeniu	Wszystkie zastosowane w pracy środki fizykalne okazały się skuteczne. Po zakończeniu badań stwierdzono, że największy efekt przeciwbólowy niesie ze sobą laseroterapia, zaś najbardziej efektywnym środkiem w aspekcie poprawy sprawności funkcjonalnej była sonoterapia o zmiennym przebiegu	Laseroterapia niskoenergetyczna i wybrane przebiegi ultradźwięków są przydatne w terapii zespołów bólowych dolnego odcinka kręgosłupa. Najlepszym działaniem przeciwbólowym charakteryzuje się laseroterapia	Brak obserwacji wyników odległych, brak „zaślepienia”
Tantawy i wsp. 2019 [39]	Zbadanie efektywności fotobiomodulacji oraz porównanie skuteczności leczniczej laseroterapii niskoenergetycznej i sonoterapii	45 chorych przydzielono losowo do trzech grup porównawczych LLLT (n=15, 4 mężczyzn, 11 kobiet), UD (n=15, 5 mężczyzn, 10 kobiet), kontrolna (n=15, 4 mężczyzn, 11 kobiet). W grupie LLLT stosowano promieniowanie niskoenergetyczne (808 nm, 25 mW), drugiej grupie ultradźwięki (1 MHz, 1 W/cm ²), zaś w trzeciej jedynie usprawnianie ruchowe (które było standardowe również we wszystkich grupach). Zabiegi	Ocena dolegliwości bólowych – skala VAS, ocena sprawności – kwestionariusz Oswestry, test 6-minutowego chodu, ocena ruchomości - goniometr Pomiary wykonywano przed i po leczeniu	Po zakończeniu badań odnotowano we wszystkich grupach postęp leczniczy, aczkolwiek największy miał miejsce w grupach LLLT i UD. Największa poprawa ruchomości kręgosłupa była w grupie LLLT (p<0,05). Również w przypadku redukcji bólu promieniowanie laserowe odznaczało się najbardziej znaczącą efektywnością	Zarówno laseroterapia niskoenergetyczna, jak i ultradźwięki są przydatne, lecz LLLT cechuje się największą skutecznością kliniczną	Brak obserwacji wyników odległych, brak „zaślepienia”, mała liczebność

		wykonywano 2 razy na tydzień przez 2 miesiące. Z kolei ćwiczenia ruchowe prowadzono 3 razy na tydzień.				
Taradaj i wsp.2018 [40]	Ocena skuteczności leczniczej oraz porównanie efektywności laseroterapii małej- i dużej mocy	68 chorych przydzielono losowo do czterech grup porównawczych HILT (n=18), quasi HILT (n=17), LLLT (n=16), quasi LLLT (n=17). W grupie HILT stosowano laseroterapię wysokoenergetyczną (1064 nm, 10W), zaś w grupie LLLT stosowano laseroterapię niskoenergetyczną (758 nm, 65 mW). W pozostałych grupach miały miejsce zabiegi pozorowane. Wszyscy chorzy poddani zostali treningowi funkcjonalnemu jako standardowemu programowi. Zabiegi wykonywano 5 razy na tydzień przez 3 tygodnie	Ocena dolegliwości bólowych – skala VAS i Laitinena, ocena sprawności – kwestionariusz Roland-Morrisa i Oswestry, test Schobera i Laseque Pomiary wykonywano przed, po leczeniu oraz 1 i 3 miesiące od zakończenia projektu	Po zakończeniu badania zaobserwowano postęp w czterech grupach pod względem wszystkich mierzonych parametrach. Niestety nie odnotowano przewagi prawdziwych zabiegów nad pozorowanymi na żadnym etapie projektu	Laseroterapia nisko- i wysokoenergetyczna nie są skuteczne w leczeniu zespołów bólowych dolnego kręgosłupa	Mała liczebność
Nambi i wsp. 2018 [41]	Ocena skuteczności leczniczej oraz porównanie efektywności laseroterapii niskiej mocy do technik manualnych	330 chorych przydzielono losowo do trzech grup porównawczych 1 (n=110), 2 (n=110) i 3 (n=110). W pierwszej grupie stosowano manipulacje, laseroterapię (830 nm, 120 mW) i standardowe ćwiczenia ruchowe, w drugiej laseroterapię i ćwiczenia ruchowe, zaś w trzeciej tylko kinezyterapię. Zabiegi prowadzono 3 razy na	Ocena dolegliwości bólowych – skala VAS, ocena sprawności – kwestionariusz Roland-Morrisa, test Schobera, ocena wskaźników jakości życia – kwestionariusze PHQ-9, HRQOL-4 Pomiary	Największa efektywność miała miejsce w pierwszej grupie, zaś nieco gorsza w drugiej. Najlepsze wyniki we wszystkich parametrach odnotowano po samej kinezyterapii	Laseroterapia może być cennym uzupełnieniem standardowej rehabilitacji ruchowej, lecz jest gorsza niż w przypadku technik manualnych. Biostymulacja pozwala głównie na efekt przeciwbólowy	Brak innych metod leczniczych do porównania, brak „zaślepienia”

		tydzień przez miesiąc.	wykonywano przed, po leczeniu oraz 6 i 12 miesiące od zakończenia projektu			
--	--	------------------------	----------------------------------------------------------------------------	--	--	--

Tabela 7. Publikacje z zakresu laseroterapii w leczeniu trudno gojących się ran

Badacze	Cel leczniczy	Material i metody	Narzędzia pomiarowe	Wyniki	Wnioski	Ograniczenia
Tantawy i wsp. 2018 [42]	Ocena skuteczności leczniczej lasera małej mocy o różnych długościach fali w przypadku stopy cukrzycowej	65 chorych (51 mężczyzn, 14 kobiet) zostało losowo przydzielonych do dwóch grup porównawczych LLLT 1 (n=33, średnia wieku 55,31 lat) i LLLT 2 (n=32, średnia wieku 56,12 lat). W pierwszej grupie stosowano naświetlania o krótszej długości fali (632 nm, 20 mW), zaś w drugiej o dłuższej długości fali (904 nm, 20 mW). Zabiegi prowadzono przez miesiąc. W obu grupach stosowano leczenie podstawowe w postaci opatrunków aktywnych	Ocena pola powierzchni rany – planimetria Pomiary wykonywano przed i po leczeniu oraz 8 tygodni od zakończenia projektu	Po zakończeniu leczenia w obu grupach zanotowano skuteczne gojenie ran. Korzystny proces trwał także w obserwacji odległej. Zaobserwowano nieznacznie lepsze (nieznamiennie statystycznie) rezultaty stopnia wygojenia w grupie LLLT 2 (904 nm) niż w LLLT 1 (632 nm) w stosunku 63,7 vs. 56,8% (p>0,05)	Biostymulacja laserowa o różnych długościach fali (632 i 904 nm) może być efektywna w leczeniu stopy cukrzycowej	Brak „zaślepienia” i oszacowania efektu placebo, brak innych grup porównawczych z metodami leczniczymi
Taradaj i wsp. 2018 [43]	Ocena skuteczności leczniczej lasera małej mocy o różnych długościach fali w przypadku odleżyn	67 chorych zostało losowo przydzielonych do czterech grup porównawczych A (n=17, 904 nm), B (n=18, 808 nm), C (n=16, 658 nm) i D (n=17, placebo). We wszystkich grupach prowadzono naświetlania (w grupie D quasi zabiegi) 5 razy na tydzień przez miesiąc. Prowadzono także leczenie podstawowe w postaci właściwego żywienia, pozycji ułożeniowych i opatrunków aktywnych	Ocena pola powierzchni rany oraz analiza odsetka wygojonych przypadków – planimetria, ocena markerów zapalnych i czynników wzrostu – badania laboratoryjne krwi Pomiary wykonywano przed i po leczeniu	Po zakończeniu leczenia we wszystkich grupach zanotowano skuteczne gojenie ran, aczkolwiek jedynie grupa C (658 nm) miała istotną statystycznie przewagę nad grupą z zabiegami pozorowanymi. Postępy w procesie gojenia po naświetlaniach 658 nm korelowały z korzystnymi zmianami cytochemicznymi we krwi	Biostymulacja laserowa o długości fali 658 nm jest skuteczna we wspomaganie gojenia odleżyn, zaś pozostałe czyli 808 i 904 nm nie są pomocne w tym zakresie	Brak obserwacji odległej, brak innych grup porównawczych z metodami leczniczymi, mała liczebność

