

Zaangażowanie Autorów
A – Przygotowanie manuskryptuJarosław Pasek^{1(A,B,D,E,F)}, Anna Misiak^{1(A,D,E)}C – Analiza statystyczna
D – Interpretacja danych
E – Przygotowanie manuskryptu
F – Opracowanie piśmiennictwa
G – Pozyskanie funduszy

Author's Contribution

A – Study Design
B – Data Collection
C – Statistical Analysis
D – Data Interpretation
E – Manuscript Preparation
F – Literature Search
G – Funds CollectionAleksander Sieron^{1(A,B,C)}¹ Oddział Kliniczny Chorób Wewnętrznych, Angiologii i Medycyny Fizykalnej Katedry Chorób Wewnętrznych oraz Ośrodek Diagnostyki i Terapii Laserowej w Bytomiu, Śląski Uniwersytet Medyczny, Katowice
² Dział Rehabilitacji Wojewódzkiego, Szpital Specjalistyczny nr 5 im św. Barbary, Sosnowiec
³ Hospital Department of Internal Diseases, Angiology and Physical Medicine of the Department of Internal Diseases, Center for Laser Diagnosis and Therapy in Bytom, Silesian Medical University, Katowice
² Department of Rehabilitation, St. Barbara's Regional Specialised Hospital No. 5, Sosnowiec**Nowe możliwości w fizykoterapii
– magnetolaseroterapia**
*New possibilities in physiotherapy
– magnetolaserotherapy***Słowa kluczowe:** leczenie, magnetolaseroterapia, rehabilitacja
Key words: treatment, magnetolaserotherapy, rehabilitation**STRESZCZENIE**

Charakterystycznemu postępowi XXI wieku w nauce i technice towarzyszy znaczący rozwój badań naukowych w medycynie fizykalnej. Na naszych oczach fizyka coraz odważniej wkracza do leczenia, poszerzając w ten sposób ofertę terapeutyczną, a w niektórych przypadkach także zmniejsza uboczne skutki działania farmaceutyków. Zwłaszcza w ostatnich latach wzrasta zainteresowanie oraz intensywne badania nad terapeutycznym wykorzystaniem nowych metod fizykalnych, w tym zmiennych pól magnetycznych, które dotychczas pozostawały niedostatecznie wykorzystywane. Do takich metod należy wspólne wykorzystanie laserów i pól magnetycznych zwanych magnetolaseroterapią. Magnetolaseroterapia, czyli skojarzone oddziaływanie promieniowania laserowego wraz ze zmiennym polem magnetycznym, spowodowało coraz szersze wykorzystanie tej terapii w różnych dziedzinach medycyny klinicznej oraz rehabilitacji. Udokumentowane pozytywne efekty stosowania lasera biostymulującego oraz zmiennego pola magnetycznego w zwalczaniu bólu, przyśpieszeniu gojenia ran i wzmacnianiu układu odpornościowego są już bezspornie udokumentowane w wielu pracach klinicznych, co ma bezpośredni wpływ na czas, jakość i komfort leczenia pacjenta. W pracy wykorzystano informacje zawarte w dostępnej literaturze dotyczącej magnetolaseroterapii, a także doświadczenie własne związane z tą metodą. Praca jest przejrzystym i kompleksowym opracowaniem skierowanym do specjalistów zajmujących się szeroko pojętą medycyną fizykalną.

SUMMARY

The characteristic progress in science and technology of the 21st century is being accompanied by significant research developments in the field of physical medicine. Before our very eyes physics is entering more and more courageously into treatment, broadening the therapeutic armamentarium and also reducing the side effects of pharmaceutical agents in some cases. Particularly in recent years one can observe increasing interest and intensive research concerning therapeutic application of new physical methods, including variable magnetic fields, which until now have been underused. One such method is the combined application of lasers and magnetic fields, known as magnetolaserotherapy. Magnetolaserotherapy, the combined action of laser radiation and a variable magnetic field, has led to increasingly wider use of this treatment modality in various fields of clinical medicine and rehabilitation. Documented positive effects of the use of the biostimulating laser and variable magnetic field in the control of pain, acceleration of wound healing and strengthening of the immune system have already been positively confirmed in a large number of clinical studies, which directly translates into the duration, quality and patient comfort during treatment. The present paper is based on information contained in available publications concerning magnetolaserotherapy and the authors' experience connected with this method. This article is a clear and comprehensive review intended for specialists in broadly defined physical medicine.

Liczba słów/Word count: 6134

Tabele/Tables: 2

Ryciny/Figures: 1

Piśmiennictwo/References: 40

Adres do korespondencji / Address for correspondence

Jarosław Pasek
41-902 Bytom, ul. Stefana Batorego 15
tel./fax: (0-32) 786-16-24, e-mail: jarus_tomus@o2.plOtrzymano / Received 05.01.2007 r.
Zaakceptowano / Accepted 02.04.2007 r.

WSTĘP

Zainteresowanie wykorzystaniem metod fizykalnych w medycynie i rehabilitacji wynika z faktu poszukiwania nowych metod terapeutycznych, które w wielu schorzeniach mogłyby wspomóc farmakoterapię. Leczenie zmiennym polem magnetycznym wraz z promieniowaniem laserowym stanowi nowoczesną formę medycyny fizykalnej, wykorzystującej oddziaływania fizyczne pola magnetycznego oraz promieniowania laserowego do poprawy stanu zdrowia pacjenta. Idea stymulacji wywodzi się z ogólnie znanego w medycynie faktu, iż odpowiednio dawkowane bodźce zewnętrzne powodują mobilizację procesów odpornościowych i regeneracyjnych [1,2,3].

