

# Analiza wpływu różnych metod aplikacji promieniowania laserowego na dolegliwości bólowe i wydolność czynnościową stawu kolanowego w przebiegu choroby zwyrodnieniowej

## Influence of Various Laser Therapy Methods on Knee Joint Pain and Function in Patients with Knee Osteoarthritis

Kamila Gworys<sup>1(A,B,D,E,F)</sup>, Jowita Gaszych<sup>1(A,B)</sup>, Anna Puzder<sup>1(E,F)</sup>,  
Przemysław Gworys<sup>2(C,D)</sup>, Jolanta Kujawa<sup>1(A,D)</sup>

<sup>1</sup> Klinika Rehabilitacji Medycznej Uniwersytetu Medycznego, Łódź

<sup>2</sup> Oddział Kardiologii Wojewódzkiego Szpitala Specjalistycznego im. M. Kopernika, Łódź

<sup>1</sup> Clinical Department of Rehabilitation, Medical University, Łódź

<sup>2</sup> Cardiology Department, Copernicus Hospital, Lodz

### STRESZCZENIE

**Wstęp.** Celem pracy była ocena skuteczności różnych metod aplikacji promieniowania laserowego na dolegliwości bólowe i wydolność czynnościową stawu kolanowego w przebiegu choroby zwyrodnieniowej.

**Materiał i metody.** Badaniem objęto 125 osób losowo przydzielonych do 4 grup. W Grupie I stosowano jednofalowe promieniowanie laserowe o długości fali 810 nm, w dawce 8 J/pkt, w Grupie II stosowano dwufalowe promieniowanie laserowe MLS o mocy szczytowej impulsu 1100 mW, częstotliwości 2000 Hz, w dawce 12,4J/punkt, w Grupie III stosowano podobne dwufalowe promieniowanie laserowe MLS w dawce 6,6J/punkt. Grupa IV stanowiła grupę placebo, w której symulowano naświetlanie bez użycia promieniowania laserowego. Do oceny efektów terapii wykorzystano: skalę Lequesne'a, zmodyfikowany kwestionariusz Laitinena i analogową skalę bólu (VAS). Analizę statystyczną przeprowadzono z zastosowaniem testów nieparametrycznych Wilcoxon'a i Manna-Whitneya. Obliczenia wykonano za pomocą programu MedCalc v. 11.6.1.0.

**Wyniki.** We wszystkich badanych Grupach (I, II i III) uzyskano istotną statystycznie poprawę wydolności funkcjonalnej oraz zmniejszenie dolegliwości bólowych. Analizując stopień poprawy pomiędzy Grupami I, II i III zaobserwowano największą poprawę w Grupie II (laser MLS w dawce 12,4J/punkt). Stopnie poprawy uzyskane w Grupach I i III nie różniły się istotnie.

**Wnioski.** 1. Promieniowanie jednofalowe w dawce 8J/punkt, jak i promieniowanie dwufalowe w dawce 12,4J/punkt i w dawce 6,6J/punkt istotnie wpływa na poprawę wydolności funkcjonalnej i zmniejszenie dolegliwości bólowych stawów kolanowych u osób z chorobą zwyrodnieniową. 2. Największy efekt terapeutyczny uzyskano w grupie, w której stosowano promieniowanie dwufalowe MLS w dawce 12,4J/punkt.

**Słowa kluczowe:** choroba zwyrodnieniowa stawów kolanowych, laseroterapia, laseroterapia MLS dwufalowa

### SUMMARY

**Background.** The aim of the study was to estimate the influence of various laser therapy methods on knee joint pain and function in patients with knee osteoarthritis.

**Material and methods.** 125 patients were randomly assigned to 4 groups: Group I received one-wave laser irradiation (wave length 810 nm, dose 8 J/point), Group II received two-wave MLS laser irradiation (power 1100 mW, frequency 2000 Hz, dose 12.4 J/point), Group III received a similar regimen of two-wave MLS laser irradiation, but at a dose of 6.6 J per point, Group IV was a placebo group where laser therapy procedures were simulated without actual irradiation. The effectiveness of the therapy was evaluated by means of Lequesne's scale, a modified Laitinen questionnaire and a visual analogue scale (VAS). Statistical analysis utilised non-parametric Wilcoxon's and Mann-Whitney's tests. Calculations were carried out with MedCalc v. 11.6.1.0.

**Results.** Statistically significant improvements in knee joint function and pain relief were seen in all Groups (I, II and III). When Groups I, II and III were compared, the largest improvement was found in Group II (MLS laser, dose 12.4 J/point). The degrees of improvement in Groups I and III were similar.

**Conclusions.** One-wave laser irradiation at a dose of 8 J per point and two-wave laser irradiation with doses of 12.4 J and 6.6 J per point significantly improved knee joint function and relieved knee pain in patients with osteoarthritis.

**Key words:** knee osteoarthritis, laser therapy, MLS Therapy

## WSTĘP

Jedną z najczęstszych chorób narządu ruchu jest choroba zwyrodnieniowa stawów kolanowych. Głównym celem leczenia choroby zwyrodnieniowej jest zniesienie dolegliwości bólowych i poprawa wydolności czynnościowej stawu kolanowego.

