

Wspomagające działanie laserów w terapii miniimplantami ortodontycznymi

The supporting use of lasers in orthodontic mini-implant therapy

dr n. med. Przemysław Kopczyński¹, Krzysztof Jaworski², Magdalena Tuczyńska²

¹Katedra i Klinika Ortopedii Szczękowej i Ortodontji Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

²SKN Ortopedii Szczękowej i Ortodontji Uniwersytetu Medycznego im. K. Marcinkowskiego w Poznaniu

Jedno z powikłań terapii ortodontycznej z wykorzystaniem miniimplantów to ich destabilizacja, której pierwotną przyczyną jest stan zapalny. Objawia się on zaczerwienieniem lub obrzękiem wokół śruby [1]. Może powstać pod wpływem urazu tkanek miękkich i twardych podczas implantacji, miejscowego niedokrwienia, a także niedotlenienia i ubytku składników odżywczych [2]. Zapalenie tkanek miękkich otaczających miniimplant, czyli *mucositis*, może – w przypadku zaniechania jego leczenia – przejść w zapalenie okołowszczepowe: *periimplantitis*, które charakteryzuje się postępującą utratą masy kostnej w okolicy implantu w połączeniu z tkankami miękkimi wokół miejsca zapalenia [3]. Chorobie może towarzyszyć ból, podobnie jak zapalnej adaptacji wyrostka zębodołowego powstającej w wyniku leczenia ortodontycznego, często uśmierzany za pomocą niesterydowych leków przeciwzapalnych (NLPZ), których przyjmowanie stwarza ryzyko opóźnienia ruchu zębów [4].

Kluczowe w terapii ortodontycznej z wykorzystaniem miniimplantów jest więc zapobieganie powstawaniu *periimplantitis*, a także łagodzenie objawów bólowych, ale nie

One of the complications of orthodontic therapy with the use of mini-implants is their destabilization, the primary cause of which is inflammation. It is manifested by redness or swelling around the screw [1]. It can occur as a result of injury to soft and hard tissues during implantation, local ischemia, as well as hypoxia and nutrient deficiency [2]. Inflammation of the soft tissues surrounding the mini-implant, or *mucositis*, can – if its treatment is abandoned – transform into *periimplantitis*, which is characterized by a progressive loss of bone mass around the implant in combination with the soft tissues around the site of inflammation [3]. The disease may be accompanied by pain, as in the case of the inflammatory adaptation of the alveolar process resulting from orthodontic treatment, often relieved with non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs), the administration of which may delay tooth movement [4].

Therefore, the key to orthodontic therapy with the use of mini-implants is to prevent the formation of *periimplantitis*, and to relieve pain, but not using NSAIDs. For this pur-

Słowa kluczowe:

miniimplanty, laser, LLLT, terapia miniimplantami

Keywords:

miniimplants, laser, LLLT, miniimplant treatment

Streszczenie: Lasery emitujące światło o niskiej częstotliwości (LLLT) z powodzeniem stosuje się w terapii ortodontycznej z wykorzystaniem miniimplantów. Zapalenie, infekcje oraz utrata stabilności stanowią możliwe powikłania terapii. Zastosowanie lasera zmniejsza ryzyko wystąpienia powikłań. W artykule przedstawiono wspomagające działanie laserów w terapii miniimplantami ortodontycznymi na podstawie piśmiennictwa.

Summary: Low level light therapy (LLLT) is successfully used in orthodontic therapy with the use of mini-implants. Inflammation, infection and loss of stability are possible complications of the therapy. The use of a laser reduces the risk of complications. The article presents the supporting action of lasers in the therapy with orthodontic mini-implants based on the literature.

za pomocą NLPZ. Z powodzeniem stosuje się w tym celu lasery powszechne w codziennej praktyce stomatologicznej, ze względu na niskie ryzyko powikłań, precyzyjność, a także biokompatybilność. W zależności od typu użytego lasera, długości fali i dawki promieniowania uzyskuje się odmienny efekt terapeutyczny [5]. Ze względu na intensywność promieniowania lasery można podzielić na te o wysokiej, średniej i niskiej intensywności. Lasery emitujące światło o niskiej intensywności (LLLT) nie wywierają wpływu cieplnego na tkanki, a reakcja zachodząca w komórkach ma charakter biostymulacji lub reakcji fotobiochemicznej [6].