Skonstruowanie lasera, a następnie magnetolaseru stanowi przewrót w fizyce, technice i medycynie stwarzając wiele nowych możliwości w badaniach naukowych i zastosowaniach technicznych. Dzięki temu nauka i technika uzyskały rozległe perspektywy zastosowań w wielu dyscyplinach medycznych [2,4]. Rozwój wiedzy na temat oddziaływania światła laserowego na tkanki, podczas którego nie dochodzi do bezpośredniego zniszczenia, zaowocował rozwojem terapii średnioenergetycznej oraz tzw. niskoenergetycznej terapii laserowej [4,5]. Charakter oddziaływania promieniowania laserowego z tkanką zależy od własności tkanki (pigmentacji skóry, grubości poszczególnych jej warstw, ukrwienia, wielkości przepływu krwi) oraz cech promieniowania. Istotną rolę odgrywa współczynnik pochłaniania tkanki. Promienie lasera działające na tkankę ulegają odbiciu, rozpraszaniu i pochłanianiu (absorpcji). Opisuując absorpcję promieniowania skóry można przyjąć, że głównymi absorbentami promieniowania w skórze są: melanina, aminokwasy aromatyczne jak tyrozyna i tryptofan, oraz woda, krew i hemoglobina. Natomiast kolagen zawarty w warstwie podstawowej silnie rozprasza światło, przy czym bardziej rozpraszane są fale krótsze. Światło laserowe skierowane na określoną powierzchnię napotyka na niejednorodną strukturę poszczególnych warstw, dlatego też różne może być jego oddziaływanie na tkanki. Wiadomo, że część promieniowania laserowego padając na powierzchnię zabiegową ulega odbiciu, pozostałe wnikają w tkankę ulegając w różnym stopniu rozproszeniu, absorpcji i dalszej transmisji. Odbiciu może ulec nawet 40-50% promieniowania i zależy to zarówno od kąta padania promieni, jak i struktury powierzchni, typu tkanki, jej unaczynienia, pigmentacji itd. Są to powody, dla których głowica lasera powinna być stosowana w odległości nie większej niż zalecana [4,5,6] i pod kątem prostym do powierzchni naświetlanej. Uogólniając, można stwierdzić, że w zakresie ultrafioletu, światła widzialnego i bliskiej podczerwieni, im większa jest długość fali, tym większa penetracja w głąb tkanek. Wynika stąd fakt najgłębszego zasięgu tkankowego światła podczerwonego. Na podstawie licznych badań klinicznych określono tzw. „okno optyczne”, w którym przez naskórek i skórę przechodzi na głębokość kilku milimetrów światło w przedziale od czerwieni do bliskiej podczerwieni [7]. Tę długość fali wykorzystuje się głównie w rehabilitacji (Ryc. 1).

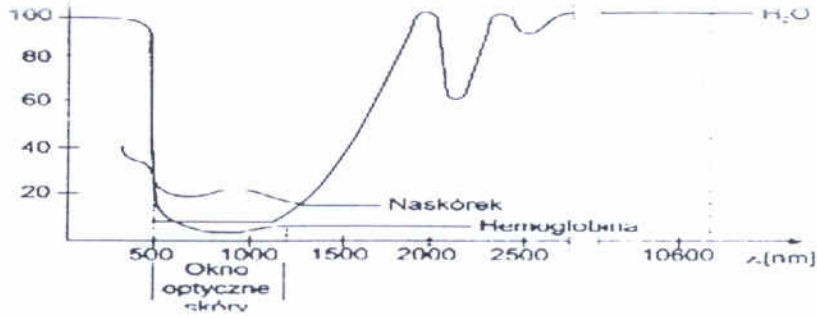
Początkowo wprowadzono do użytku medycznego tzw. lasery wysokoenergetyczne. Lasery te do tej pory znakomi-

BACKGROUND

Interest in the application of physical methods in medicine and rehabilitation results from a quest for new therapeutic methods which could support pharmacotherapy in many medical conditions. Variable magnetic field treatment accompanied by laser radiation is a modern modality of physical medicine which takes advantage of the physical effects of a magnetic field and laser radiation to improve patients' health. The idea of stimulation comes from a generally known fact in medicine that properly dosed external stimuli cause mobilisation of immune and regeneration processes [1,2,3].

The construction of a laser and then a magnetolaser is a revolution in physics, technology and medicine that opens up plenty of possibilities in research and technological applications. Thanks to that, science and technology have gained extensive prospects for application in many medical fields [2,4]. Progress in our understanding of the effect of light on tissues which is not associated with direct damage has resulted in the development of mesoenergetic therapy and the so called low-energy laser therapy [4,5]. The nature of the effect of laser radiation on a tissue depends on the tissue's properties (skin pigmentation, thickness of its individual layers, blood supply, blood flow intensity) and the characteristics of the radiation, with the tissue's absorption coefficient playing an essential role. Laser rays acting on a tissue are subject to reflection, dispersion and absorption. Describing the absorption of radiation by skin, it can be assumed that the main cutaneous absorbents of radiation are melanin, aromatic amino acids such as tyrosine and tryptophan, but also water, blood and hemoglobin. However, collagen, contained in the basal layer, strongly disperses light, with shorter waves dispersed more effectively. Laser light falling on a particular surface encounters a non-homogeneous structure of individual layers and because of that its effect on tissues may be different. It is known that some of the laser radiation incident on the treated surface is reflected off it while the rest penetrates the tissue and is subject to different degrees of dispersion, absorption and further transmission. As much as 40-50% of radiation may be reflected, depending on the angle of incidence of the rays, as well as on the tissue's surface structure, type, vascularization, pigmentation and so on. These are the reasons why the laser's probe should be placed at a distance not greater than recommended [4,5,6] and at a right angle towards the irradiated surface. Generally speaking, for ultraviolet, visible light and near infrared, the greater the wavelength, the bigger the penetration into tissues. Accordingly, the deepest range is achieved by infrared irradiation. The results of a number of clinical studies have served to define an "optical window" in which the light of the range from red to near infrared penetrates the epidermis and the skin a few millimeters deep [7]. This wavelength range is mainly used in rehabilitation (Fig. 1).

So-called high-energy lasers were the first to be used in medicine. These lasers are still excellent tools used in a number of invasive specialities, including ophthalmology, dermatology, surgery or neurosurgery [5,7,8]. However, it is low-energy laserotherapy that has recently been developing its medical applications most dynamically.



Ryc. 1. Absorpcja promieniowania elektromagnetycznego przez naskórek, hemoglobinę, wodę [7]

Fig. 1. Absorption of electromagnetic radiation by epidermis, hemoglobin and water [7]

cie sprawdzają się w wielu dyscyplinach zabiegowych, m.in. w okulistyce, dermatologii, chirurgii czy neurochirurgii [5,7,8]. Do najbardziej dynamicznych dziedzin laseroterapii w obecnych czasach należy jednak jego część niskoenergetyczna.

Metoda leczenia zmiennym polem magnetycznym wraz z promieniowaniem optycznym (laserowym) jest uznawana jako nowoczesna metoda oraz metoda z wyboru tym bardziej, że należy ona do metod nieinwazyjnych. Biorąc pod uwagę aspekty działania pól magnetycznych należy stwierdzić, że jest to metoda skuteczna i bezpieczna, a więc szczególnie przydatna w profilaktyce i terapii wielu schorzeń oraz jako uzupełnienie leczenia podstawowego. Należy szczególnie podkreślić korzyści wynikające z histerezy biologicznej pól magnetycznych (np. utrzymywanie się działania przeciwbólowego po ustaniu ekspozycji na pole) i brak objawów ubocznych związanych z tą metodą terapii [9,10, 11]. Ponadto zmienne pola magnetyczne o charakterze magnetostymulacji wywołują zjawisko cyklotronowego rezonansu jonowego.