Vaghardoost i wsp. 2018 [44]	Ocena skuteczności leczniczej lasera małej mocy w przypadku wgajania się przeszczepów skóry po oparzeniach	11 chorych (z 18 ubytkami skóry) po wszczepieniu skingraftów w rany oparzeniowe zostało poddanych naświetlaniom o długości fali 655 nm w wybrane miejsca (150 mW, 2 J/cm ²). W przypadku wszystkich ran stosowano leczenie podstawowe (opatrunki + higiena rany). Ekspozycje LLLT na wybrane rany wykonywano w dniu 0, 5 i 7.	Ocena pola powierzchni rany - planimetria Pomiary wykonywano przed i po leczeniu	Po zakończeniu leczenia we wszystkich grupach zanotowano skuteczne gojenie ran (p<0,01). Natomiast po 7 dniach zaobserwowano istotnie większą redukcję wielkości ubytków po naświetlaniach względem ran, w których miało miejsce tylko leczenie standardowe (p=0,01)	Biostymulacja laserowa o długości fali 655 nm jest skuteczna we wspomaganie wgajania przeszczepów skóry po oparzeniach	Brak obserwacji odległej, brak innych grup porównawczych z metodami leczniczymi, mała liczebność, brak oszacowania efektu placebo i „zaślepienia” aplikacji, brak grup porównawczych – leczenie różnymi środkami u tych samych chorych
De Alencar i wsp. 2018 [45]	Ocena skuteczności leczniczej lasera małej mocy w przypadku stopy cukrzycowej	18 chorych zostało przydzielonych losowo do dwóch grup porównawczych LLLT (n=9, średnia wieku 53,11 lat) oraz kontrolnej (n=9, średnia wieku 48,33 lat). We wszystkich przypadkach stosowano leczenie standardowe wedle strategii TIME z opatrunkami aktywnymi. W pierwszej grupie dodatkowo wykonywano zabiegi laserowe o parametrach – 660 nm, 30 mW, 6 J/cm ² co dwa dni przez 4 tygodnie.	Ocena pola powierzchni rany – planimetria i skala PUSH, ocena bólu – skala VAS, Pomiary wykonywano przed i po leczeniu	Terapia była skuteczna w obu grupach, lecz w analizach międzygrupowych we wszystkich parametrach przeważała LLLT	Promieniowanie laserowe 660 nm jest skutecznym zabiegiem fizykalnym w gojeniu zespołu stopy cukrzycowej, a także wykazuje działanie przeciwbólowe	Brak obserwacji odległej, brak innych grup porównawczych z metodami leczniczymi, mała liczebność, brak oszacowania efektu placebo i „zaślepienia” aplikacji, niezmiernie mała liczebność

Tabela 8. Publikacje z zakresu laseroterapii w przypadkach obrzęku limfatycznego

Badacze	Cel leczniczy	Material i metody	Narzędzia pomiarowe	Wyniki	Wnioski	Ograniczenia
Kilmartin i wsp. 2020 [46]	Zbadanie efektywności biostymulacji laserowej w przypadku wtórnego obrzęku chłonnego po mastektomii	22 pacjentki poddano randomizacji do dwóch grup porównawczych LLLT (n=11, średnia wieku 63,64 lat) i quasi LLLT w formie podwójnie ślepej próby (n=11, średnia wieku 59,60 lat). We wszystkich grupach stosowano kompleksową terapię przeciwobrzękową (ćwiczenia ruchowe, pneumatyczny i manualny drenaż limfatyczny, wielowarstwowe bandażowanie i odzież kompresyjna, edukacja). Dodatkowo w pierwszej grupie wykonywano przez miesiąc naświetlań (904 nm, 15 J/cm ²) okolicy pachowej. W drugiej grupie były zabiegi pozorowane	Ocena rozmiaru obrzęku – perometria, ocena wskaźników jakości życia – kwestionariusz QOL Pomiary wykonywano przed i po leczeniu oraz 12 miesięcy od zakończenia projektu	Stwierdzono, że pod wpływem laseroterapii niskoenergetycznej miała miejsce większa redukcja obrzęku niż w grupie porównawczej – zarówno w obserwacji krótko- jak i długoterminowej. Korzystne rezultaty dotyczyły również dolegliwości bólowych, uczucia ciężkości kończyny i innych wskaźników jakości życia	Biostymulacja laserowa o długości fali 904 nm jest pomocna we wspomaganiu kompleksowej terapii przeciwobrzękowej	Brak innych grup porównawczych z metodami leczniczymi, niewielka liczebność
Akgul i wsp. 2020 [47]	Zbadanie efektywności i porównanie biostymulacji laserowej w stosunku do żelu bogatopłytkowego u chorych z wtórnym obrzękiem kończyny dolnej (obrzęk chłonny z komponentą pourazową i zapalną)	49 chorych poddano randomizacji do trzech grup porównawczych LLLT (n=16), gdzie stosowano laseroterapię (904 nm, przez pierwszy miesiąc raz dziennie, przez kolejne dwa miesiące 2 razy na tydzień), PRP (n=17), gdzie stosowano osocze bogatopłytkowe oraz kontrolna (n=16), gdzie była	Ocena rozmiaru obrzęku – pomiary obwodów kończyny, ocena skalą numeryczną NRS, ocena stanu funkcjonalnego – test chodu 6-minutowy Pomiary	Terapia była skuteczna we wszystkich trzech grupach, niestety w porównaniach międzygrupowych nie odnotowano różnic w badanych wskaźnikach	Biostymulacja laserowa o długości fali 904 nm nie jest użytecznym uzupełnieniem kompleksowej terapii przeciwobrzękowej	Brak szacowania efektu placebo i „zaślepienia” metody, brak analizy wyników odległych, niewielka liczebność

		jedynie kompleksowa terapia przeciwobrzękowa – tak jak w poprzednich grupach.	wykonywano przed i po leczeniu			
Baxter i wsp. 2020 [48]	Ocena skuteczności leczniczej lasera małej mocy w przypadku wtórnego obrzęku chłonnego po raku piersi	17 chorych poddano randomizacji do dwóch grup porównawczych LLLT (n=9), gdzie stosowano laseroterapię (500 mW, 100 mW/cm ² , 980/804 nm w stosunku 80/20% zabiegów przez 6 tygodni) oraz grupa kontrolna (n=8). W przypadku wszystkich pacjentów stosowano kompleksową terapię przeciwobrzękową	Ocena rozmiaru obrzęku – pomiary obwodów kończyny, ocena wskaźników jakości życia i stanu funkcjonalnego – kwestionariusze i diagnoza psychologiczna Pomiary wykonywano przed i po leczeniu oraz 12 tygodni od zakończenia projektu	Terapia była efektywna w obu grupach, lecz nie wystąpiły znamienne statystycznie różnice międzygrupowe	Biostymulacja laserowa o mieszanych aplikacjach długości fali 980 i 804 nm nie jest użytecznym uzupełnieniem kompleksowej terapii przeciwobrzękowej	Brak szacowania efektu placebo i „zaślepienia” metody, brak analizy wyników odległych, niewielka liczebność

Tabela 9. Publikacje z zakresu laseroterapii w zespołach bólowych górnego odcinka kręgosłupa