Zastosowanie promieniowania wiązki lasera stymuluje gojenie tkanek, poprawia osteointegrację i wklonowanie miniimplantu, zmniejsza ból pozabiegowy [7], a także wspomaga leczenie *periimplantitis* [8].

Cel pracy

W artykule przedstawiono wspomagające działanie laserów w terapii miniimplantami ortodontycznymi na podstawie piśmiennictwa.

Materiał i metoda

Internetowe bazy danych PubMed oraz GoogleScholar przeszukano, wprowadzając słowa kluczowe: miniimplanty, laser, LLLT i terapia miniimplantami, oraz określając limit czasowy od roku 1999 do 2019. Znalaziono 15 artykułów naukowych, które wykorzystano w niniejszym przeglądzie, znalezionych w bazie PubMed oraz GoogleScholar z ostatnich dwudziestu lat.

Wyniki

Stabilność miniimplantów ortodontycznych jest początkowo mechaniczna, uzyskiwana w trakcie wprowadzania do kości, po czym przechodzi w biologiczną, rozpoczynając się w momencie zakotwiczenia. Transformacja stabilności może trwać około 8 tygodni, a wtedy wzrasta ryzyko wystąpienia ruchomości miniimplantu, zapalenia lub infekcji [9]. Abohabib i wsp. [10] badali wpływ stymulacji światłem laserowym o niskiej intensywności (LLLT) na stabilność miniimplantu w trakcie retrakcji kłów u 15 pacjentów. U każdego z nich wszczepili miniimplanty po obu stronach szczęki, a następnie losowo wybraną stronę naświetlali przez 60 sekund laserem o mocy 1,7 W w 0, 7, 14. i 21. dniu od implantacji. Pomiarzy stabilności wykonywali w 0, 1., 2., 3., 4., 6., 8. i 10. tygodniu od implantacji, zawsze po obu stronach. Wykazali, że do 3. tygodnia stabilność miniimplantu zarówno po stronie naświetlanej, jak i kontrolnej nie różniła się w sposób statystycznie istotny. Między 3. a 10. tygodniem miniimplant po stronie naświetlanej laserem o niskiej intensywności był istotnie stabilniejszy od miniimplantu kontrolnego. Wpływ promieniowania lasera na stabilność miniimplantów badali również Flieger i wsp. [11]. Wszczepili oni miniimplanty 20 pacjentom, w dystalnej części szczęki po prawej i lewej stronie. Losowo wybrali prawy kwadrant, jako naświetlany od strony policzkowej i podniebiennej w 0, 3., 6., 9., 12., 15. i 30. dniu od implantacji, laserem o długości fali 635 nm i mocy 100 mW. Następnie przy użyciu Periostestu zba-

pose, lasers – common in everyday dental practice – are successfully used due to the low risk of complications, precision and biocompatibility. Depending on the type of laser used, wavelength and dose of radiation, a different therapeutic effect is obtained [5]. Due to the intensity of radiation, lasers can be divided into high, medium and low intensity lasers. Low level light therapy (LLLT) does not exert any thermal effect on tissues, and the reaction taking place in cells is biostimulating or photobiochemical in nature [6].

The use of laser beam radiation stimulates tissue healing, improves osseointegration and wedging of the mini-implant, reduces postoperative pain [7], and supports treatment of *periimplantitis* [8].

Objective

The article presents the supporting effect of lasers in the therapy using orthodontic mini-implants based on literature.

Material and method

The PubMed and GoogleScholar online databases were searched for the keywords mini-implants, laser, LLLT, and mini-implant therapy, specifying the time limit from 1999 to 2019. Fifteen scientific articles were found and used in this review. The articles from the last twenty years were found in the PubMed and GoogleScholar databases.