Jonowy rezonans cyklotronowy (icr) występuje, gdy spełniona jest następująca zależność:

$$T = \frac{2\pi m}{Bq}$$

gdzie: T – okres rezonansu, m – masa jonu, q – jego ładunek, B – indukcja magnetyczna [12,13].

Jak wynika z przytoczonych danych, terapeutyczne oddziaływanie promieniowania laserowego i zmiennych pól magnetycznych jest wynikiem stale rozwijającej się medycyny fizykanej i badań klinicznych, a to dowodzi zasadności przedstawiania tych zagadnień.

MAGNETOLASEROTERAPIA NISKOENERGETYCZNA

Do początku lat 90 stosunkowo niewiele wiadomo było na temat mechanizmów działania promieniowania laserowego małej mocy na organizmy żywe [14,15]. Lata 90-te, a także lata współczesne to etap rozwoju medycyny fizykanej, w tym laseroterapii niskoenergetycznej, w której jednym z wiodących ośrodków jest Ośrodek Diagnostyki i Terapii Laserowej Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach z Oddziałem w Bytomiu.

Treatment with the combination of a variable magnetic field with optical (laser) radiation is regarded as a modern method and a method of choice, all the more that it ranks among non-invasive treatment modalities. Taking into consideration the aspects of magnetic field activity, it can be stated that this is a successful and safe method that is, consequently, especially useful in the prevention and treatment of various diseases and also as an adjunct to main treatment. It should be particularly underlined that there are benefits resulting from the biological hysteresis of magnetic fields (e.g. analgesic effect maintained after end of exposure to the field) and that no side effects are associated with this modality [9,10,11]. Moreover, variable magnetic fields with magnetostimulating effects induce the phenomenon of ionic cyclotron resonance:

Ionic cyclotron resonance (icr) appears when the following is met

$$T = \frac{2\pi m}{Bq}$$

where: T – resonance period, m – ion mass, q – ion charge, B – magnetic induction [12,13].

As follows from the quoted data, the therapeutic effect of laser radiation and variable magnetic fields is the result of continuous development of physical medicine and clinical studies and that forms the justification for discussing these issues.

LOW-ENERGY MAGNETOLASEROTHERAPY

Until the beginning of the 1990s, relatively little was known about the mechanisms of action of low-power laser radiation on living organisms [14,15]. The 1990s and also the present decade are a time of development of physical medicine, including low-energy laserotherapy. The Center for Laser Diagnosis and Therapy of Silesian Medical University in Katowice with a Hospital Department in Bytom ranks among the leading centers of this discipline.

Efekt podejmowanych działań i badań klinicznych, współpracy wielu ośrodków naukowych doprowadził do skonstruowania lasera, a następnie magnetolaser, stwarzając wiele nowych możliwości w leczeniu, badaniach naukowych i zastosowaniach technicznych. Dzięki temu nauka i technika uzyskały rozległe perspektywy zastosowań, między innymi w optyce, chemii, fizyce, chirurgii, stomatologii, onkologii i pulmonologii [9,17,18].

Magnetolaser to nowoczesne opracowanie w dziedzinie medycyny i rehabilitacji przeznaczone do jednoczesnego oddziaływania promieniowania laserowego wraz z niejednorodnym zmiennym polem magnetycznym niskiej częstotliwości o parametrach magnetostymulacji (ELF – MF). Magnetolaser przeznaczony jest do stosowania kontaktowego lub bliskiego kontaktowemu w odległości do 1 cm od powierzchni ciała pacjenta (jeżeli kontakt aplikatora ze zmianą chorobową jest niéwskazany np. owrzodzenie podudzi, rany ropne, półpaśiec itp.) [16,19]. Aparat realizuje dwa rodzaje terapii:

- laseroterapia niskoenergetyczna;
- laseroterapia niskoenergetyczna wraz z zmiennym polem magnetycznym.

Impulsy promieniowania laserowego są generowane ze stałą częstotliwością 181,8 Hz. Aplikatury produkowane są w dwóch wersjach:

- magnetolaser R (długość fali – 635 nm, moc maksymalna – 30 mW);
- magnetolaser IR (długość fali – 808 nm, moc maksymalna – 300 mW); [16,20].

Terapię tę stosuje się w serii powtarzalnych zabiegów składających się od kilku do kilkunastu lub kilkudziesięciu zabiegów o czasie trwania od kilku minut do kilkunastu minut (od 3-12 min.). Każdy pacjent poddawany terapii powinien zostać uprzednio skonsultowany z lekarzem, który powinien dobrać indywidualnie odpowiednie parametry promieniowania laserowego, jak i odpowiednie nastawy magnetostymulacji (sposób aplikacji, program oraz intensywność pola magnetycznego). Dawki stosowane w przypadku zmian przewlekłych są kilkakrotnie większe niż dla zmian ostrych. Niezależnie od typu stosowanej techniki, należy przestrzegać zasady prostopadłego padania wiązki promieniowania laserowego na tkankę. Energia promieniowania wnikającego w tkankę jest znacznie mniejsza (od 20--80%) niż energia promieniowania padającego, na skutek odbicia od powierzchni tkanki. Wnikanie zależy od właściwości samego promieniowania (długość, kąt padania) oraz od właściwości tkanki (stopień uwodnienia, ukrwienia, zawartości barwników, grubości tkanki). Należy również pamiętać, że okolica poddana zabiegowi powinna być „czysta” – (umycie i odłuszczenie skóry) oraz odkażanie sondy powinno być wykonywane przed każdym zabiegiem [21,22,23,24].

ISTOTA MAGNETOLASEROTERAPII NISKOENERGETYCZNEJ

Jednoczesne zastosowanie promieniowania laserowego wraz ze zmiennym polem magnetycznym skutkuje działaniem synergistycznym, a nawet hyperradycyjnym wynikającym z połączenia dwóch czynników fizycznych. Szerze obszaru spektrum działania pola magnetycznego może wspomagać silnie wyrażony miejscowy efekt leczniczy

The work, clinical studies and cooperation of many scientific centers has led to the construction of a laser and then a magnetolaser.

Opening up plenty of new possibilities in treatment, research and use in technology. Thanks to it, science and technology have gained broad prospects for application, among others, in optics, chemistry, physics, surgery, stomatology, oncology and pulmonology [9,17,18].