Badacze	Cel leczniczy	Material i metody	Narzędzia pomiarowe	Wyniki	Wnioski	Ograniczenia
Yilmaz i wsp. 2020 [49]	Porównanie przydatności laseroterapii wysokoenergetycznej w odniesieniu do innych metod leczniczych	40 chorych (18 mężczyzn, 22 kobiety) poddano randomizacji do dwóch grup porównawczych HILT (n=20) i TENS+UD (n=20). W obu grupach stosowano standardową kinezyterapię. W pierwszej grupie dodatkowo wykonywano naświetlania HILT (1064 nm, 8 W, 5 razy na tydzień) na okolicę szyi i splotu ramiennego. W drugiej grupie wykonywano dodatkowo zabiegi TENS (180 μ s, 80 Hz) i ultradźwięków (1 MHz, 1,5 W/cm ²). Leczenie trwało 4 tygodnie	Ocena odczuć bólowych – skala VAS, ocena stanu funkcjonalnego – skala NPADS, ocena ruchomości w stawie ramiennym - goniometr Pomiary wykonywano przed i po leczeniu	Leczenie było korzystne w obu grupach, jednak nie stwierdzono żadnych różnic pomiędzy HILT a TENS+UD (p>0,05) we wszystkich mierzonych aspektach	Laseroterapia wysokoenergetyczna jest tak samo przydatna jak inne metody fizykalne jako leczenie uzupełniające rehabilitację ruchową	Brak oszacowania efektu placebo i próby „zaślepienia” badań, brak obserwacji odległej, niewielka liczebność
Venosa i wsp. 2019 [50]	Porównanie przydatności laseroterapii wysokoenergetycznej w odniesieniu do innych metod leczniczych	84 chorych (32 mężczyzn, 52 kobiety) poddano randomizacji do dwóch grup porównawczych HILT (n=42) i TENS+UD (n=42). W obu grupach stosowano standardową kinezyterapię. W pierwszej grupie dodatkowo wykonywano naświetlania HILT (1064 nm, 3 W, 2 razy na tydzień) na okolicę karku obustronnie. W drugiej grupie wykonywano dodatkowo zabiegi TENS (100 μ s, 70 Hz) i ultradźwięków (1-3 MHz, 1,5 W/cm ²). Leczenie trwało 6 tygodni	Ocena odczuć bólowych – skala VAS, ocena stanu funkcjonalnego – skala NDI, ocena ruchomości w stawie ramiennym - goniometr Pomiary wykonywano przed i po leczeniu	Leczenie było korzystne w obu grupach, jednak odnotowano lepsze działanie przeciwbólowe oraz poprawę zakresu ruchu i stanu czynnościowego w grupie HILT (p<0,05) w stosunku do grupy TENS+UD	Laseroterapia wysokoenergetyczna jest lepsza we wspomaganiu fizjoterapii zespołów bólowych górnego segmentu kręgosłupa niż inne metody fizykalne takie jak TENS i UD	Brak oszacowania efektu placebo i próby „zaślepienia” badań, brak obserwacji odległej

Tabela 10. Publikacje z zakresu laseroterapii w zespole bólu mięśniowo-powięziowego czworobocznego grzbietu

Badacze	Cel leczniczy	Material i metody	Narzędzia pomiarowe	Wyniki	Wnioski	Ograniczenia
Kiraly i wsp. 2018 [51]	Porównanie skuteczności laseroterapii niskoenergetycznej i fali uderzeniowej	61 chorych poddano randomizacji do dwóch grup porównawczych LLLT (n=31) i ESWT (n=30). W pierwszej grupie wykonywano naświetlania laserowe (800 nm, 3-9 J/cm ² codziennie przez 15 dni). W drugiej grupie wykonywano zabiegi zogniskowanej ESWT (1000 impulsów, 0,25 mJ/mm ² 3 razy co kilka dni w trakcie leczenia)	Ocena odczuć bólowych – skala VAS, ocena stanu funkcjonalnego – skala NDI Pomiary wykonywano przed i po leczeniu	Leczenie było korzystne w obu grupach, aczkolwiek fala uderzeniowa odznaczała się większym efektem przeciwbólowym. Znamiennie statystycznie lepiej poprawiała stan czynnościowy	Biostymulacja laserowa może być pomocna, lecz w stosunku do zogniskowanej fali uderzeniowej niesie z sobą gorszy efekt kliniczny	Brak oszacowania efektu placebo i próby „zaślepienia” badań, brak obserwacji odległej

Tabela 11. Publikacje z zakresu laseroterapii w zespole ciasnoty podbarkowej

Badacze	Cel leczniczy	Materiał i metody	Narzędzia pomiarowe	Wyniki	Wnioski	Ograniczenia
Badil Guloglu 2020 [52]	Porównanie skuteczności laseroterapii niskoenergetycznej i fali uderzeniowej	71 chorych poddano randomizacji do dwóch grup porównawczych LLLT (n=37) i ESWT (n=43). W pierwszej grupie wykonywano naświetlania laserowe (1064 nm, 35 J na zabieg, 5 razy na tydzień przez 3 tygodnie). W drugiej grupie wykonywano zabiegi zogniskowanej ESWT (1500 impulsów, 0,12 mJ/mm ² , raz w tygodniu przez 3 tygodnie)	Ocena odczuć bólowych – skala VAS, ocena stanu funkcjonalnego i jakości życia – skala SPADI, Becka, SF-36, PSQI Pomiary wykonywano przed i po leczeniu oraz 3 miesiące od zakończenia eksperymentu	Leczenie było skuteczne w obu grupach. Porównania międzygrupowe wskazały na przewagę ESWT nad LLLT, zwłaszcza w wynikach długofalowych – stan funkcjonalny i wskaźniki jakości życia. Laseroterapia okazała się efektywna (lecz w mniejszym stopniu niż fala uderzeniowa) w działaniu przeciwbólowym	Laseroterapia małej mocy ma korzystny wpływ - zwłaszcza przeciwbólowy - w krótkoterminowej obserwacji (choć w nieco mniejszym stopniu niż ESWT)	Brak oszacowania efektu placebo i próby „zaślepienia” badań

Tabela 12. Publikacje z zakresu laseroterapii w tendinopatii stożka rotatorów

Badacze	Cel leczniczy	Material i metody	Narzędzia pomiarowe	Wyniki	Wnioski	Ograniczenia
Elsodany i wsp. 2018 [53]	Określenie skuteczności laseroterapii wysokoenergetycznej	60 chorych poddano randomizacji do dwóch grup porównawczych HILT (n=20) i quasi HILT (n=20). W pierwszej grupie wykonywano naświetlania laserowe (1064 nm, 10,5 W, 3 razy na tydzień przez miesiąc). W drugiej grupie wykonywano zabieg pozorowany. Wszyscy chorzy otrzymali również standardową rehabilitację ruchową	Ocena odczuć bólowych – skala VAS, ocena stanu funkcjonalnego – kwestionariusz SPADI, ocena ruchomości w stawie ramiennym - goniometr Pomiary wykonywano przed i po leczeniu oraz 3 i 6 miesięcy od zakończenia eksperymentu	Po zakończeniu badań, zarówno w wynikach wczesnych, jak i odległych zanotowano większą poprawę wszystkich mierzonych wskaźników w grupie HILT (p<0,001)	Laseroterapia dużej mocy skutecznie wspomaga leczenie objawów schorzenia (zwłaszcza wykazuje silny efekt przeciwbólowy)	Brak innych grup porównawczych, niewielka liczebność

Tabela 13. Publikacje z zakresu laseroterapii w leczeniu ostrogi piętowej

Badacze	Cel leczniczy	Material i metody	Narzędzia pomiarowe	Wyniki	Wnioski	Ograniczenia
Yesil i wsp. 2020 [54]	Określenie skuteczności laseroterapii wysokoenergetycznej	42 chorych poddano randomizacji do dwóch grup porównawczych HILT (n=22) i quasi HILT (n=22). W pierwszej grupie wykonywano naświetlania laserowe (1064 nm, 10,5 W, 5 razy na tydzień przez 3 tygodnie). W drugiej grupie wykonywano zabieg pozorowany. Wszyscy chorzy otrzymali również standardową rehabilitację ruchową	Ocena odczuć bólowych – skala VAS, ocena stanu funkcjonalnego – kwestionariusze RMS i FAOS, ocena wskaźników jakości życia - kwestionariusz SF-36 Pomiary wykonywano przed i po leczeniu oraz 4 i 12 tygodni od zakończenia badań	Zanotowano postęp leczniczy w obu grupach. Niestety w porównaniach międzygrupowych nie zaobserwowano znamienych różnic	Laseroterapia dużej mocy nie jest efektywnym zabiegiem fizykalnym w przypadku ostrogi piętowej	Brak innych grup porównawczych, niewielka liczebność

Tabela 14. Publikacje z zakresu laseroterapii w leczeniu zapalenia rozciężna podszwowego