Results

Stability of orthodontic mini-implants is initially mechanical, obtained during insertion into the bone, and then it becomes biological, starting at the moment of anchoring. Stability transformation may take about 8 weeks, and then the risk of mini-implant mobility, inflammation or infection increases [9]. Abohabib et al. [10] studied the effect of low level light therapy (LLLT) stimulation on mini-implant stability during canine retraction in 15 patients. Each of them was implanted with mini-implants on both sides of the maxilla, and then light was used on a randomly selected side for 60 seconds with a 1.7W laser on day 0, 7, 14 and 21 after implantation. Stability measurements were performed in week 0, 1, 2, 3, 4, 6, 8 and 10 after implantation, always on both sides. They showed that stability of the mini-implant on both the side where light was applied and the control side did not differ in a statistically significant manner until week 3. Between week 3 and 10, the mini-implant on the side where the low-intensity laser was used was significantly more stable than the control mini-implant. The influence of laser radiation on stability of mini-implants was also studied by Flieger et al. [11]. They implanted mini-implants in 20 patients in the distal part of the maxilla on the right and left sides. They randomly chose the right quadrant as the one where light therapy was applied from the buccal and palatine sides on day 0, 3, 6, 9, 12, 15 and 30 after implantation, with a laser with a wavelength of 635 nm and a power of 100 mW. Then, using Periostest, they tested stability on day 0, 3, 6, 9, 12, 15, 30 and 60 after implantation.

dali stabilność w 0, 3., 6., 9., 12., 15., 30. i 60. dniu od implantacji. Ogólne wyniki wykazały znaczny wzrost stabilności biologicznej miniimplantów po 30 i 60 dniach w miejscu naświetlenia, ponadto wykazano znaczący wzrost stabilności miniimplantu po stronie naświetlonej w porównaniu z nienaświetloną po trzech dniach od zabiegu. Dodatkowo po wszczępieniu miniimplantu pacjenci wypełnili ankietę indywidualnej oceny nasilenia bólu, która dowiodła porównywalnego jego odczuwania po obu stronach szczęki.

Długoterminowe efekty wpływu LLLT na stabilność ortodontyczną miniimplantu i stan dziąseł wokół implantów oceniali Aly Osman i wsp. [12]. W badaniu wzięło udział 12 pacjentów, którzy wymagali usunięcia zębów 14 i 24. Ich jamy ustne podzielono na stronę badaną i kontrolną. Napromieniowanie laserem diodowym o długości fali 910 nm i mocy 0,7 W przeprowadzano bezkontaktowo, a proces powtarzano przez 14 dni z 72-godzinnymi przerwami, wykonując w ten sposób 4 aplikacje. Tkanki miękkie otaczające miniimplanty napromieniano laserem przez 60 sekund. Retrakcję kłów rozpoczęto 2 tygodnie po umieszczeniu miniimplantów, aby umożliwić gojenie się tkanek miękkich w wyniku prawdopodobnego ich podrażnienia. Do oceny stabilności wykorzystywano Periotest w 7., 14., 21., 30. i 60. dniu od implantacji. Stabilność sprawdzano również natychmiast po wprowadzeniu miniimplantu, aby w razie ich obluźnienia w kości jak najszybciej wymienić śrubę i uniknąć niepowodzenia. Na początku i podczas całego okresu obserwacji średnia mobilność po stronach eksperymentalnych była mniejsza niż po stronach kontrolnych, chociaż wartości PTV po obu stronach były statystycznie porównywalne. Efekty naświetlania laserem były ewidentne podczas długoterminowej oceny, gdzie mobilność pod koniec 2 miesięcy była bardzo niska ($2,02 \pm 2,60$) w porównaniu ze stroną kontrolną ($4,29 \pm 2,57$), co wskazuje na dobrą zdolność gojenia się po zastosowaniu lasera. Różnice te nie były jednak istotne statystycznie. Do oceny stanu przyzębia wykorzystano indeks dziąsłowy. Łagodny stan zapalny obserwowano po stronie kontrolnej u jednego pacjenta w 14. i 21. dniu. Pod koniec pierwszego miesiąca od implantacji zaobserwowano łagodne zapalenie po stronie kontrolnej u trzech pacjentów, które pod koniec drugiego miesiąca od implantacji w dwóch przypadkach zaostrzyło się i cechowało odczynem umiarkowanym z zaczerwienieniem, obrzękiem i krwawieniem. Po stronie eksperymentalnej u wszystkich 12 osób przez cały czas nie stwierdzono oznak zapalenia dziąseł. Autorzy badania uznali, że LLLT poprawia stabilność miniimplantów, mimo braku istotnego statystycznie dowodu. Ponadto stwierdzili, że LLLT ma zdecydowany wpływ na zmniejszenie stanu zapalnego dziąseł wokół miniimplantów, o czym świadczą wartości indeksu dziąsłowego po stronie eksperymentalnej, podczas gdy po stronie kontrolnej u paru pacjentów doszło do łagodnego i umiarkowanego stanu zapalnego. Wyniki sugerują, że laser moduluje odpowiedź zapalną, zwiększając stężenie cytokin zapalnych w celu ponownego wchłonięcia uszkodzonego obszaru kości, poprawia metabolizm i remodeling kostny.