The magnetolaser is a modern project in the field of medicine and rehabilitation designed to provide the simultaneous activity of laser radiation and a non-homogeneous low-frequency variable magnetic field of magnetostimulating properties (ELF-MF). The magnetolaser is intended for contact or near-contact application from a distance of up to 1 cm from the body surface (if the probe's contact with the pathological lesion is not indicated e.g. crural ulceration, purulent wounds, herpes zoster etc.) [16,19]. The apparatus offers two forms of therapy:

- low-energy laser therapy;
- low-energy laser therapy with variable magnetic fields.

Laser radiation impulses are generated at a constant frequency of 181.8 Hz. Two types of the device are produced:

- magnetolaser R (wavelength – 635 nm, maximum power – 30 mW);
- magnetolaser IR (wavelength – 808 nm, maximum power – 300 mW); [16,20].

This therapy is used in a series of repeatable procedures consisting of a few, more than ten or several dozen procedures lasting from 3 to 12 minutes. Prior to beginning treatment, each patient should be consulted by a doctor who ought to select laser irradiation parameters on an individual basis and also appropriate characteristics of magnetostimulation (mode of application, programme and intensity of the magnetic field). Dosages used for the treatment of chronic conditions are several times higher than those used for acute lesions. Regardless of the type of technique employed, the principle of perpendicular incidence of the laser radiation on the tissue should be complied with at all times. The energy of radiation penetrating the tissue is significantly smaller (by 20-80%) than the energy of radiation impinging on the tissue as some radiation is reflected off the surface. Penetration depends on the properties of the radiation (wavelength, angle of incidence) and on the properties of the tissue (degree of hydration, blood supply, content of pigments, thickness). It should be also remembered that the region undergoing the procedure ought to be clean (the area should be cleansed and oily substances should be removed) and the probe should be disinfected before every procedure [21,22,23,24].

THE ESSENCE OF LOW-ENERGY MAGNETOLASEROTHERAPY

The simultaneous action of laser radiation and a variable magnetic field produces synergistic and even hyper-additive effects resulting from the combination of two physical factors. The broader spectrum of activity of magnetic fields can enhance the pronounced local therapeutic effect of laser radiation. It results from the fact that living tissue

Chłoniąc kwanty światła promieniowania bliskiego widzialnego, światło w zakresie widzialnym jest absorbowane przez składniki łańcucha oddechowego zlokalizowane w mitochondriach. Należy do nich oksydaza cytochromowa i NAD. Wraz z pochłonięciem kwantu promieniowania dochodzi do aktywacji łańcucha oddechowego. Zaktywowane zostają enzymy cytozolu i błony komórkowej, jak np. Na/K-ATP-aza, utrzymująca potencjał spoczynkowy błony komórkowej. Dodatkowo pochłonięcie promieniowania widzialnego generuje powstawanie wolnych rodników, które w niewielkich stężeniach działają stymulująco na metabolizm [8,24,25,26,27]. Promieniowanie podczerwone może być selektywnie pochłaniane przez błonę komórkową, prowadząc tym samym do zmian jej płynności i lepkości oraz do aktywacji systemów enzymatycznych w niej zatopionych, jak choćby wspomnianej już Na/K-ATP-azy [26,28,29].

Efekty leżące u podstaw zastosowania laserów niskoenergetycznych w rehabilitacji dają podstawę do stwierdzenia, iż laser ten oddziałuje na organizmy żywe poprzez rezonansową absorpcję energii promienistej na poziomie łańcucha oddechowego, którego elementy składowe działają jak barwniki u roślin. Na podstawie wielu badań doświadczalnych i klinicznych wiadomo, że promieniowanie laserowe R i IR oddziałuje na różnych poziomach strukturalnych [4,25,30].

Pod wpływem naświetlania promieniowaniem laserowym wraz ze zmiennym polem magnetycznym niskiej częstotliwości dochodzi do wielu zmian na poziomie komórkowym [25,31,32]. Obserwuje się następujące efekty działania magnetolaseroterapii:

- 1) działanie przeciwbólowe (działanie przeciwbólowe odbywa się głównie poprzez wzrost wydzielania endogennych opiatów z grupy β – endorfin, substancji odpowiadających za podwyższenie progu odczuwania bólu). Efekt działania przeciwbólowego występuje nie tylko podczas ekspozycji na promieniowanie, ale stwierdza się go również po zaprzestaniu ekspozycji [12].
- 2) działanie przeciwzapalne (działanie to związane jest ze stymulacją tworzenia c-AMP oraz prostaglandyny E, która wpływa na gromadzenie się c-AMP, co zmniejsza wydzielanie mediatorów zapalenia z neutrofilów, bazoofilów, komórek tłuszcznych i limfocytów) [12].
- 3) poprawa mikrokrążenia krwi (ekspozycja magnetolaseroterapii powoduje zwiększenie aktywności przywspółczulnej części układu wegetatywnego z wtórnym zwolnieniem rytmu serca, a, co za tym, idzie obniżenie ciśnienia tętniczego krwi. Normalizacja tego wskaźnika powoduje regulację mikrokrążenia krwi w miejscu podawanemu zabiegom, co powoduje lepsze ukrwienie, odżywienie oraz gojenie urazów) [12,32].
- 4) działanie immunomodulacyjne (badania wpływu magnetolaseroterapii na układ immunologiczny powodują zmniejszenie aktywności proliferacyjnej limfocytów z towarzyszącym spadkiem wewnątrzkomórkowego stężenia wapnia) [9,12].
- 5) działanie hipokoagulacyjne (działanie hipokoagulacyjne wiąże się bezpośrednio z polaryzacją błon komórkowych pod wpływem magnetolaseroterapii, sprzyjającą

range light is absorbed by the components of the respiration chain located in mitochondria, including cytochrome oxidase and NAD. With the absorption of a quantum of radiation, the respiration chain is activated. There ensues activation of enzymes of cytosole and cellular membrane, such as e.g. Na/K-ATP-ase (which maintains the resting potential of the cellular membrane). Additionally the absorption of visible radiation leads to the formation of free radicals, which, at small concentrations, stimulate metabolism [8,24,25,26,27]. Infrared radiation may be selectively absorbed by the cellular membrane, leading to changes in its fluidity and viscosity and to activation of enzymatic systems embedded in it, such as Na/K-ATP-ase. [26,28,29].

The effects underlying the application of low-energy lasers in rehabilitation provide a basis for stating that these lasers affect living organisms through resonance absorption of radiation energy on the level of the respiration chain, the elements of which act like pigments do in plants. Numerous experimental and clinical studies have revealed that R and IR laser radiation acts on various structural levels [4,25,30].