Laseroterapia jest jedną z metod stosowanych w rehabilitacji, również u pacjentów z chorobą zwyrodnieniową [1]. Potwierdzono działanie przeciwbólowe promieniowania laserowego w różnych badaniach z wykorzystaniem odmiennych instrumentów pomiarowych [2,3]. Poszukuje się również nowych metod aplikacji promieniowania laserowego, których celem jest spotęgowanie jego działania. System MLS Therapy (Multiwave Locked System Therapy) polega na zsynchronizowanym generowaniu ciągłej i impulsowej fali promieniowania laserowego. W przypadku emisji ciągłej generuje się promieniowanie laserowe o długości fali 808 nm, w przypadku emisji impulsowej promieniowanie laserowe o długości fali 905 nm.

Jednoczesne stosowanie dwóch fal promieniowania laserowego pozwala na uzyskanie różnych efektów terapeutycznych w zależności od rodzaju emitowanego promieniowania. Emisja ciągła promieniowania laserowego pozwala na uzyskanie efektu przeciwapalnego i przeciwobrzękowego poprzez stymulację mikrokrążenia i wpływ na syntezę i degradację mediatorów zapalenia [3]. Emisja impulsowa powoduje zmniejszenie dolegliwości bólowych poprzez wpływ na nocyceptory i przewodnictwo nerwowe [4]. Działanie to polega na podwyższaniu progu pobudliwości nocyceptorów, a w konsekwencji na redukcji odczuwania bólu. Jednocześnie dochodzi do pobudzenia proprioceptorów i szybkich włókien mieliny, które blokują przewodzenie impulsów bólowych na poziomie rdzenia kręgowego (teoria bramki kontrolnej Melzack'a Walla) [5,6]. Poprzez synchronizację komponentów emitowanego promieniowania uzyskuje się intensyfikację efektów terapeutycznych zarówno dotyczących procesów zapalnych, jak i odczuwania dolegliwości bólowych [7].

## CELE PRACY

Ocena skuteczności działania przeciwbólowego zsynchronizowanego, dwufalowego promieniowania laserowego (808 nm, 905 nm) emitowanego przez system MLS oraz promieniowania laserowego jednofalowego (810 nm) w oparciu o skalę VAS i zmodyfikowany kwestionariusz Laitinena.

Ocena efektu terapeutycznego zastosowanych metod laseroterapii na podstawie analizy wydolności czynnościowej stawu kolanowego wg skali Lequesne'a.

## BACKGROUND

Knee osteoarthritis is one of the most common musculoskeletal disorders. The main goal of treatment of knee osteoarthritis is to relieve pain and improve knee joint function.

Laser therapy is used in rehabilitation, also in patients with knee osteoarthritis [1]. The pain-relieving properties of laser irradiation have been confirmed in various studies utilising different measuring instruments [2,3]. New techniques of laser irradiation are being sought in order to increase its effect. MLS (Multiwave Locked System) Therapy consists in synchronised generation of continuous and pulsed laser light. In the case of continuous emission, the wave length is 808 nm, whereas in the case of pulsed emission, the wave length is 905 nm.

Simultaneous use of two-wave laser radiation leads to different therapeutic effects depending on the type of radiation. Continuous irradiation serves to obtain anti-inflammatory and anti-oedema effects by stimulating microcirculation and influencing the synthesis and degradation of inflammatory mediators [3]. Pulsed irradiation reduces pain through an effect on nociceptors and nerve conduction [4]. The effect consists in increasing the nociceptive threshold and, as a consequence, reducing the sensation of pain. There is simultaneous activation of proprioceptors and myelinated fibers which block the conduction of pain impulses at the level of the spinal cord (Melzack and Wall's gate control theory) [5,6]. Synchronisation of the components of radiation intensifies the therapeutic effect on both inflammation and pain [7].

## AIMS OF THE STUDY

To evaluate the analgesic effect of synchronised two-wave laser irradiation (808 nm, 905 nm) emitted by an MLS device and one-wave laser irradiation (810 nm) according to a VAS scale and a modified Laitinen questionnaire.

To evaluate the therapeutic effect of laser therapy methods on the basis of functional assessment according to Lequesne's scale.

Analiza porównawcza efektów terapeutycznych w zależności od parametrów użytego promieniowania laserowego.

## MATERIAŁ I METODY

Do badania zakwalifikowano 125 pacjentów leczonych w Klinice Rehabilitacji Medycznej, II Katedry Rehabilitacji Uniwersytetu Medycznego w Łodzi i Przyklinicznej Poradni Rehabilitacji. Badaniem objęto pacjentów z dolegliwościami bólowymi utrzymującymi się ponad 6 tygodni i rozpoznaną chorobą zwyrodnieniową stawów kolanowych wg klinicznych kryteriów Amerykańskiego Towarzystwa Reumatologicznego (American College of Rheumatology ACR). Za kryteria włączenia pacjenta do badania uznano również II stopień uszkodzenia stawu wg Seyfrieda na podstawie badania klinicznego, brak dostawowego podawania kortykosteroidów, kwasu hialuronowego lub innych leków w ciągu ostatnich 3 miesięcy, brak stosowania fizjoterapii w ciągu ostatnich 3 miesięcy, brak przeciwwskazań do fizykoterapii. Pacjentów przydzielono losowo do 4 grup, w których wykonywano zabiegi naświetlania stawu kolanowego promieniowaniem laserowym o różnych parametrach. Wykorzystano metodę kontaktowego, punktowego, z niewielkim uciskiem, naświetlania sondą laserową z aplikatorem soczewkowym. Naświetlano staw kolanowy w 12 punktach wg opracowanego w Klinice Rehabilitacji Medycznej schematu (Kujawa 1999) – po 3 punkty na wysokości szpary stawu kolanowego po stronie bocznej i przyśrodkowej, po 2 punkty na wysokości stawu rzepkowo-udowego od strony szczytu i podstawy rzepki oraz 2 punkty od strony dołu podkolanowego. We wszystkich grupach zabiegi wykonywane były 1 raz dziennie, 5 dni w tygodniu przez 2 tygodnie. Seria zabiegowa u każdego pacjenta obejmowała 10 zabiegów.