Badacze	Cel leczniczy	Materiał i metody	Narzędzia pomiarowe	Wyniki	Wnioski	Ograniczenia
Naruseviciute i Kubilius 2020 [55]	Porównanie laseroterapii nisko- i wysokoenergetycznej	102 pacjentów przydzielono losowo do dwóch grup – HILT (n=51, 1064 nm, 12 W, 120 J/cm ²) i LLLT (n=51, 785 nm, 50 mW, 4 J/cm ²). Zabiegi w obu grupach wykonywane były 3 razy na tydzień przez 3 tygodnie (8 zabiegów w sumie)	Ocena bólu – skala VAS, ocena samozadowolenia z terapii – autorska ankieta Pomiary wykonywano przed i po leczeniu	Nie stwierdzono istotnych różnic międzygrupowych (działanie przeciwbólowe), z wyjątkiem badań ankietowych – na korzyść HILT	Badacze wstrzymują się od jednoznacznych wniosków – potrzeba większej liczby badań	Brak innych grup porównawczych z metodami leczniczymi, brak oszacowania efektu placebo, brak analizy typu <i>follow up</i>
Ordahan i wsp. 2019 [56]	Porównanie laseroterapii nisko- i wysokoenergetycznej	70 pacjentów przydzielono losowo do dwóch grup – HILT (n=35, 1064 nm) i LLLT (n=35, 904). Zabiegi w obu grupach wykonywane były 3 razy na tydzień przez 3 tygodnie	Ocena bólu – skala VAS, ocena stanu funkcjonalnego – wskaźnik FFI Pomiary wykonywano przed i po leczeniu	Odnotowano korzystne wyniki lecznicze w obu grupach, jednak analiza międzygrupowa wskazała na znamienne przewagę HILT	Laseroterapia wysokoenergetyczna jest skuteczniejsza niż fotobiomodulacja	Brak innych grup porównawczych z metodami leczniczymi, brak oszacowania efektu placebo, brak analizy typu <i>follow up</i>
Takla i Rezk 2019 [57]	Zbadanie połączonego wpływu laseroterapii średnioenergetycznej o różnych długościach i fali uderzeniowej	120 pacjentów przydzielono losowo do czterech grup – HILT+ESWT (n=30, 950, 850 i 670 nm + 2000 impulsów i 0,28 mJ/mm ²), ESWT (n=30), HILT (n=30) i quasi HILT (n=30). Leczenie trwało przez 3 tygodnie	Ocena bólu – skala VAS, ocena stanu funkcjonalnego – wskaźnik FFI Pomiary wykonywano przed i po leczeniu oraz 12 tygodni od zakończenia terapii	Leczenie było efektywne we wszystkich grupach, jednak wyniki krótko- i długoterminowe okazały się najlepsze po połączeniu HILT i ESWT	Laseroterapia jest skutecznym uzupełnieniem zogniskowanej fali uderzeniowej w schorzeniu	Brak innych grup porównawczych z metodami leczniczymi
Cinar i wsp. 2018 [58]	Ocena skuteczności leczniczej lasera małej mocy	49 chorych zostało przydzielonych losowo do dwóch grup – LLLT	Ocena bólu i stanu funkcjonalnego – kwestionariusz	Laseroterapia okazała się skuteczna zwłaszcza w niwelowaniu dolegliwości	Laseroterapia niskoenergetyczna stanowi efektywne	Brak innych grup porównawczych z metodami

		(n=27, 850 nm, 50 mW, 3 zabiegi na tydzień przez 3 tygodnie) i kontrolnej (n=22). W obu grupach stosowano leczenie podstawowe – zaopatrzenie ortopedyczne i usprawnianie ruchowe	<p>AOFAS-F</p> <p>Pomiary wykonywano przed i po leczeniu oraz 3 miesiące od zakończenia terapii</p>	<p>bólowy ($p=0,03$ po 3 miesiącach w stosunku do grupy kontrolnej). Również rezultaty czynnościowe były lepsze pod wpływem LLLT</p>	uzupełnienie standardowego programu leczenia	<p>lecznictwami, brak oszacowania efektu placebo, niewielka liczebność</p>
--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------

Tabela 15. Publikacje z zakresu laseroterapii u chorych po niedokrwiennym udarze mózgu

Badacze	Cel leczniczy	Material i metody	Narzędzia pomiarowe	Wyniki	Wnioski	Ograniczenia
Casalechi i wsp. 2020 [59]	Określenie skuteczności laseroterapii małej mocy w połączeniu z polem magnetycznym	12 chorych losowo poddano aplikacji połączonego działania fotobiomodulacji i statycznego pola magnetycznego i niskiej indukcji (pozorowana, 1, 10, 30, 50 J na punkt naświetlania). Naświetlano 9 punktów na okolice prostowników kolana oraz 6 punktów na zginacze stawu.	Ocena stanu funkcjonalnego – test chodu 6 minut Pomiary wykonywano przed i zabiegach	Zanotowano istotną poprawę czynności kończyny dolnej po aplikacji 30 J (wyrażoną w teście chodu $p < 0,05$) w stosunku do pozostałych aplikacji	Laseroterapia w połączeniu z polem magnetycznym o niskiej indukcji mogą być przydatne u pacjentów po udarze mózgu	Brak innych grup porównawczych, brak analizy <i>follow up</i> , bardzo niewielka liczebność

Tabela 16. Publikacje z zakresu laseroterapii u pacjentek z wysiłkowym nietrzymaniem moczu

Badacze	Cel leczniczy	Material i metody	Narzędzia pomiarowe	Wyniki	Wnioski	Ograniczenia
Blaganje i wsp. 2018 [60]	Określenie skuteczności laseroterapii wysokoenergetycznej	115 pacjentek zostało przydzielonych na zasadzie randomizacji do dwóch grup – HILT (n=57, 2940 nm, 10 J/cm ²), gdzie wykonywano jedną 20-minutową sesję zabiegową oraz quasi HILT (n=57), w której wykonano procedurę pozorowaną.	Ocena stanu czynnościowego i funkcji seksualnych – kwestionariusze UCIQ-UI SF, PISQ 12, FSFI Pomiary wykonywano przed i po zabiegu oraz 3 miesiące później	HILT okazał się skuteczny w odniesieniu do zabiegów pozorowanych (UCIQ-UI SF, p <0,001; PISQ, p=0,014; FSFI, p=0,025)	Laseroterapia wysokoenergetyczna może być cennym zabiegiem fizykalnym w terapii nietrzymania moczu	Brak innych grup porównawczych

Tabela 17. Publikacje z zakresu laseroterapii w chorobie zwyrodnieniowej stawu kolanowego

Badacze	Cel leczniczy	Material i metody	Narzędzia pomiarowe	Wyniki	Wnioski	Ograniczenia
Vassao i wsp. 2020 [61]	Zbadania efektywności laseroterapii niskoenergetycznej	34 chorych poddano randomizacji do dwóch grup porównawczych LLLT (n=17) i quasi LLLT (n=16). W obu grupach stosowano standardową kinezyterapię. W pierwszej grupie dodatkowo wykonywano naświetlania LLLT (808 nm, 2 razy na tydzień przez 2 miesiące). W drugiej grupie prowadzono zabiegi pozorowane	Ocena stanu funkcjonalnego – kwestionariusz WOMAC, ocena posturograficzna Pomiary wykonywano przed i po leczeniu	Po zakończeniu leczenia nie odnotowano znamienych różnic międzygrupowych w badanych parametrach	Laseroterapia niskoenergetyczna nie stanowi udokumentowanego uzupełniania standardowej kinezyterapii	Brak obserwacji odległej, brak innych metod leczniczych do porównania w ramach eksperymentu, niewielka liczebność
Nazari i wsp. 2019 [62]	Porównanie laseroterapii wysokoenergetycznej do innych metod leczniczych	93 chorych poddano randomizacji do trzech grup porównawczych HILT (n=31), TENS+UD (n=30), rehabilitacji (n=30). W pierwszej grupie wykonywano naświetlania HILT (1064 nm, 5 W), w drugiej grupie wykonywano zabiegi TENS (50-100 μ s, 100 Hz) i ultradźwięków (1 MHz, 1 W/cm ²), zaś w trzeciej grupie usprawnianie ruchowe.	Ocena bólu – skala VAS, ocena stanu funkcjonalnego – kwestionariusz WOMAC, test 6-minutowego chodu Pomiary wykonywano przed i po leczeniu oraz 12 tygodni od zakończenia terapii	Najlepsze rezultaty spośród stosowanych metod uzyskano w grupie HILT (również wyniki z obserwacji długofalowej potwierdziły niniejszy stan)	Laseroterapia wysokoenergetyczna jest efektywnym uzupełnieniem rehabilitacji ruchowej	Brak oszacowania efektu placebo i próby „zaślepienia” badań
Paolillo i wsp. 2018 [63]	Zbadanie efektywności łącznego działania laseroterapii małej mocy i sonoterapii	42 chorych poddano randomizacji do trzech grup porównawczych LLLT+UD+kinezyterapia, LLLT+UD, placebo (z symulowanymi zabiegami fizykalnymi i bez ćwiczeń ruchowych).	Ocena bólu – algometr uciskowy, stan funkcjonalny – test krzeselkowy Pomiary wykonywano przed i po leczeniu oraz 12 tygodni od zakończenia terapii	Najkorzystniejsze efekty kliniczne były w grupach fizykalnych (z rehabilitacją i bez kinezyterapii)	Łączne działanie LLLT i ultradźwięków jest pomocne w tym schorzeniu	Brak oszacowania efektu placebo i próby „zaślepienia” badań, mała liczebność