Laser irradiation combined with a low-frequency variable magnetic field produces a variety of changes on the cellular level [25,31,32]. The following effects of magnetolaserotherapy are observed:

- 1) analgesic effect (mainly through increased secretion of β group endogenous opiates – endorphins, substances responsible for raising the pain sensation threshold. This analgesic effect is present not only during exposure to radiation, but also afterwards [12].
- 2) anti-inflammatory effect (associated with stimulation of c-AMP and prostaglandin E formation, which influences c-AMP accumulation, and that diminishes the secretion of inflammatory mediators from neutrophils, basophiles, mastocytes and lymphocytes) [12].
- 3) improvement of blood microcirculation (exposure to magnetolaserotherapy increases parasympathetic activity with a secondary slowing of heart rate and consequent reduction of blood pressure. Normalisation of this factor regulates blood microcirculation in the region subjected to the procedure, which results in better blood and nutrient supply and healing of traumas) [12,32].
- 4) immunomodulating effect (studies of the effect of magnetolaserotherapy on the immune system reveal a decrease in lymphocyte proliferation accompanied by a reduction in intracellular calcium concentration) [9,12].
- 5) hypocoagulating effect (related directly to cell membrane polarisation under the influence of magnetolaserotherapy, which promotes the movement of thromboplastic factors both into the environment and into the cell's interior) [12,29].
- 6) Repair and regeneration activity (associated directly with the acceleration of tissue regeneration, presenting as the acceleration of histological maturation of the wound and also a significant increase in the content of collagen and earlier formation of new capillaries in the

przemieszczaniu się czynników tromboplastycznych zarówno do otoczenia, jak i do wnętrza komórek) [12,29].

- 6) działanie reparacyjno-regeneracyjne (działanie to związane jest bezpośrednio z wpływem na przyspieszenie procesu regeneracji tkankowej, wyrażającej się przyspieszeniem dojrzałości histologicznej rany, a także znaczącym zwiększeniem zawartości kolagenu i wcześniejsze pojawienie się nowych naczyń włosowatych w ranie. Działanie to ma na celu również przyspieszenie rozwoju krążenia obocznego w uszkodzonej tkance) [9,11,12,32].

Na poziomie tkankowym mechanizmy biologicznego oddziaływania promieniowania laserowego i magnetostymulacji mają zbliżony charakter. Szersze obszarowo spektrum działania pola magnetycznego może wspomagać silnie wyrażony miejscowy efekt leczniczy promieniowania laserowego. Efekt biologiczny zachodzący w tkankach pod wpływem promieniowania laserowego zależy od użytej mocy, a efekty są wynikiem oddziaływania promieniowania, a nie jego efektem cieplnym. Główne efekty biologiczne oddziaływania magnetolaseru niskoenergetycznego to działanie polegające na:

- 1) intensyfikacji procesu utylizacji tlenu oraz oddychania tkankowego (nasilenie procesów przyswajania tlenu przez jego nośniki, co sprzyja pobudzeniu syntezy ATP w układach oksydoredukcyjnych o tlenowym i beztlenowym torze oddychania; zwiększenie stężenia ATP wiąże się ściśle z nasileniem ATP-azo zależnych enzymów, odpowiedzialnych m.in. za syntezę białek i kolagenu, co przyczynia się do lepszej stymulacji procesów reparacyjnych i regeneracyjnych w tkankach);
- 2) działaniu wazodilatacyjnemu i angiogenetycznemu (związane z bezpośrednim relaksacyjnym wpływem na mięśniówkę gładką naczyń, powiązane z przyspieszonymi procesami angiogenezy i perfuzji tkankowej, powodujące wyraźny efekt regeneracyjny);
- 3) nasileniu procesów reparacji i regeneracji tkanek miękkich;
- 4) przyspieszaniu procesu tworzenia zrostu kostnego;
- 5) działaniu analgetycznym (odtworzenie utraconej w wyniku zmian chorobowych aktywności ATP-azo z zależnym pomp błonowych; sodowo-potasowej i wapniowej w neuronach, co prowadzi do hiperpolarizacji błon oraz zablokowania bodźców, nawet o zwiększonej amplitudzie; w efekcie następuje zmniejszenie przewodzenia bodźców bólowych we włóknach aferentnych);
- 6) modyfikacji transportu błonowego i dystrybucji jonów;
- 7) silnym wpływie pobudzającym syntezę DNA i proliferację komórkową;
- 8) regulacji układu immunologicznego i właściwości reologicznych krwi [4,9,32,33].

Biofizyczne mechanizmy oddziaływania magnetolaseroterapii na tkankę biologiczną polegają na:

- oddziaływaniu na nieskompensowane spiny pierwiastków paramagnetycznych;
- działaniu na ciekłe kryształy, w tym szczególnie błony biologiczne;
- oddziaływaniu na struktury białkowe kanałów wapniowych;
- zmianie właściwości fizykochemicznych wody;
- wpływie na potencjał czynnościowy komórek;
- oddziaływaniu na struktury o własnościach piezoelektrycznych i magnetostrykcyjnych [32,34].

wound. This effect aims also at acceleration of collateral circulation in the damaged tissue) [9,11,12,32].

On tissue level, the mechanisms underlying the biological effect of laser radiation and magnetostimulation have a similar character. The broader spectrum of magnetic field activity may enhance the pronounced local therapeutic effect of laser radiation. Biological effects taking place in tissues in response to laser radiation depend on the power of the laser, and the effects are the result of radiation activity rather than its thermal activity. The main biological effects of the low-energy magnetolaser are as follows:

- 1) intensification of oxygen utilisation and tissue respiration (intensification of processes of oxygen assimilation by oxygen carriers, which promotes the stimulation of ATP synthesis in oxidation-reduction systems with the aerobic and anaerobic respiration path; the increase in ATP concentration is closely connected with intensification of ATP-ase-dependent enzymes, responsible, among others, for the synthesis of proteins and collagen, thus contributing to better stimulation of repair and regeneration processes in tissues);
- 2) vasodilating and angiogenetic effect (connected with a direct relaxing effect on the smooth muscles of blood vessels, accompanied by accelerated angiogenesis and tissue perfusion and producing a marked regenerative effect);
- 3) intensification of repair and regeneration processes in soft tissues;
- 4) acceleration of bone union;
- 5) analgesic activity (reconstruction of ATP-ase-dependent membrane pump (Na/K and Ca) activity in neurons lost as a consequence of disease; this leads to hyperpolarisation of the membranes and to inhibition of stimuli even of higher amplitude; as a result, the conduction of pain stimuli in afferent fibres is reduced);
- 6) modification of membrane transport and ionic distribution;
- 7) strong stimulant effect on DNA synthesis and cellular proliferation;
- 8) regulation of the immune system and flow properties of blood[4,9,32,33].