Grupa I, 34 pacjentów, średnia wieku:  $57,6 \pm 11,8$  lat, stosowano jednofalowe promieniowanie laserowe o długości fali 810 nm, w dawce 8 J/pkt i gęstości powierzchniowej energii 12,7 J/cm<sup>2</sup>, o mocy 400 mW i gęstości powierzchniowej mocy 634,9 mW/cm<sup>2</sup>. Promieniowanie laserowe aplikowano w sposób ciągły.

Grupa II, 30 pacjentów, średnia wieku:  $65,4 \pm 9,6$  lat, stosowano promieniowanie laserowe MLS o mocy szczytowej impulsu 1100 mW, częstotliwości 2000 Hz, w dawce 12,4J/ punkt i gęstości energii 6,21J/cm<sup>2</sup>.

Grupa III, 30 pacjentów, średnia wieku:  $65,9 \pm 9$  lat, stosowano promieniowanie laserowe MLS o mocy szczytowej impulsu 1100 mW, częstotliwości 2000 Hz, w dawce 6,6J/ punkt i gęstości energii 3,28J/cm<sup>2</sup>.

Grupa IV, 31 pacjentów, średnia wieku:  $67,7 \pm 11,3$  lat, stanowiła grupę placebo, u których symulo-

To analyse and compare the therapeutic effects of laser irradiation of different parameters.

## MATERIAL AND METHODS

The study enrolled 125 patients treated at the Clinical Department of Medical Rehabilitation, 2<sup>nd</sup> Rehabilitation Department at the Medical University in Łódź, and the Outpatient Rehabilitation Clinic. The study involved patients with pain of more than 6 weeks' duration and a diagnosis of knee osteoarthritis according to the criteria established by the American College of Rheumatology (ACR). Enrollment criteria also included 2<sup>nd</sup> degree joint injury according to Seyfried on the basis of clinical examination, no intraarticular corticosteroids, hyaluronic acid or other drugs within the 3 months preceding the study, no physical therapy during the 3 months, and no contraindications for physical therapy. The patients were randomly assigned to 4 groups, where they received laser irradiation of different parameters to the knee joint.

Laser energy was administered as contact, single-point, slight pressure irradiation with the use of a laser probe with a lens applicator. The knee joint was irradiated in 12 points according to a scheme designed at the Department of Medical Rehabilitation (Kujawa 1999): three points each at the level of the medial and lateral aspect of the knee joint gap, two points each at the level of the patellofemoral joint on the superior and inferior aspect of the joint, and two points in the popliteal fossa. In all groups, laser therapy sessions were performed once a day, 5 days a week over 2 weeks. Each patient attended 10 sessions.

Group I of 34 patients, mean age:  $57.6 \pm 11.8$  years, received one-wave laser irradiation (wave length 810 nm, dose 8 J/point, surface density of energy 12.7 J/ cm<sup>2</sup>, power 400mW, and surface density of power 634.9 mW/ cm<sup>2</sup>) in the continuous mode.

Group II of 30 patients, mean age:  $65.4 \pm 9.6$  years, received MLS laser irradiation (power 1100 mW, frequency 2000 Hz, dose 12.4 J/point, energy density 6.21 J/cm<sup>2</sup>).

Group III of 30 patients, mean age:  $65.9 \pm 9$  years, received MLS laser irradiation (power 1100 mW, frequency 2000 Hz, dose 6.6 J/point, energy density 3.28 J/cm<sup>2</sup>).

Group IV of 31 patients, mean age:  $67.7 \pm 11.3$  years, was a placebo group where laser therapy procedures were simulated without actual irradiation.

The effectiveness of the therapy was evaluated by means of Lequesne's scale, a modified Laitinen questionnaire and a visual analogue scale (VAS).

wano naświetlanie sondą nie emitującą promieniowania laserowego.

Do oceny efektów terapii wykorzystano: skalę Lequesne'a, zmodyfikowany kwestionariusz Laitinena i analogową skalę bólu (VAS).

Analizę statystyczną przeprowadzono za pomocą programu MedCalc v. 11.6.1.0.

Celem zobrazowania wyników wartości punktowych uzyskanych w skali Lequesne'a, Laitinena i VAS wykonano obliczenie średniej oraz odchylenia standardowego. Wyniki przedstawiono jako wartości średnie ± odchylenie standardowe.