Tabela 18. Publikacje z zakresu laseroterapii w zespole cieśni nadgarstka

Badacze	Cel leczniczy	Material i metody	Narzędzia pomiarowe	Wyniki	Wnioski	Ograniczenia
Gavish i wsp. 2020 [64]	Zbadania efektywności laseroterapii nisko- i wysokoenergetycznej w zależności od dawki	98 chorych poddano randomizacji do czterech grup porównawczych. – LLLT niska dawka, LLLT duża dawka, HILT małą dawka, HILT duża dawka. W przypadku wszystkich pacjentów stosowano kinezyterapię. Leczenie trwało 3 tygodnie	Ocena czynności bioelektrycznej nerwu - EMG Pomiary wykonywano przed i po leczeniu	Po zakończeniu leczenia odnotowano najlepsze wyniki po HILT - 1,6 W, 8 J/cm ²	Laseroterapia wysokoenergetyczna o niskich dawka jest zalecana do odtworzenia czynności bioelektrycznej w schorzeniu	Brak obserwacji odległej, brak innych metod leczniczych do porównania w ramach eksperymentu, niewielka liczebność

3.2.3. Ocena jakości badań

Szczegółowe dane dotyczące jakości metodologicznej przytaczanych prac przedstawiono w tabeli 19. Średnia punktów wedle skali *PEDro* wszystkich ocenianych artykułów wyniosła 6,0.

Tabela 19. Streszczenie punktacji *PEDro* publikacji włączonych do przeglądu systematycznego

Wynik	Liczba artykułów
1/10	0 prac
2/10	0 prac
<u>3/10</u>	<u>2 prace</u>
<u>4/10</u>	<u>2 prace</u>
<u>5/10</u>	<u>5 prac</u>
<u>6/10</u>	<u>12 prac</u>
<u>7/10</u>	<u>8 prac</u>
<u>8/10</u>	<u>2 prace</u>
9/10	0 prac
<u>10/10</u>	<u>1 praca</u>

W przypadku prac dotyczących leczenia zespołu łokcia tenisisty średnia punktacja wedle *PEDro* wyniosła 5,66.

Dokładnie podobny rezultat (5,66 punktów) miał miejsce dla doniesień z zakresu dolnego odcinka kręgosłupa – zaś praca jednoznacznie krytyczna wobec przydatności laseroterapii w tej grupie schorzeń wykazała 6 punktów.

Jeśli chodzi o możliwości stosowania promieniowania laserowego w leczeniu trudno gojących się ran to średnia punktacja randomizowanych badań klinicznych wyniosła 5,75.

W obrzęku limfatycznym średnia w skali *PEDro* to 6,33 punktów. Co ciekawe, prace krytyczne wobec tego czynnika fizykalnego zdobyły 6,5 punktów, zaś artykuł mówiący o pozytywnym oddziaływaniu laseroterapii 6,0 punktów.

Dla wykorzystania światła laserowego u chorych z dolegliwościami bólowymi górnego segmentu kręgosłupa punktacja *Physiotherapy Evidence Database* wyniosła jedynie 4,5.

Z kolei dla bólu mięśniowo-powięziowego mięśnia czworobocznego nota dla publikacji wyniosła tylko 3,0 punkty.

Dla zespołu cieśni podbarkowej wartość randomizowanego badania klinicznego to 6,0 punktów, a dla pracy związanej z tendinopatią stożka rotatorów 5,0 punktów.

W przypadku laseroterapii w leczeniu ostrogi piętowej walory metodyczne artykułu zostały ocenione na 7,0 punktów.

Natomiast średnia punktacja prac w zapaleniu rozciągna podszwowego wyniosła 7,0. Publikacja krytyczna wobec zabiegów laseroterapii miała 6,0 punktów, zaś pozostałe (stosunkowo pozytywne) doniesienia wykazały 7,33 punktów.

Jedyna i pionierska praca odnośnie możliwości stosowania promieniowania laserowego u pacjentów po udarze mózgu osiągnęła aż 10,0 punktów w skali *PEDro*. Zaś w przypadku wysiłkowego nietrzymania moczu odnotowano dla przedstawionego artykułu 7,0 punktów.

W przypadku gonartrozy średnia punktacja wedle wskazań *Physiotherapy Evidence Database* wyniosła 6,0. Praca krytyczna w tej tematyce była oceniona na 8,0 punktów, natomiast doniesienia świadczące o pozytywnym efekcie klinicznym na 5,0 punktów.

Z kolei dla zespołu cieśni nadgarstka wykazano 7,0 punktów.

3.3. Ograniczenia i słabości przeglądu

Główną słabością niniejszego przeglądu systematycznego jest brak zaślepienia w trakcie analizy krytycznej omawianych publikacji z uwagi na fakt, iż prezentowane opracowanie nie jest zorganizowanym dziełem wieloautorskim, lecz w całości pracą jednego badacza. Z pewnością ograniczenie niesie ze sobą większe ryzyko subiektywizmu niż w przypadku niezależnej oceny przez kilka osób poddanych procesowi zaślepienia (zwłaszcza że autor był zmuszony ze względu na niniejszą tematykę włączyć do analizy także dwie własne prace [40, 43]). Dlatego tak istotne jest prowadzenie dalszych pogłębionych przeglądów przez inne zespoły. W takim wypadku przedstawiane treści byłyby bardziej wyważoną wypadkową tych analiz, co znamienne wpłynęłoby na zwiększenie obiektywizmu.

3.4. Podsumowanie

W świetle przeprowadzonego przeglądu systematycznego można jednoznacznie stwierdzić, że przedstawiona problematyka charakteryzuje się znamieną popularnością w reprezentatywnych wyszukiwarkach medycznych. Autorzy publikują wiele randomizowanych

badan klinicznych z tego zakresu, co z pewnością napawa optymizmem iż w niedalekiej przyszłości poznamy prawdę dotyczącą przydatności laseroterapii w wybranych schorzeniach.

Z pewnością mankamentem wciąż jest jakość naukowa prezentowanych doniesień, co znajduje wedle skali *Physiotherapy Evidence Database* odzwierciedlenie w średniej nocie za walory metodologiczne (6 punktów). Dlatego też nadal zastanawiająca jest istotna rozpiętość w punktacji, gdyż coraz częściej można napotkać w piśmiennictwie na artykuły o wartości od 8 do nawet 10/10 punktów w skali *PEDro*, aczkolwiek wiele prac wykazuje tylko 3 lub 4 punkty. Trzeba przyznać, iż mimo ogromnego postępu wciąż duża liczba autorów nie stosuje „zaślepienia”, obserwacji wyników odległych, organizacji wielu grup porównawczych, szacowania odpowiednio licznej i reprezentatywnej populacji (tzw. *sample size*) oraz wykorzystania obiektywnych narzędzi pomiarowych.

Słabością, która znacząco utrudnia wyciągnięcie przejrzystych i bezbłędnych wniosków staje się fakt istnienia wielu sprzeczności w zestawianych pracach. Wyniki badań pochodzące z różnych ośrodków, a dotyczące tych samych zagadnień nieraz się wykluczają.

Na obecną chwilę wydaje się, że nadal problemem jest przede wszystkim ustalenie jednoznacznych parametrów technicznych i zabiegowych, szczegółowej metodyki aplikacji światła laserowego, wielkości dawek, doboru programu terapeutycznego. Ograniczenia te powodują, iż wobec braku jednolitego algorytmu postępowania badacze stosują bardzo różnorodne rozwiązania lecznicze, co niestety prowadzi do sprzecznych efektów klinicznych i uniemożliwia wiarygodną i wyważoną ocenę w przeglądach systematycznych.