The biophysical mechanisms underlying the effect of magnetolaserotherapy on biological tissue are based on:

- effect on non-compensated spins of paramagnetic elements;
- effect on liquid crystals, particularly on biological membranes;
- effect on protein structures of calcium channels;
- change of physicochemical properties of water;
- influence on cellular functional potential;
- effect on structures with piezoelectric and magnetostrictive properties[32,34].

This effect aims to produce beneficial results leading to inhibition of inflammatory processes, improved regeneration of damaged tissues, analgesic effects and regulation of metabolic processes and homeostasis [11,25,32].

regulującego procesy metaboliczne i homeostazę [11,25,32].

WSKAZANIA MEDYCZNE DO STOSOWANIA ZABIEGÓW MAGNETOLASEROTERAPII

Zakres użycia laserów niskoenergetycznych ulega systematycznemu poszerzeniu [8,12,32]. Na podstawie stanu wiedzy klinicznej można wyróżnić wskazania do stosowania i wspomaganie leczenia za pomocą magnetolaseru (Tab. 1).

MEDICAL INDICATIONS FOR THE USE OF MAGNETOLASEROTHERAPY PROCEDURES

The range of applications of low-energy lasers is being regularly broadened [8,12,32]. On the basis of state-of-the-art clinical knowledge, the following indications for using magnetolaserotherapy as a therapeutic adjunct can be distinguished: (Tab. 1).

Tab. 1. Wskazania medyczne do magnetolaseroterapii

Tab. 1. Medical indications for the use of magnetolaserotherapy

| Działanie przeciwbólowe/ Analgesic activity | | Aplikator/ Applicator |
|---|--|-----------------------|
| Układ kostno stawowy/ Osteoarticular system: | - zmiany zwyrodnieniowe kręgosłupa i układu kostno – stawowego kończyn górnych i dolnych / degenerative changes of vertebral column and osteoarticular system of the upper and lower limbs | IR |
| | - przeciążenia i urazy układu kostno – stawowego/ overloads and traumas to the osteoarticular system | IR |
| | - reumatoidalne zapalenia stawów/ rheumatoid arthritis | IR |
| | - zeszywniające zapalenie stawów kręgosłupa / ankylosing spondylitis | IR |
| | - urazy stawów/ articular traumas | IR |
| Tkanki miękkie /Soft tissues: | - reumatyzm pozastawowy, tzw. Fibromyalgie/ extraarticular rheumatism, fibromyalgia | IR |
| | - urazy tkanek miękkich/ traumas to soft tissues | R |
| | - stany po naruszeniu ciągłości tkanek (w tym pooperacyjne) /conditions following tissue continuity disruption (also postoperative) | R |
| | - półpasiec / herpes zoster | R |
| | - nerwobóle / neuralgias | IR |
| Działanie regeneracyjne/ Regenerating activity | | |
| Układ kostno – stawowy/ Osteoarticular system: | - stany po pęknięciach i złamaniach kości/ conditions following bone fractures with or without dislocations | IR |
| | - przeciążenia i urazy układu kostno – stawowego/ overloads and traumas to the osteoarticular system | IR |
| | - przewlekłe i podostre zapalenia stawów /chronic and subacute arthritis | IR |
| | - choroba Sudecka/ Sudeck's disease | IR |
| | - osteoporoza/ osteoporosis | IR |
| | - stawy rzekome/ pseudoarthroses | IR |
| Tkanki miękkie/ Soft tissues : | - stany zapalne skóry i tkanek miękkich / skin and soft tissue inflammation | R |
| | - stany po przebytych zapaleniach skóry i tkanek miękkich / following skin and soft tissue inflammation | R |
| | - przeszczepy skóry / skin transplants | R |
| | - oparzenia ,odleżyny ,bliznowce, łuszczyca/ burns, bedsores, keloids, psoriasis | R |
| | - uszkodzenia nerwów obwodowych /peripheral nerve damage | |
| | - trądzik pospolity/ acne vulgaris | |
| Działanie poprawiające krążenie obwodowe / Improvement of peripheral circulation | | |
| Upośledzenie przepływu miejscowego w kończynach/ Impairment of local flow in limbs: | - w angiopatii cukrzycowej, miażdżycowej / in diabetic and atheromatous angiopathy | R |
| | - w owrzodzeniach podudzi /in crural ulcerations | |
| | - przyspieszenie wchłaniania krwiaków/ acceleration of hematoma absorption | R |
| | - zmniejszenie obrzęku limfatycznego /reduction of lymphatic edema | IR |
| | - zespół pozakrzepowy /postthrombotic syndrome | R |

Tab. 2. Wskazania medyczne magnetolaseroterapii w stomatologii
 Tab. 2. Medical indications for the use of magnetolaserotherapy in dentistry

| Stomatologia /Dentistry | | Aplikator/ Applicator |
|--|---|--------------------------|
| Leczenie zachowawcze Zębów/ Conservative treatment | - leczenie biologiczne miazgi, leczenie zgorzeli, zapaleń przyzębia, powikłania po leczeniu endodontycznym/ biological treatment of pulp, treatment of gangrene, periodontitis, complications of endodontic treatment | IR |
| Leczenie chorób przyzębia/ Treatment of periodontal disease | - leczenie przeciwzapalne, likwidacja bólu, regeneracja tkanek, likwidacja blizn pozabiegowych / anti-inflammatory treatment, pain control, tissue regeneration, removal of post-operative scars | IR |
| | - choroby błony śluzowej jamy ustnej, zapalenia dziąseł / diseases of oral mucosa, gingivitis | R |
| | - po zabiegach operacyjnych (nie wcześniej niż 24h) / after surgery (not earlier than 24h) | IR |
| | - powikłania po zabiegach chirurgicznych/ complications of surgery | IR |
| | - wspomaganie leczenia ortodontycznego /as an adjunct to orthodontic treatment | R |
| | - w uszkodzeniach nerwu / in nerve damage | IR |
| | - wspomaganie leczenia protetycznego /as an adjunct to prosthetic treatment | R |

Magnetolaseroterapia znajduje również zastosowanie w stomatologii [35,36,37] (Tab. 2).

Magnetolaserotherapy can also be used in dentistry [35,36,37], where the indications are: (Tab. 2).