Analizę istotności różnic ww. wartości w skalach punktowych przeprowadzono za pomocą testów nieparametrycznych:

- różnice w liczbie punktów uzyskanych przez pacjentów przed i po leczeniu (w obrębie danej grupy) weryfikowano za pomocą testu Wilcoxon dla par obserwacji (Tab. 1).
- różnice w stopniu poprawy pomiędzy grupami (tzn. porównanie różnic liczby punktów przed i po leczeniu pomiędzy dwiema grupami) weryfikowano za pomocą testu U Manna-Whitneya (Tab. 2 i 3).

Za różnice istotne statystycznie uznano te, które charakteryzowały się poziomem istotności (p) poniżej 0,05. Różnice z wyliczoną wartością  $p > 0,05$  uznawano za nieistotne statystycznie (NS).

Statistical analysis was carried out with MedCalc v. 11.6.1.0. To present the results according to Lequesne's scale, Laitinen questionnaire and VAS scale, means and standard deviations were calculated. The results were presented as means ± standard deviations.

The analysis of significant differences between scores obtained with the three scales utilised non-parametric tests:

- differences in scores obtained before and after therapy (within a group) were verified with Wilcoxon's test for paired samples (Tab. 1).
- differences in the degree of improvement between the groups (i.e. comparison of the differences in scores before and after therapy between two groups) were verified with Mann-Whitney's U test (Tab. 2 and 3).

Differences at a significance level ( $p < 0.05$ ) were considered statistically significant, whereas differences at  $p > 0.05$  were considered statistically non-significant (NS).

Tab. 1. Wyniki oceny wydolności czynnościowej stawu kolanowego wg skali Lequesne'a i skuteczności przeciwbólowej w skali Laitinena i w skali VAS w Grupach I, II i III przed i po leczeniu

Tab. 1. Assessment of knee joint function according to Lequesne's scale and analgesic effectiveness according to modified Laitinen questionnaire and visual analogue scale (VAS) in Groups I, II and III before and after therapy

	Grupa I/ Group I			Grupa II/ Group II			Grupa III/ Group III		
	Przed leczeniem/ Before therapy	Po leczeniu/ After therapy	p	Przed leczeniem/ Before therapy	Po leczeniu/ After therapy	p	Przed leczeniem/ Before therapy	Po leczeniu/ After therapy	p
Wyniki oceny funkcjonalnej w skali Lequesne'a/ Functional assessment according to Lequesne's scale	7.7±2.4	6.6±2.8	P < 0.0001	12.7±5.2	8.8±5.0	P < 0.0001	10.9±5.1	8.6±5.3	P < 0.0001
Wyniki oceny dolegliwości bólowych w skali Laitinena/ Pain relief according to modified Laitinen questionnaire	6.9±2.1	5.0±2.3	P < 0.0001	7.0±2.7	3.5±2.9	P < 0.0001	6.9±2.4	5.0±2.8	P < 0.0001
Wyniki oceny dolegliwości bólowych w skali VAS/ Pain relief according to VAS	5.4±1.4	3.4±1.6	P < 0.0001	5.6±1.9	2.5±2.2	P < 0.0001	5.5±2.2	3.8±2.0	P < 0.0001

Tab. 2. Porównanie stopnia poprawy w skali Lequesne'a, w skali Laitinena i w skali VAS w Grupach I, II, i III w stosunku do Grupy IV (placebo)

Tab. 2. Degree of improvement according to Lequesne's scale, modified Laitinen questionnaire and visual analogue scale (VAS) in Groups I, II and III in comparison with Group IV (placebo)

	Grupa I/ Group I	Grupa placebo/ Placebo group	P	Grupa II/ Group II	Grupa placebo/ Placebo group	P	Grupa III/ Group III	Grupa placebo/ Placebo group	P
Wyniki oceny funkcjonalnej w skali Lequesne'a/ Functional assessment according to Lequesne's scale	1.06±0.6	0.5±1.1	P = 0.0001	3.9±3.4	0.5±1.1	P < 0.0001	2.3±2.9	0.5±1.1	P < 0.0001
Wyniki oceny dolegliwości bólowych w skali Laitinena/ Pain relief according to modified Laitinen questionnaire	1.9±0.9	1.1±1.2	P = 0.0008	3.5±2.1	1.1±1.2	P < 0.0001	1.9±2.1	1.1±1.2	P = 0.1741
Wyniki oceny dolegliwości bólowych w skali VAS/ Pain relief according to VAS	2.0±0.8	1.5±1.0	P = 0.0034	3.2±1.8	1.5±1.0	P < 0.0001	1.7±1.5	1.5±1.0	P = 0.3582

Tab. 3. Porównanie stopnia poprawy w skali Lequesne'a, w skali Laitinena i w skali VAS pomiędzy Grupami I, II i III

Tab. 3. Degree of improvement according to Lequesne's scale, modified Laitinen questionnaire and visual analogue scale (VAS) – comparison of Groups I, II and III

	Grupa I/ Group I	Grupa II/ Group II	P	Grupa I/ Group I	Grupa III/ Group III	P	Grupa II/ Group II	Grupa III/ Group III	P
Wyniki oceny funkcjonalnej w skali Lequesne'a/ Functional assessment according to Lequesne's scale	1.06±0.6	3.9±3.4	P < 0.0001	1.06±0.6	2.3±2.9	NS	3.9±3.4	2.3±2.9	P = 0.0015
Wyniki oceny dolegliwości bólowych w skali Laitinena/ Pain relief according to modified Laitinen questionnaire	1.9±0.9	3.5±2.1	P < 0.0001	1.9±0.9	1.9±2.1	NS	3.5±2.1	1.9±2.1	P = 0.0001
Wyniki oceny dolegliwości bólowych w skali VAS/ Pain relief according to VAS	2.0±0.8	3.2±1.8	P < 0.0001	2.0±0.8	1.7±1.5	NS	3.2±1.8	1.7±1.5	P = 0.0001