W odczuciu autora niniejszego opracowania – mimo pewnego rozgardiaszu dotyczącego stanu wiedzy - można jednak pokusić się o kilka spostrzeżeń, choć pewnie rozczarują one czytelnika który miał nadzieję na bardziej przełomowe przemyślenia i podanie gotowych algorytmów postępowania dla praktyka. Niestety na to jest wciąż za wcześnie.

Po pierwsze, chyba większe nadzieje należy wiązać z laseroterapią wysokoenergetyczną niż fotobiomodulacją. Z przeglądu badań klinicznych (mimo oczywiście faktu istnienia również wstrzemięźliwych w swoich ustaleniach i niejednoznacznych doniesień) zdaje się wynikać, że stosowanie większych mocy wiązki elektromagnetycznej może prowadzić do lepszych efektów terapeutycznych. W ogóle chyba trzeba przyznać, iż przyszłość metod fizykalnych to bodźce wysokoenergetyczne. Po drugie, najbardziej wiarygodnym zjawiskiem leczniczym laseroterapii staje się działanie analgetyczne. Duża liczba badaczy zwraca uwagę właśnie na przydatność biostymulacji laserowej w uzyskaniu skutku przeciwbólowego (zwłaszcza krótkotrwałego). W tym aspekcie – mimo różnorodności w stosowaniu dawek, parametrów zabiegowych, innej metodyki - ma miejsce w większości

prac udokumentowany kompromis. Po trzecie, trudno ustalić – może z wyjątkiem leczenia trudno gojących się ran – na chwilę obecną jednokierunkową rekomendację. Staje się to niemożliwe wobec sprzecznych doniesień. Po czwarte, należy prowadzić dalsze randomizowane badania kliniczne, jednak koniecznie z podwójnie (a nawet potrójnie) ślepią próbą, analizą rezultatów odległych i szacowaniem mocy testu statystycznego w oparciu o liczebność próby (*sample size*), gdyż w literaturze istnieje bardzo dużo prac, jednak brakuje tych o najwyższych walorach metodologicznych. Reasumując, nie potrzeba wielu badań – te już istnieją - zaś niezbędne są tylko „wysublimowane” metodologicznie, gdyż one właśnie pozwolą nam poznać ostatecznie prawdę.

4. Wnioski końcowe

Poniższe wnioski zostały ustalone w oparciu o zalecenia *EBP* (Tabele 1-3, s. 3-4):

1. Schorzenia narządu ruchu (laseroterapia w dysfunkcjach mięśniowo-szkieletowych)
 - a) Poziom dowodu naukowego (2)
 - b) Siła dowodu naukowego (B)
 - c) Rekomendacja (**Raczej wykonuj, lecz bardziej jako terapię alternatywną i/lub wspomagającą - słaba rekomendacja dla danej procedury**)

Komentarz autora: Stworzenie algorytmów postępowania dla poszczególnych jednostek chorobowych w tym zakresie jest na obecną chwilę niemożliwe. Potrzeba większej liczby dobrze zaplanowanych randomizowanych badań klinicznych oraz szczegółowych wytycznych *Cochrane* dla danego schorzenia. Natomiast można przyjąć kilka ustaleń. Promieniowanie laserowe nie powinno stanowić pierwszoplanowego leczenia, lecz może być (wobec braku działań niepożądanych, także w przypadku właściwego stosowania dużych dawek) metodą uzupełniającą ćwiczenia ruchowe i techniki manualne (zwłaszcza jeśli celem staje się uzyskanie krótkotrwałego efektu przeciwbólowego). Biostymulacja laserowa może być pomocnym i alternatywnym czynnikiem dla innych zabiegów fizykalnych, gdyż wykazuje nieraz zbliżoną skuteczność kliniczną (patrz rozdział „Przegląd systematyczny z randomizowanych badań klinicznych – opracowanie własne”). Należy stopniowo odchodzić od laseroterapii nisko- na rzecz wysokoenergetycznej, która – jak się wydaje – stwarza więcej możliwości terapeutycznych (patrz podrozdział „Publikacje z listy filadelfijskiej” i rozdział „Przegląd systematyczny z randomizowanych badań klinicznych – opracowanie własne”). Podejmując decyzję o korzystaniu z laseroterapii trzeba pamiętać o właściwościach fizycznych bodźca i głębokości penetracji w tkankach miękkich, gdyż na granicy z tkanką kostno-stawową dochodzi do niemal całkowitego odbicia. Stąd zupełnie innych efektów można się spodziewać dokonując aplikacji w obrębie entezopatii, a innych działając na struktury „twarde”. Oznacza to, że zasady *Evidence Based Physiotherapy* nie zwalniają z przytomnego myślenia i znajomości podstaw fizycznych czynników fizykalnych.

2. Trudno gojące się rany
 - a) Poziom dowodu naukowego (2)
 - b) Siła dowodu naukowego (B)
 - c) Rekomendacja (**Wykonuj! silna rekomendacja dla danej procedury**)

Komentarz autora: Z analizy piśmiennictwa wyraźnie wynika, że laseroterapia o długości fal 630-660 nm jest bardzo skuteczna w leczeniu odleżyn i stopy cukrzycowej, a także wgajania się przeszczepów skórnych po oparzeniach. Właśnie dla tych parametrów zabiegowych jest powyższa rekomendacja. Natomiast inne popularne długości fal w zakresie podczerwieni 810, 830, 904 i 940 nm wydają się nieefektywne.

3. Obrzęk limfatyczny

- a) Poziom dowodu naukowego (2)
- b) Siła dowodu naukowego (B)
- c) Rekomendacja (**Brak jakiegokolwiek rekomendacji, ewentualnie raczej wykonuj, lecz bardziej jako terapię alternatywną i/lub wspomagającą**)

Komentarz autora: Doniesienia stoją z sobą w sprzeczności, stąd jedyne uzasadnienie dla potencjalnego wykorzystania – wobec brak jednoznacznej rekomendacji na własną odpowiedzialność terapeuty – to próba uzyskania efektu przeciwbólowego (jeśli jest to celem leczenia przeciwobrzękowego i inne składowe kompleksowej terapii nie spełniają pod tym względem pokładanych nadziei).

4. Nietrzymanie moczu

Komentarz autora: Brak możliwości rzetelnej oceny. Potrzeba większej liczby prac naukowych, choć pilotażowe rezultaty (zwłaszcza z laseroterapii wysokoenergetycznej) wydają się obiecujące.

5. Schorzenia neurologiczne

Komentarz autora: Brak możliwości rzetelnej oceny. Potrzeba większej liczby prac naukowych.

5. Piśmiennictwo

1. Low level laser therapy (Classes I, II and III) for treating rheumatoid arthritis. Brosseau L, Robinson V, Wells G, Debie R, Gam A, Harman K, Morin M, Shea B, Tugwell P. *Cochrane Database Syst Rev.* 2005 Oct 19;(4):CD002049.
2. Low level laser therapy for treating tuberculosis. Vlassov VV, MacLehose HG. *Cochrane Database Syst Rev.* 2006 Apr 19;2006(2):CD003490.
3. Low level laser therapy for nonspecific low-back pain. Yousefi-Nooraie R, Schonstein E, Heidari K, Rashidian A, Pennick V, Akbari-Kamrani M, Irani S, Shakiba B, Mortaz Hejri SA, Mortaz Hejri SO, Jonaidi A. *Cochrane Database Syst Rev.* 2008.
4. Low - level laser therapy for carpal tunnel syndrome. Rankin IA, Sargeant H, Rehman H, Gurusamy KS. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2017, Issue 8. Art. No.: CD012765.
5. Interventions for acne scars. Abdel Hay R, Shalaby K, Zaher H, Hafez V, Chi CC, Dimitri S, Nabhan AF, Layton AM. *Cochrane Database Syst Rev.* 2016 Apr 3;4(4):CD011946.
6. Acupuncture and related interventions for smoking cessation. White AR, Rampes H, Liu JP, Stead LF, Campbell J. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2014, Issue 1. Art. No.: CD000009.
7. Acupuncture for schizophrenia. Shen X, Xia J, Adams CE. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2014, Issue 10. Art. No.: CD005475.
8. Acupuncture for depression. Smith CA, Armour M, Lee MS, Wang LQ, Hay PJ. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2018, Issue 3. Art. No.: CD004046.
9. Acupuncture and related interventions for the treatment of symptoms associated with carpal tunnel syndrome. Choi GH, Wieland LS, Lee H, Sim H, Lee MS, Shin BC. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2018, Issue 12. Art. No.: CD011215.
10. Non - pharmacological interventions for alleviating pain during orthodontic treatment. Fleming PS, Strydom H, Katsaros C, MacDonald LCI, Curatolo M, Fudalej P, Pandis N. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2016, Issue 12. Art. No.: CD010263.
11. Phototherapy for treating pressure ulcers. Chen C, Hou WH, Chan ESY, Yeh ML, Lo HLD. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2014, Issue 7. Art. No.: CD009224.