PRZECIWSKAZANIA MEDYCZNE DO STOSOWANIA ZABIEGÓW MAGNETOLASEROTERAPII

Do zasadniczych przeciwwskazań zaliczyć należy:

- ciąża;
- czynna choroba nowotworowa (należy zwrócić szczególną uwagę na miejscowe zmiany nowotworowe oraz takie, których nie można zidentyfikować);
- ciężkie infekcje pochodzenia wirusowego, bakteryjnego i grzybiczego (należy zwrócić uwagę na skłonność do krwawień oraz ostre stany zapalne skóry i tkanek miękkich obszaru poddawanego terapii);
- uczulenie na światło;
- obecność elektronicznych implantów;
- czynna gruźlica płuc;
- niewyrównane endokrynopatie (np. niewyrównana cukrzyca);
- nadwrażliwość na światło, bądź przyjmowanie leków fotouczulających [6,11,14,16].

PODSUMOWANIE

Na podstawie wielu badań doświadczalnych i klinicznych [4,8,9,18,21,25,30,37,38,39] wiadomo, że zmienne pole magnetyczne oraz promieniowanie laserowe oddziałują na różnych poziomach strukturalnych. Istnienie tej części medycyny czyli medycyny fizycznej jest już w tej chwili faktem, a rozszerzanie jej działania zwiększa się z roku na rok. Możemy to zawdzięczać takim kierunkom jak nowoczesna fizjoterapia, medycyna fizyczna, a także zmianie programów nauczania w wielu uczelniach medycznych [1]. Wydaje się, iż leczenie za pomocą magnetolaseroterapii na trwałe wpisuje się do licznych działów medycyny. W ostat-

MEDICAL CONTRAINDICATIONS TO THE USE OF MAGNETOLASEROTHERAPY

The essential contraindications are as follows:

- pregnancy;
- active neoplastic disease (special attention should be paid to local neoplastic lesions and difficult-to-identify changes);
- severe infections of viral, bacterial or fungal origin (attention should be paid to bleeding tendencies and acute skin and soft tissues inflammation of the region of exposure);
- photosensitization;
- presence of electronic implants;
- active tuberculosis of the lungs;
- decompensated endocrinopathies (e.g. decompensated diabetes);
- hypersensitivity to light or treatment with photosensitizing drugs [6,11,14,16].

SUMMARY

Many experimental and clinical studies [4,8,9,18,21,25,30,37,38,39] have established that a variable magnetic field and laser radiation act on different structural levels. The existence of this field of medicine, physical medicine, is nowadays an unquestionable fact and its scope is becoming broader every year. This is owed to such areas as modern physiotherapy, physical medicine and also to changes of syllabi in many medical universities [1]. It seems that magnetolaserotherapy treatment is successfully entering various spheres of medicine. Recently physical methods have been used with increasing frequency as adjuncts to

cy iotopozycyjnej oraz wpływają na zmniejszenie nasilenia leczenia, co w niektórych przypadkach ma bardzo duże znaczenie. Obecny rozwój medycyny, który zmierza do coraz to nowszych, ulepszonych metod walki z chorobą, z bólem, przyczynia się do niezmiernie ważnych zmian w leczeniu dzisiejszych czasów. Także promieniowanie optyczne i jego szerokie zastosowanie wskazują na rozwój nowych metod fizykoterapeutycznych (przykładem mogą być wysokoenergetyczne diody LED [3,16,40], które swą skutecznością wypierają podstawowe nierzadko farmakologiczne sposoby leczenia). To wszystko ma na celu stworzenie pacjentowi jak najbardziej komfortowych warunków leczenia oraz zaoferowanie metod dobrych, bezpiecznych, a nade wszystko skutecznych.

Magnetolaseroterapia otwiera drzwi w dążeniu do udoskonalania metod walki z cierpieniem, bólem oraz umożliwia rozwój coraz dokładniejszych i bezpiecznych metod diagnostycznych oraz terapeutycznych. Z punktu widzenia metodyki leczenia, magnetolaseroterapia może być w pewnych przypadkach stosowana jako metoda alternatywna dla leczenia farmakologicznego, zarówno doraźnego, jak i przewlekłego. Dotyczy to zwłaszcza niesterydowych leków przeciwzapalnych stosowanych jako leki przeciwbólowe. W krajach Europy zachodniej liczba pacjentów przyjmujących niesterydowe leki przeciwzapalne w zaskarżającej ilości wzrasta, co skutkuje 40 milionami zgonów rocznie [28,32,34].

Podsumowując można powiedzieć, iż zastosowanie magnetolaseroterapii ma już swoje utrwalone miejsce w medycynie i należy do najbardziej rozwijających się interdyscyplinarnych działań medycyny fizykalnej XXI wieku. Skuteczność postępowania leczniczego w dużej mierze zależy od czasu jego rozpoczęcia. Im wcześniej rehabilitacja, w tym fizykoterapia będzie włączona do leczenia, tym większe szanse dla pacjenta, pozwalające uruchomić mechanizmy przywracające naturalną równowagę, łagodzić lub spowodować ustąpienie licznych dolegliwości.

PIŚMIENNICTWO / REFERENCES:

1. Sieroń A. W medycynie nadchodzi czas fizyki i matematyki. *Europerspektywy*. 2006; 4: 47.
2. Sieroń A. Medycyna fizykalna – nowe możliwości. *Europerspektywy*. 2006; 3: 41.
3. Pasek J, Pasek T, Sieroń A. Domowa terapia z wykorzystaniem zmiennych pól magnetycznych. *Rehabilitacja w praktyce*. 2007; 3: 50 – 53.
4. Sieroń A, Adamek M, Cieślak G. Mechanizm działania lasera niskoenergetycznego na organizmy żywe – własna interpretacja. *Baln. Pol. Tom XXXVII*, 1995; 1: 48- 55.
5. Sieroń A, Pasek J, Mucha R. Światło niskoenergetyczne w medycynie i rehabilitacji. *Rehabilitacja w praktyce*. 2007; 1: 25 – 27.
6. Sieroń A, Pasek J, Mucha R. Lasery w medycynie i rehabilitacji. *Rehabilitacja w Praktyce*. 2006; 2: 26 – 29.
7. Sieroń A: Lasery w rehabilitacji. *OPM*. 2005; 11: 42 –43.
8. Sieroń A, Jagodziński L, Stanek A, Puszer M, Ślusarczyk K. Zastosowanie laserów w praktyce lekarskiej. *Gabinet Prywatny*. 2001; 11 (88): 14 – 17.
9. Sieroń A, Żmudziński J, Cieślak G. Problemy oddziaływania zewnętrznych pól magnetycznych na organizm ludzki. *Post. Fiz. Med.*, 1989; 24 (2) 75 – 80.
10. Sieroń A. Magnetoterapia, magnetostymulacja, podstawy. *Cz. I Medycyna Fizykalna, Lasery, Komputery*. 1998; 4 (1): 1 – 2.
11. Woldańska – Okońska M, Czernicki J. Pola magnetyczne w medycynie – znaczenie i zastosowanie. *Folia i Medica Lodzienia*. 1998; 25 (1): 45 – 66.
12. Sieroń A. i wsp. Zastosowanie pól magnetycznych w medycynie. *Alfa – medica Press*, Bielsko – Biala 2000.
13. Sieroń A, Pasek J, Mucha R. Magnetoterapia. *Rehabilitacja w Praktyce*. 2006; 3: 29 – 32.
14. Sieroń A, Adamek M, Cieślak G, Grzesik P. Laseroterapia. *Reumatologia*. XXIX, 1991; 2: 192 – 195.
15. Stern SM. Applications of lasers in medicine: the 1990s&beyond. *J. Clin. Eng.* 1992; 17 (5): 391 – 397.