## WYNIKI

Oceniając wydolność funkcjonalną poddanego terapii stawu kolanowego w skali Lequesne'a zaobserwowano istotną statystycznie poprawę we wszystkich badanych Grupach I, II i III. Podobne obserwacje poczyniono analizując dolegliwości bólowe oceniane w skali Laitinena. We wszystkich badanych grupach uzyskano istotne statystycznie zmniejszenie dolegliwości bólowych w skali VAS (Tab. 1). Uzyskana poprawa w Grupie IV (placebo) nie była istotna statystycznie w żadnej z użytych w badaniu skal (Tab. 1). W Tabeli podano wartości średnie +/- odchylenie standardowe liczby punktów uzyskanych w danej skali.

Analizując stopień poprawy w Grupach I, II i III w stosunku do Grupy IV (placebo) zaobserwowano istotną statystycznie poprawę wydolności czynnościowej stawu kolanowego w skali Lequesne'a i zmniejszenie dolegliwości bólowych w skali Laitinena i w skali VAS tylko w Grupie I (laser jednofalowy w dawce 8J/pkt) i Grupie II (laser MLS w dawce 12,4 J/pkt). W Grupie III (laser MLS w dawce 6,6 J/pkt) zaobserwowano poprawę w stosunku do grupy placebo tylko w skali Lequesne'a. Parametry pozostałych skal, czyli skali Laitinena i skali VAS nie uległy istotnej poprawie w Grupie III w stosunku do grupy placebo (Tab. 2). W tabeli podano wartości średnie +/- odchylenie standardowe różnic liczby punktów uzyskanych przed i po leczeniu.

Analizując stopień poprawy pomiędzy Grupami I, II i III zaobserwowano największą poprawę (w skali Lequesne'a, Laitinena i VAS) w Grupie II (laser MLS w dawce 12,4 J/pkt). Stopnie poprawy uzyskane w Grupach I i III nie różniły się istotnie (Tab. 3). W tabeli podano wartości średnie +/- odchylenie standardowe różnic liczby punktów uzyskanych przed i po leczeniu.

## DYSKUSJA

Wykorzystanie laserów biostymulacyjnych w medycynie stale rośnie. Poszukuje się nowych, bardziej efektywnych form aplikacji promieniowania laserowego.

Lasery niskoenergetyczne emitujące promieniowanie laserowe o gęstości powierzchniowej mocy poniżej 500 mW/cm<sup>2</sup> znajdują zastosowanie w przyspieszaniu procesów regeneracji i gojeniu ran [8]. Również w badaniach eksperymentalnych na zwierzętach zaobserwowano stymulujący wpływ promieniowania laserowego o długości fali 808 nm na angiogenezę w osteoartrozie [9]. Autorzy innych badań na zwierzętach zaobserwowali wpływ czynników fi-

## RESULTS

Statistically significant improvements in knee joint function according to Lequesne's scale were observed in all experimental Groups (I, II and III). Similar improvements were also found concerning pain intensity assessed by means of Laitinen questionnaire. Statistically significant pain relief assessed with the VAS scale was seen in all groups (Tab. 1). Improvements in Group IV (placebo) evaluated were statistically non-significant across all scales used in the study (Tab. 1). The table shows mean values +/- standard deviation of the scores obtained with individual scales.

Analysis of the degree of improvement in groups I, II and III compared with Group IV (placebo) revealed statistically significant improvements in knee joint function according to Lequesne's scale and pain reduction measured by the Laitinen questionnaire and VAS scale only in Group I (one-wave laser at a dose of 8 J/point) and Group II (MLS laser at a dose of 12.4 J/point). Group III (MLS laser at a dose of 6.6 J/point) registered a statistically significant improvement compared with the placebo group only according to Lequesne's scale. The parameters of the remaining scales, i.e. Laitinen questionnaire and VAS scale, did not show significant improvements in Group III compared with the placebo group (Tab. 2). The table shows mean values +/- standard deviation of the differences between the scores obtained before and after therapy.

Analysis of the degree of improvement between Groups I, II and III showed the greatest improvements (according to Lequesne's scale, Laitinen questionnaire and VAS scale) in Group II (MLS laser at a dose of 12.4 J/point). Differences in the degree of improvement in Groups I and III were statistically non-significant (Tab. 3). The table shows mean values +/- standard deviations of the differences between the scores obtained before and after therapy.

## DISCUSSION

The use of laser biostimulation in medicine is constantly increasing, with new and more effective laser irradiation techniques being sought.

Low-energy lasers emitting radiation with a surface density of power below 500 mW/cm<sup>2</sup> are used to accelerate regeneration processes and wound healing [8]. Additionally, animal studies have demonstrated a stimulating effect of laser irradiation (wave length 808 nm) on angiogenesis in osteoarthritis [9]. Other animal studies have revealed a beneficial effect of physical factors, including laser irradiation, on metabolism and articular cartilage structure, and reduction

zykalnych, w tym również promieniowania laserowego, na poprawę metabolizmu i struktury chrząstki stawowej, zmniejszenie produkcji mediatorów zapalenia i redukcję apoptozy chondrocytów [10,11].