The overall results showed a significant increase in biological stability of the mini-implants after 30 and 60 days at the side where light therapy was applied, and a significant increase was observed in the stability of the mini-implant on the side where light therapy was applied compared to the other side three days after the treatment. Additionally, after the implantation of the mini-implant, the patients completed a questionnaire of individual pain intensity assessment, which proved that pain perception on both sides of the maxilla was comparable.

The long-term effects of LLLT on orthodontic stability of the mini-implant and the condition of the gingiva around the implants were assessed by Aly Osman et al. [12]. The study involved 12 patients who required removal of teeth 14 and 24. Their oral cavities were divided into the study and control sides. A diode laser with a wavelength of 910 nm and a power of 0.7 W was used without contact and the process was repeated for 14 days with 72-hour breaks, i.e. 4 applications. Light was applied on the soft tissues surrounding the mini-implants for 60 seconds. Canine retraction was commenced 2 weeks after the mini-implants were placed to allow soft tissues to heal due to possible irritation. Periotest was used for stability evaluation on days 7, 14, 21, 30 and 60 after implantation. Stability was also checked immediately after insertion of the mini-implant to replace bolts as soon as possible if they were loosened in the bone, and to avoid failure. At the beginning and throughout the follow-up period, the mean mobility of the study sides was lower than of the control sides, although the PTV values on both sides were statistically comparable. The effects of laser radiation were evident in the long-term evaluation where mobility at the end of 2 months was very low (2.02 ± 2.60) compared to the control side (4.29 ± 2.57), indicating good healing capacity after using a laser. However, these differences were not statistically significant. The gingival index was used to assess the condition of the periodontium. Mild inflammation was observed on the control side in one patient on day 14 and 21. At the end of one month after implantation, mild inflammation on the control side was observed in three patients, which at the end of the second month after implantation, in two cases, worsened and mild redness, swelling and bleeding were observed. On the study side, all 12 people had no signs of gingivitis at any time. The authors of the study concluded that LLLT improves stability of mini-implants, despite the lack of statistically significant evidence. Moreover, they found that LLLT had a decisive effect on reducing gingivitis around the mini-implants, as evidenced by the gingival index values on the study side, while on the control side, some patients developed mild to moderate inflammation. The results suggest that lasers modulate the inflammatory response by increasing the concentration of inflammatory cytokines to reabsorb the damaged bone area, and improve metabolism and bone remodelling.

After insertion of the mini-implant, the inflammatory reaction can trigger biological processes related to bone

Po wprowadzeniu miniimplantu reakcja zapalna może wywołać procesy biologiczne związane z przebudową kości i gojeniem się tkanek miękkich. Uwalniają się cytokiny takie jak IL-6 i IL-8, które są odpowiedzialne za rekrutację i aktywację neutrofilów oraz innych komórek podczas zapalenia i procesu gojenia wokół implantu [13]. Cytokiny te regulują resorpcję kości wyrostka zębodołowego podczas przemieszczenia zębów we wczesnym etapie odpowiedzi zapalnej. Biorą również udział w degradacji macierzy zewnątrzkomórkowej i są uwalniane na późniejszych etapach w stanach zapalnych dziąseł [14]. Ocenę wpływu LLLT na natychmiastową odpowiedź zapalną badali Mario S. Yanaguizawa i wsp. Porównali szczelinowy poziom IL-6 w okolicy miniimplantu i IL-8 w pierwszych 3 dniach po implantacji z poziomem przy zdrowym zębie. W omawianym badaniu wzięło udział 10 pacjentów z wszczepionymi dwustronnie miniimplantami, nieobciążonymi ortodontycznie. Po stronie prawej zastosowano bezkontaktowo laser diodowy o długości fali 660 nm i mocy 40 mW przez 60 sekund, o całkowitej energii 2,4 J, natychmiast, 24 i 48 h po implantacji. Lewą stronę wykorzystano jako grupę kontrolną, a więc jej nie napromieniano. Następnie pobierano płyn szczelinowy okołowszczepowy (PGF), a z grupy negatywnej (z okolicy górnego pierwszego przedtrzonowca) – płyn dziąsłowy (GCF). Pobieranie próbek PGF/GCF jest przydatną, nieinwazyjną oraz łatwą w zastosowaniu metodą badania zmian zapalnych. Wyniki badania wskazały znaczący wpływ LLLT na modulację stanu zapalnego w porównaniu z grupą kontrolną, gdzie nie wykorzystano lasera. W obydwu przypadkach zaobserwowano wzrost poziomu interleukiny. Po 24 h wartości IL-8 i ilość płynu szczelinowego okołowszczepowego (PGF) dla próby nienapromieniowanej były istotnie większe niż w przypadku próby z laserem i próby negatywnej. Odwrotnie było w przypadku poziomu IL-6, gdzie wyższe wartości po 1 dniu dotyczyły grupy napromieniowanej. Po 48 i 72 h wartości interleukiny 6 były podobne w przypadku obu grup: badanej i kontrolnej. Badania te dowiodły, że LLLT moduluje początkowy stan zapalny po wprowadzeniu ortodontycznego miniimplantu, obniżając poziom IL-8 w porównaniu z obszarem nienapromieniowanym, a jednocześnie zwiększając poziom IL-6, szczególnie w pierwszym dniu po implantacji [15].