12. Electrotherapy modalities for adhesive capsulitis (frozen shoulder). Page MJ, Green S, Kramer S, Johnston RV, McBain B, Buchbinder R. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2014, Issue 10. Art. No.: CD011324.
13. Electrotherapy modalities for rotator cuff disease. Page MJ, Green S, Mrocki MA, Surace SJ, Deitch J, McBain B, Lyttle N, Buchbinder R. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2016, Issue 6. Art. No.: CD012225.
14. Acupuncture for treating acute ankle sprains in adults. Kim T, Lee M, Kim K, Kang J, Choi T, Ernst E. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2014, Issue 6. Art. No.: CD009065.
15. An Update of Systematic Reviews Examining the Effectiveness of Conservative Physical Therapy Interventions for Subacromial Shoulder Pain. Pieters L, Lewis J, Kuppens K, Jochems J, Bruijstens T, Joossens L, Struyf F. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2020 Mar;50(3):131-141.
16. Low-level laser therapy for carpal tunnel syndrome: systematic review and network meta-analysis. Cheung WKW, Wu IXY, Sit RWS, Ho RST, Wong CHL, Wong SYS, Chung VCH. *Physiotherapy.* 2020 Mar;106:24-35.
17. Effect of Low- Level Laser Therapy on Bone Regeneration of Critical-Size Bone Defects: A Systematic Review of In Vivo Studies and Meta-Analysis. Kheiri A, Amid R, Kheiri L, Namdari M, Mojahedi M, Kadkhodazadeh M. *Arch Oral Biol.* 2020 May 28;117:104782.
18. Photobiomodulation with low-level laser therapy for treating Achilles tendinopathy: a systematic review and meta-analysis. Martimbianco ALC, Ferreira RES, Latorraca COC, Bussadori SK, Pacheco RL, Riera R. *Clin Rehabil.* 2020 Jun;34(6):713-722.
19. Clinical management of tendinopathy: A systematic review of systematic reviews evaluating the effectiveness of tendinopathy treatments. Irby A, Gutierrez J, Chamberlin C, Thomas SJ, Rosen AB. *Scand J Med Sci Sports.* 2020 Jun 2. doi: 10.1111/sms.13734.
20. Comparative Efficacy and Safety of Nonsurgical Treatment Options for Enthesopathy of the Extensor Carpi Radialis Brevis: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Placebo-Controlled Trials. Lian J, Mohamadi A, Chan JJ, Hanna P, Hemmati D, Lechtig A, Nazarian A. *Am J Sports Med.* 2019 Oct;47(12):3019-3029.
21. The effects of counterforce brace on pain in subjects with lateral elbow tendinopathy: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Shahabi S,

- Bagheri Lankarani K, Heydari ST, Jalali M, Ghahramani S, Kamyab M, Tabrizi R, Hosseinabadi M. *Prosthet Orthot Int*. 2020 Jul 8:309364620930618.
22. Efficacy of low-level laser therapy on management of Bell's palsy: a systematic review. Javaherian M, Attarbashi Moghaddam B, Bashardoust Tajali S, Dabbaghipour N. *Lasers Med Sci*. 2020 Apr 21. doi: 10.1007/s10103-020-02996-2.
23. Efficacy of Low-Level Laser Therapy for the Therapeutic Management of Neuropathic Orofacial Pain: A Systematic Review. De Pedro M, López-Pintor RM, de la Hoz-Aizpurua JL, Casañas E, Hernández G. *J Oral Facial Pain Headache*. 2020 Winter;34(1):13–30.
24. A Systematic Review and Meta-Analysis of the Effects of Low-Level Laser Therapy in the Treatment of Diabetic Foot Ulcers. Santos CMD, Rocha RBD, Hazime FA, Cardoso VS. *Int J Low Extrem Wounds*. 2020 May 12:1534734620914439.
25. Low-level laser therapy in the treatment of pressure ulcers: systematic review. Machado RS, Viana S, Sbruzzi G. *Lasers Med Sci*. 2017 May;32(4):937-944.
26. Low level laser therapy (Photobiomodulation therapy) for breast cancer-related lymphedema: a systematic review. Baxter GD, Liu L, Petrich S, Gisselman AS, Chapple C, Anders JJ, Tumilty S. *BMC Cancer*. 2017 Dec 7;17(1):833.
27. Effectiveness of low-level laser therapy for oral mucositis prevention in patients undergoing chemoradiotherapy for the treatment of head and neck cancer: A systematic review and meta-analysis. De Lima VHS, de Oliveira-Neto OB, da Hora Sales PH, da Silva Torres T, de Lima FJC. *Oral Oncol*. 2020 Feb 13;102:104524.
28. Photobiomodulation and salivary glands: a systematic review. Sousa AS, Silva JF, Pavesi VCS, Carvalho NA, Ribeiro-Júnior O, Varellis MLZ, Prates RA, Bussadori SK, Gonçalves MLL, Horliana ACRT, Deana AM. *Lasers Med Sci*. 2020 Jun;35(4):777-788.
29. The Beneficial Effects of High-Intensity Laser Therapy and Co-Interventions on Musculoskeletal Pain Management: A Systematic Review. Ezzati K, Laakso EL, Salari A, Hasannejad A, Fekrazad R, Aris A. *J Lasers Med Sci*. 2020 Winter;11(1):81-90.
30. Effectiveness of high-intensity laser therapy in the treatment of musculoskeletal disorders: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Song HJ, Seo HJ, Lee Y, Kim SK. *Medicine (Baltimore)*. 2018 Dec;97(51):e13126.
31. The effectiveness of high intensity laser therapy in the management of spinal disorders: A systematic review and meta-analysis. Alayat MSM, Alshehri MA,

- Shousha TM, Abdelgalil AA, Alhasan H, Khayyat OK, Al-Attar WS. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2019;32(6):869-884.
32. Efficacy of High-Intensity Laser Therapy in Treating Knee Osteoarthritis: A First Systematic Review. Wszyńska J, Bal-Bocheńska M. *Photomed Laser Surg.* 2018 Jul;36(7):343-353.
 33. Short-term Efficacy Comparison of High-intensity and Low-intensity Laser Therapy in the Treatment of Lateral Epicondylitis: A Randomized Double-blind Clinical Study. Kaydok E, Ordahan B, Solum S, Karahan AY. *Arch Rheumatol.* 2019 Apr 24;35(1):60-67.
 34. Photobiomodulation Therapy Versus Extracorporeal Shock Wave Therapy in the Treatment of Lateral Epicondylitis. Celik D, Anaforoglu Kulunkoglu B. *Photobiomodul Photomed Laser Surg.* 2019 May;37(5):269-275.
 35. The short-term effectiveness of low-level laser, phonophoresis, and iontophoresis in patients with lateral epicondylitis. Baktir S, Razak Ozdinciler A, Kaya Mutlu E, Bilsel K. *J Hand Ther.* 2019 Oct-Dec;32(4):417-425.
 36. Comparison of two different electrotherapy methods in low back pain treatment. Ozkaraoglu DK, Tarakci D, Algun ZC. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2020;33(2):193-199.
 37. Evaluation of the Therapeutic Effect of Low Level Laser in Controlling Low Back Pain: A Randomized Controlled Trial. Kholoosy L, Elyaspour D, Akhgari MR, Razzaghi Z, Khodamardi Z, Bayat M. *J Lasers Med Sci.* 2020 Spring;11(2):120-125.
 38. Comparison of the effects of low-level laser and pulsed and continuous ultrasound on pain and physical disability in chronic non-specific low back pain: a randomized controlled clinical trial. Rubira APFA, Rubira MC, Rubira LA, Comachio J, Magalhães MO, Marques AP. *Adv Rheumatol.* 2019 Dec 17;59(1):57.
 39. Laser photobiomodulation is more effective than ultrasound therapy in patients with chronic nonspecific low back pain: a comparative study. Tantawy SA, Abdelbasset WK, Kamel DM, Alrawaili SM, Alsubaie SF. *Lasers Med Sci.* 2019 Jun;34(4):793-800.
 40. Photobiomodulation using high- or low-level laser irradiations in patients with lumbar disc degenerative changes: disappointing outcomes and remarks. Taradaj J, Rajfur K, Shay B, Rajfur J, Ptaszkowski K, Walewicz K, Dymarek R, Sopel M, Rosińczuk J. *Clin Interv Aging.* 2018 Aug 21;13:1445-1455.