Promieniowanie laserowe małej i średniej mocy stosuje się w chorobie zwyrodnieniowej kręgosłupa szyjnego [12]. W połączeniu z kinezyterapią powoduje ono zmniejszenie dolegliwości bólowych, relaksację mięśni, poprawę zakresu ruchów. Podobne efekty uzyskuje się w przypadku choroby zwyrodnieniowej kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego [13,14].

Skuteczność promieniowania laserowego zaobserwowano również w przypadku choroby zwyrodnieniowej stawów kolanowych [15-17]. Potwierdzają to badania Alfredo i wsp. [18]. W randomizowanym badaniu z podwójnie ślełą próbą, 40 pacjentów podzielono na dwie grupy. W Grupie I stosowano laseroterapię w dawce 3J oraz ćwiczenia, w Grupie II stosowano placebo laser i ćwiczenia. W grupie gdzie zastosowano laseroterapię zaobserwowano istotne statystycznie zmniejszenie dolegliwości bólowych, poprawę zakresów ruchu, poprawę funkcjonalną w skali Lequesna i aktywności w skali Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis (WOMAC).

Obserwacje te potwierdzają również badania Gur i wsp. [19]. Pacjentów z chorobą zwyrodnieniową stawów kolanowych podzielono na 3 grupy, każda po 30 osób. W Grupie I zastosowano promieniowania laserowe w dawce 3J przez 5 minut i ćwiczenia, w Grupie II – 2J przez 3 minuty i ćwiczenia, w Grupie III – laser placebo i ćwiczenia. Po zakończeniu badania zaobserwowano istotną poprawę takich parametrów, jak: odczuwane dolegliwości bólowe, zakres ruchów stawu kolanowego, sztywność poranna, możliwość chodzenia i funkcjonowania w skali Western Ontario and Mc Master Universities Osteoarthritis Index (WOMAC) w obu grupach gdzie stosowano laseroterapię.

Przeciwoedemowy wpływ ciągłego promieniowania laserowego został potwierdzony w badaniach Hegedus i wsp. [3]. Badaniem objęto 27 pacjentów z chorobą zwyrodnieniową stawu kolanowego, których podzielono na dwie grupy. W Grupie I aplikowano metodą kontaktową, ciągle promieniowanie laserowe o długości fali 830 nm, mocy 50 mW w dawce 6J/pkt., całkowita dawka w sesji zabiegowej wynosiła 48J/cm<sup>2</sup>. Grupa II poddana została laseroterapii placebo z użyciem lasera o mocy 0,5 mW. U pacjentów Grupy I zaobserwowano istotną statystycznie redukcję dolegliwości bólowych w skali VAS z 5,75 przed leczeniem do 1,18 po leczeniu, zmniejszenie obrzęku i tklwości uciskowej, poprawę zakresu ruchu zgięcia. Zastosowanie pomiarów termograficznych wykazało istotne statystycznie podwy-

of inflammatory mediators and chondrocyte apoptosis [10,11].

Low- and medium-power laser irradiation is used in degenerative disease of the cervical spine [12]. In conjunction with kinesiotherapy, it leads to pain reduction, muscle relaxation, and range of motion improvement. Similar effects are obtained in the case of osteoarthritis of the lumbosacral spine [13,14].

The effectiveness of laser irradiation has also been observed in knee osteoarthritis [15-17], as confirmed in a study by Alfredo et al. [18]. In this randomised double-blind study, 40 patients were divided into two groups. Group I received laser therapy (at a dose of 3J) and exercise, whereas Group II received placebo laser and exercise. The laser therapy group showed a statistically significant reduction in pain, improvement in ranges of motion, function (according to Lequesne's scale) and activity (according to the Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index [WOMAC]).

A study by Gur et al. [19] also confirm these observations. In their study, patients with knee osteoarthritis were divided into 3 groups of 30. Group I received laser therapy at a dose of 3J for 5 minutes and exercise, Group II received laser at a dose of 2J for 3 minutes and exercise, and Group III received placebo laser and exercises. On completion of the study, there was a statistically significant improvement in such parameters as pain, range of knee motion, morning stiffness, and the ability to walk and function according to the Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC) in both groups where laser therapy was used.

An anti-oedema effect of continuous laser irradiation was confirmed by Hegedus et al. [3]. The study enrolled 27 patients with knee osteoarthritis divided into two groups. Group I received continuous laser irradiation (wave length 830 nm, power 50 mW, dose 6 J/point, total dose per session 48 J/cm<sup>2</sup>) with the contact method. Group II received placebo laser therapy with a power of 0.5 mW. Group I demonstrated statistically significant reduction of pain according to VAS from 5.75 at baseline to 1.18 after treatment, reduction of oedema and tenderness, and improvement in the range of flexion. Thermographic assessment showed a statistically significant increase in the temperature of skin surface above the knee joint of a minimum of 0.5 degree Celsius, which may suggest improved microcirculation and an anti-oedema effect of continuous laser irradiation (wave length 830 nm). These findings correspond to the observations of other authors [20].