Podsumowanie

Wspomagające działanie laserów w trakcie terapii miniimplantami ortodontycznymi obejmuje ograniczenie ruchomości implantu, zmniejszanie stanu zapalnego, a także przyspieszanie procesów gojenia tkanek. Lasery modulują przebudowę kości, przyspieszając ortodontyczny ruch zębów, zmniejszając dyskomfort pacjenta i obniżając ryzyko utraty miniimplantu. Wykorzystanie laserów wymaga precyzji, doboru odpowiedniej dawki promieniowania, a także doświadczenia operatora. Lasery o niskiej intensywności i o różnej długości fali: od 600 do 1000 nm, są polecane i najczęściej stosowane w terapii ortodontycznej z użyciem miniimplantów. 

remodelling and soft tissue healing. Cytokines such as IL-6 and IL-8 are released; they are responsible for the recruitment and activation of neutrophils and other cells during the inflammation and healing process around the implant [13]. These cytokines regulate alveolar bone resorption during tooth displacement early in the inflammatory response. They are also involved in the degradation of the extracellular matrix and are released at a later stage in gingivitis [14]. Mario S. Yanaguizawa et al. studied the impact of LLLT on the immediate inflammatory response. They compared gap IL-6 level in the vicinity of the mini-implant and IL-8 on the first 3 days after implantation with the level at the healthy tooth. The study included 10 patients with orthodontically unloaded mini-implants implanted bilaterally. On the right, a non-contact diode laser with a wavelength of 660 nm and a power of 40 mW was applied for 60 seconds, with a total energy of 2.4 J, immediately, 24 and 48 hours after implantation. The left side was used as a control side and it was not subjected to radiation. Then the peri-implant gap fluid (PGF), and the gingival fluid (GCF) from the negative group (around the upper first premolar) were sampled. PGF/GCF sampling is a useful, non-invasive and easy-to-use method to examine inflammation. The results of the study showed a significant effect of LLLT on modulation of inflammation compared to the control group, where no laser was used. In both cases, an increase in the level of interleukin was observed. After 24 hours, the values of IL-8 and the amount of peri-implant gap fluid (PGF) for the control side were significantly higher than in the case of the side where laser therapy was applied and the negative sample. The results were reverse for the level of IL-6, where higher values after 1 day related to the group subjected to laser therapy. After 48 and 72 hours, the values of interleukin 6 were similar in both the study and control groups. These studies proved that LLLT modulates the initial inflammation after insertion of orthodontic mini-implants, reducing the level of IL-8 compared to the area not subjected to laser therapy, while increasing the level of IL-6, especially on the first day after implantation [15].

Summary

The supporting effects of lasers during the therapy using orthodontic mini-implants includes limitation of implant mobility, reduction of inflammation, and acceleration of tissue healing processes. Lasers modulate bone remodelling, accelerating orthodontic tooth movement, reducing patient discomfort and lowering the risk of losing the mini-implant. The use of lasers requires precision, selection of the appropriate dose of radiation, and the operator's experience. Low-intensity lasers with different wavelengths: from 600 to 1000 nm are recommended and most often used in orthodontic therapy with the use of mini-implants. 