41. Spinal manipulation plus laser therapy versus laser therapy alone in the treatment of chronic non-specific low back pain: a randomized controlled study. Nambi G, Kamal W, Es S, Joshi S, Trivedi P. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2018 Dec;54(6):880-889.
42. A randomized controlled trial comparing helium-neon laser therapy and infrared laser therapy in patients with diabetic foot ulcer. Tantawy SA, Abdelbasset WK, Kamel DM, Alrawaili SM. *Lasers Med Sci.* 2018 Dec;33(9):1901-1906.
43. Effect of laser therapy on expression of angio- and fibrogenic factors, and cytokine concentrations during the healing process of human pressure ulcers. Taradaj J, Shay B, Dymarek R, Sopol M, Walewicz K, Beeckman D, Schoonhoven L, Gefen A, Rosińczuk J. *Int J Med Sci.* 2018 Jul 13;15(11):1105-1112.
44. Effect of low-level laser therapy on the healing process of donor site in patients with grade 3 burn ulcer after skin graft surgery (a randomized clinical trial). Vaghardoost R, Momeni M, Kazemikhoo N, Mokmeli S, Dahmardehei M, Ansari F, Nilforoushzadeh MA, Sabr Joo P, Mey Abadi S, Naderi Gharagheshlagh S, Sassani S. *Lasers Med Sci.* 2018 Apr;33(3):603-607.
45. Effects of Low-Power Light Therapy on the Tissue Repair Process of Chronic Wounds in Diabetic Feet. De Alencar Fonseca Santos J, Campelo MBD, de Oliveira RA, Nicolau RA, Rezende VEA, Arisawa EÂL. *Photomed Laser Surg.* 2018 Jun;36(6):298-304.
46. Complementary low-level laser therapy for breast cancer-related lymphedema: a pilot, double-blind, randomized, placebo-controlled study. Kilmartin L, Denham T, Fu MR, Yu G, Kuo TT, Axelrod D, Guth AA. *Lasers Med Sci.* 2020 Feb;35(1):95-105.
47. A Randomized Controlled Trial Comparing Platelet-Rich Plasma, Low-Level Laser Therapy, and Complex Decongestive Physiotherapy in Patients with Lower Limb Lymphedema. Akgul A, Tarakci E, Arman N, Civi T, Irmak S. *Lymphat Res Biol.* 2020 Feb 19. doi: 10.1089/lrb.2019.0064.
48. Low level laser therapy for the management of breast cancer-related lymphedema: A randomized controlled feasibility study. Baxter GD, Liu L, Tumilty S, Petrich S, Chapple C, Anders JJ; Laser Lymphedema Trial Team. *Lasers Surg Med.* 2018 Sep;50(9):924-932
49. Comparison of high-intensity laser therapy and combination of ultrasound treatment and transcutaneous nerve stimulation on cervical pain associated with cervical disc herniation: A randomized trial. Yilmaz M, Tarakci D, Tarakci E. *Complement Ther Med.* 2020 Mar;49:102295.

50. Comparison of high-intensity laser therapy and combination of ultrasound treatment and transcutaneous nerve stimulation in patients with cervical spondylosis: a randomized controlled trial. Venosa M, Romanini E, Padua R, Cerciello S. *Lasers Med Sci.* 2019 Jul;34(5):947-953.
51. Comparative study of shockwave therapy and low-level laser therapy effects in patients with myofascial pain syndrome of the trapezius. Király M, Bender T, Hodosi K. *Rheumatol Int.* 2018 Nov;38(11):2045-2052.
52. Comparison of low-level laser treatment and extracorporeal shock wave therapy in subacromial impingement syndrome: a randomized, prospective clinical study. Badıl Güloğlu S. *Lasers Med Sci.* 2020 Jul 7. doi: 10.1007/s10103-020-03093-0.
53. Long-Term Effect of Pulsed Nd:YAG Laser in the Treatment of Patients with Rotator Cuff Tendinopathy: A Randomized Controlled Trial. Elsodany AM, Alayat MSM, Ali MME, Khaprani HM. *Photomed Laser Surg.* 2018 Sep;36(9):506-513.
54. The effect of high intensity laser therapy in the management of painful calcaneal spur: a double blind, placebo-controlled study. Yesil H, Dundar U, Toktas H, Eyvaz N, Yeşil M. *Lasers Med Sci.* 2020 Jun;35(4):841-852.\
55. The effect of high-intensity versus low-level laser therapy in the management of plantar fasciitis: randomized participant blind controlled trial. Naruseviciute D, Kubilius R. *Clin Rehabil.* 2020 Jun 8;269215520929073. doi: 10.1177/0269215520929073.
56. The effect of high-intensity versus low-level laser therapy in the management of plantar fasciitis: a randomized clinical trial. Ordahan B, Karahan AY, Kaydok E. *Lasers Med Sci.* 2018 Aug;33(6):1363-1369.
57. Clinical effectiveness of multi-wavelength photobiomodulation therapy as an adjunct to extracorporeal shock wave therapy in the management of plantar fasciitis: a randomized controlled trial. Takla MKN, Rezk SSR. *Lasers Med Sci.* 2019 Apr;34(3):583-593.
58. Low-level laser therapy in the management of plantar fasciitis: a randomized controlled trial. Cinar E, Saxena S, Uygur F. *Lasers Med Sci.* 2018 Jul;33(5):949-958.
59. Acute effects of photobiomodulation therapy and magnetic field on functional mobility in stroke survivors: a randomized, sham-controlled, triple-blind, crossover, clinical trial. Casalechi HL, Dumont AJL, Ferreira LAB, de Paiva PRV, Machado CDSM, de Carvalho PTC, Oliveira CS, Leal-Junior ECP. *Lasers Med Sci.* 2020 Aug;35(6):1253-1262.

60. Non-ablative Er:YAG laser therapy effect on stress urinary incontinence related to quality of life and sexual function: A randomized controlled trial. Blaganje M, Šćepanović D, Žgur L, Verdenik I, Pajk F, Lukanović A. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol.* 2018 May;224:153-158.
61. Level of pain, muscle strength and posture: effects of PBM on an exercise program in women with knee osteoarthritis - a randomized controlled trial. Vassão PG, Silva BA, de Souza MC, Parisi JR, de Camargo MR, Renno ACM. *Lasers Med Sci.* 2020 Mar 10. doi: 10.1007/s10103-020-02989-1.
62. Efficacy of high-intensity laser therapy in comparison with conventional physiotherapy and exercise therapy on pain and function of patients with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial with 12-week follow up. Nazari A, Moezy A, Nejati P, Mazaherinezhad A. *Lasers Med Sci.* 2019 Apr;34(3):505-516.
63. Ultrasound plus low-level laser therapy for knee osteoarthritis rehabilitation: a randomized, placebo-controlled trial. Paolillo FR, Paolillo AR, João JP, Frascá D, Duchêne M, João HA, Bagnato VS. *Rheumatol Int.* 2018 May;38(5):785-793.
64. Microcirculatory Response to Photobiomodulation-Why Some Respond and Others Do Not: A Randomized Controlled Study. Gavish L, Hoffer O, Rabin N, Halak M, Shkilevich S, Shayovitz Y, Weizman G, Haim O, Gavish B, Gertz SD, Ovadia-Blechman Z. *Lasers Surg Med.* 2020 Feb 17. doi: 10.1002/lsm.23225.