Difficulties in assessing the effect of laser irradiation on the body stem from the use of various

zsenie temperatury powierzchni skóry nad stawem kolanowym, przynajmniej o 0,5 stopnia C, co może świadczyć o poprawie mikrokrążenia i działaniu przeciwrzękowym ciągłego promieniowania laserowego o długości fali 830 nm. Jest to zgodne ze spostrzeżeniami innych autorów [20].

Trudności w ocenie wpływu promieniowania laserowego na organizm wynikają z różnorodnych sposobów aplikacji. W przytoczonych badaniach stosowano różną dawkę, moc i długość fali promieniowania laserowego. Efekt zależy jest także od sposobu dostarczania energii promieniowania laserowego czyli metodyki naświetlania, która może być bezpośrednia (metoda kontaktowa) lub pośrednia (skaning).

Poszukuje się również sposobów na jednoczesowe wykorzystanie działania różnych sposobów aplikacji i różnych długości fal promieniowania laserowego. Możliwość takie daje System MLS Therapy.

W niniejszym badaniu najlepszy efekt terapeutyczny zaobserwowano przy użyciu lasera MLS w dawce  $E=12,4$  J/punkt (Grupa II). Można to tłumaczyć zarówno lepszym działaniem zsynchronizowanych dwóch długości fal (o emisji ciągłej i impulsowej) w stosunku do promieniowania jednofalowego, jak i zależnością efektów od dawki promieniowania dwufalowego. Lepsze efekty uzyskano przy użyciu promieniowania zsynchronizowanego, dwufalowego (Grupa II) w porównaniu z promieniowaniem jednofalowym (Grupa I). Lepsze efekty uzyskano przy użyciu promieniowania zsynchronizowanego, dwufalowego w dawce 12,4 J/punkt (Grupa II) w porównaniu z promieniowaniem zsynchronizowanym, dwufalowym w dawce 6,6 J/punkt (Grupa III). Jednocześnie efekty terapeutyczne nie różniły się istotnie pomiędzy grupami, gdzie stosowano promieniowanie jednofalowe w dawce 8 J/punkt (Grupa I), a grupą gdzie stosowano promieniowanie dwufalowe z systemu MLS w dawce 6,6 J/punkt (Grupa III). Może to świadczyć o znaczeniu dawki dostarczanej energii w celu uzyskania określonych efektów terapeutycznych. Zastosowanie różnych form aplikacji promieniowania laserowego wymaga dalszych badań nad jego wpływem na organizm, komórki i tkanki w celu jak najlepszego jego wykorzystania w procesie leczenia.

## WNIOSKI

1. Promieniowanie jednofalowe w dawce 8 J/punkt, jak i zsynchronizowane promieniowanie dwufalowe z systemu MLS zarówno w dawce 12,4 J/punkt, jak i w dawce 6,6 J/punkt istotnie statystycznie wpływa na poprawę wydolności funkcjonalnej i zmniejszenie dolegliwości bólowych stawów kolanowych u osób z chorobą zwyrodnieniową.

methods of application. The studies described above utilised therapy regimens with different doses, power and wave lengths. The effect also depends on the manner of application of laser energy, i.e. irradiation technique, which may be direct (contact method) or indirect (scanning method).

Methods involving simultaneous use of different application techniques of laser energy at different wave lengths are also being sought. MLS Therapy embraces these possibilities.

In our study, the best therapeutic effects were observed with the use of MLS laser irradiation at a dose of  $E=12.4$  J/point (Group II). It may be explained by both a superior effect of two synchronised wave lengths (one continuous, one pulsed) compared with one-wave irradiation as well as a dose-dependent effect of two-wave irradiation. Superior results were obtained with the use of synchronised two-wave irradiation (Group II) compared with one-wave irradiation (Group I). Better results were obtained with the use of synchronised two-wave irradiation at a dose of 12.4 J/point (Group II) compared with synchronised two-wave irradiation at a dose of 6.6 J/point (Group III). Simultaneously, the therapeutic effects were not significantly different between the group which received one-wave irradiation at a dose of 8 J/point (Group I) and the group which received two-wave MLS irradiation at a dose of 6.6 J/point (Group III). This may indicate the importance of the dose of energy for the generation of particular therapeutic effects. The use of different types of laser irradiation requires further research on its influence on human body, cells and tissues so that it can be optimally utilised for therapeutic purposes.

## CONCLUSIONS

1. One-wave laser irradiation at a dose of 8 J/point and two-wave laser irradiation both at a dose of 12.4 J/point and 6.6 J/point significantly improved knee joint function and relieved knee pain in patients with osteoarthritis.
2. The most marked therapeutic effect was obtained in the group where synchronised two-wave irra-



2. Największy efekt terapeutyczny uzyskano w grupie, gdzie stosowano promieniowanie zsynchronizowane, dwufalowe z systemu MLS w dawce 12,4 J/punkt. diation emitted by an MLS device was used at a dose of 12.4 J/point.

## PIŚMIENNICTWO/REFERENCES

- Brosseau L, Robinson V, Wells G, i wsp. Withdrawn: Low level laser therapy (Classes III) for treating osteoarthritis. *Cochrane Database Syst Rev.* 2007; 18;(1):CD002046.
- Hakgüder A, Birtane M, Gürcan S, Kokino S, Turan FN. Efficacy of low level laser therapy in myofascial pain syndrome: an algometric and thermographic evaluation. *Lasers Surg Med.* 2003;33(5):339-43.
- Hegedus B, Viharos L, Gervain M, Gálfi M. The effect of low-level laser in knee osteoarthritis: a double-blind, randomized, placebo-controlled trial. *Photomed Laser Surg.* 2009;27:577-84.
- Konstantinovic LM, Cutovic MR, Milovanovic AN, i wsp. Low-level laser therapy for acute neck pain with radiculopathy: a double-blind placebo-controlled randomized study. *Pain Med.* 2010;11:1169-78.
- Chow R, Armati P, Laakso EL, Bjordal JM, Baxter GD. Inhibitory effects of laser irradiation on peripheral mammalian nerves and relevance to analgesic effects: a systematic review. *Photomed Laser Surg.* 2011;29:365-81.
- Chung H, Dai T, Sharma SK, Huang YY, Carroll JD, Hamblin MR. The nuts and bolts of low-level laser (light) therapy. *Ann Biomed Eng.* 2012;40:516-33.
- Hashmi JT, Huang YY, Sharma SK, i wsp. Effect of pulsing in low-level light therapy. *Lasers Surg Med.* 2010;42:450-66.
- Prabhu V, Rao SB, Chandra S, i wsp. Spectroscopic and histological evaluation of wound healing progression following Low Level Laser Therapy (LLLT). *J Biophotonics.* 2012;5:168-84.
- da Rosa AS, Dos Santos AF, da Silva MM i wsp. Effects of Low-Level Laser Therapy at Wavelengths of 660 nm and 808 nm in Experimental Model of Osteoarthritis. *Photochem Photobiol.* 2012;88:161-6.
- Guo H, Luo Q, Zhang J, Lin H, Xia L, He C. Comparing different physical factors on serum TNF- $\alpha$  levels, chondrocyte apoptosis, caspase-3 and caspase-8 expression in osteoarthritis of the knee in rabbits. *Joint Bone Spine.* 2011;78:604-10.
- Lin HD, He CQ, Luo QL, Zhang JL, Zeng DX. The effect of low-level laser to apoptosis of chondrocyte and caspases expression, including caspase-8 and caspase-3 in rabbit surgery-induced model of knee osteoarthritis.
- Ozdemir F, Birtane M, Kokino S. The clinical efficacy of low-power laser therapy on pain and function in cervical osteoarthritis. *Clin Rheumatol.* 2001;20:181-4.
- Mandić M, Rancić N. Low power laser in the treatment of the acute low back pain. *Vojnosanit Pregl.* 2011;68:57-61.
- Charłusz M, Gaszytych J, Irzmański R, Kujawa J. Comparative analysis of analgesic efficacy of selected physiotherapy methods in low back pain patients. *Ortop Traumatol Rehabil.* 2010;12:225-36.
- Ren XM, Wang M, Shen XY, Wang LZ, Zhao L. Clinical observation on acupoint irradiation with combined laser or red light on patients with knee osteoarthritis of yang deficiency and cold coagulation type. *Zhongguo Zhen Jiu.* 2010;30:977-81.
- Jamtvedt G, Dahm KT, Holm I, Flottorp S. Measuring physiotherapy performance in patients with osteoarthritis of the knee: a prospective study. *BMC Health Serv Res.* 2008; 8:8-145.
- Jamtvedt G, Dahm KT, Christie A i wsp. Physical therapy interventions for patients with osteoarthritis of the knee: an overview of systematic reviews. *Phys Ther.* 2008;88:123-36.
- Alfredo PP, Bjordal JM, Dreyer SH i wsp. Efficacy of low level laser therapy associated with exercises in knee osteoarthritis: a randomized double-blind study. *Clin Rehabil.* published online 14 December 2011
- Gur A, Cosut A, Sarac AJ, Cevik R, Nas K, Uyar A. Efficacy of different therapy regimes of low-power laser in painful osteoarthritis of the knee: a double-blind and randomized-controlled trial. *Lasers Surg Med.* 2003;33:330-8.
- Kujawa J., Talar J., Gworys K. i wsp. The impact of laser biostimulation combined with diclofenac inunction on treatment outcome in patient with gonarthrosis. *Fizjot Pol.* 2000; 4,185-193.

Projekt badań uzyskał akceptację Komisji Bioetyki Uniwersytetu Medycznego w Łodzi, uchwała nr RNN/462/09/KB z dn. 09.06.2009r.

The study was approved by the Bioethics Committee of Medical University of Łódź, Resolution No. RNN/462/09/KB of 9 June 2009.

Liczba słów/Word count: 4995

Tabele/Tables: 3

Ryciny/Figures: 0

Piśmiennictwo/References: 20

Adres do korespondencji / Address for correspondence

Dr n. med. Kamila Gworys, Klinika Rehabilitacji Medycznej Uniwersytetu Medycznego,  
Wojewódzkie Centrum Ortopedii i Rehabilitacji Narządu Ruchu  
91-002 Łódź, ul. Drewnowska 75, tel/fax: (42) 654-01-19, e-mail: kamila.gworys@umed.lodz.pl

Otrzymano / Received 02.04.2012 r.  
Zaakceptowano / Accepted 06.06.2012 r.