of treatment, which is very important in some cases. The present development of medicine, which is leading to newer, improved methods of disease and pain control is contributing to very important changes in contemporary medicine. Optic radiation and its broad application also indicate the development of new physiotherapeutic methods (one example can be high-energy LED diodes [3,16, 40] which by virtue of their efficacy push out pharmacological treatment methods, not infrequently basic ones). All of this aims at creating the most comfortable treatment conditions for the patient and also offering good, safe and, most of all, effective methods.

Magnetolaserotherapy opens the door towards perfecting the methods of control of suffering and pain and it enables the development of increasingly precise and safe diagnostic and therapeutic methods. From the point of view of treatment methodology, magnetolaserotherapy may in some cases be used as an alternative to pharmacological treatment, both acute and long-term, particularly it refers particularly to non-steroid anti-inflammatory drugs administered as analgesics. In the countries of Western Europe, the number of patients taking NSAIDs is increasing at a frightening pace, the result being 40 millions of deaths yearly [28,32,34].

To sum up, it can be said that the use of magnetolaserotherapy is already established in medicine and that it ranks among the most interdisciplinary areas of physical medicine of the 21st century. The efficacy of therapeutical proceeding greatly depends on the time of it's beginning. The earlier rehabilitation, including physiotherapy, is introduced into the treatment plan, the greater the chance for the patient of activating mechanisms that restore natural balance, and control or cure many ailments.

16. Sieroń A, Pasek J, Mucha R. Światło w rehabilitacji. *Rehabilitacja w Praktyce* 2006; 3: 20 – 24.
17. Sieroń A. Medycyna fizykalna w medycynie sportowej. *Chirurgia kolana, artroskopia, traumatologia sportowa*. 2006; 3 (3): 43 – 47.
18. Goraj B, Kiwerski J. Zastosowanie promieniowania laserowego w wybranych jednostkach chorobowych. *Fizjoterapia*. 1994; 2 (4): 16 – 21.
19. Pasek J, Mucha R, Sieroń A. Wolnozmienne pole magnetyczne w leczeniu rwy ramiennej (radiculitis brachialis). *Acta Bio – Optica et Informatica Medica*. 2006; 2: 93 – 96.
20. Rigato M, Battisti E, Fortunato M, Giordano N. Comparison between the analgesic and therapeutic effects of a musically modulated electromagnetic field (TAMMEF) and those of a 100 Hz electromagnetic field: blind experiment on patients suffering from cervical spondylosis or shoulder periarthritis. *J. Med. Eng. Technol.* 2002; 26 (6): 253 – 258.
21. Adamek M, Sieroń A, Cieślak G. The influence of low – power infrared laser radiation in vivo and in vitro: *Laser Applications in Medicine and Surgery*. 1992; 283 – 287.
22. Woldańska – Okońska M, Czernicki J. Evaluation of magnetostimulation. Effectiveness in physiotherapy – questionnaire research *Wiad Lek.* 2004; 57 (1 – 2): 44 – 50.
23. Pasek J, Mucha R, Sieroń A. Magnetostymulacja – nowoczesna forma terapii w medycynie i rehabilitacji. *Fizjoterapia* 2006; 14 (4): 3 – 8.
24. Iurshin VV. The efficiency of magneto-laser therapy used in excretory – and-inflammatory form of male infertility. *Voen Med Zh.* 2005; 326 (2): 38 – 41.
25. Reddy GK. Biological basis and clinical role of low-intensity lasers in biology and medicine. *J. Clin. Laser Med Surg.* 2004; 22 (2): 141 – 150.
26. De Roo-Merritt L. Lasers in medicine: treatment of retinopathy of prematurity. *Neonatal Netw.* 2000; 19 (1): 21 – 26.
27. Miljevic M, Kuruc V. Laser biostimulation in the treatment of pleurisy *Med Pregl.* 2003; 56 (11-12): 516 – 520.
28. Sandstrom M. Electromagnetic fields in offices. *Int J Occup Saf Ergon.* 2006; 12 (2): 137 – 147.
29. Ozguner M. i wsp. Biological and morphological effects on the reproductive organ of rats after exposure to electromagnetic field. *Saudi Med. J.* 2005; 26 (3): 405 – 410.
30. Zapponi GA, Marcello I. Some non neoplastic effects of ELF magnetic fields in experimental animals *Ann Ist Super Sanita.* 2006; 42 (2): 178 – 188.
31. Decat G, Deckx L, Meynen G, De Graef E, Jonlet F. European Parliament and of the Council. Magnetic fields of induction heaters in the framework of directive 2004. EC of the European Parliament and of the Council. *Int J Occup Saf Ergon.* 2006; 12 (3): 343 – 349.
32. Sieroń A, Cieślak G, Krawczyk-Krupka A, Biniszkievicz T, Biliska A, Adamek M. Zastosowanie pól magnetycznych w medycynie. Wydanie II? – medica press Bielsko-Biała 2002.
33. Reddy GK. Photobiological basis and clinical role of low-intensity lasers in biology and medicine. *J Clin Laser Med Surg.* 2004; 22 (2): 141 – 150.
34. American Society for Laser Medicine and Surgery 25th Annual Meeting, Lake Buena Vista, Florida. *Lasers Surg Med Suppl.* 2005; 17: 1 – 94.
35. Opalko K, Dojs A. Zastosowanie pól magnetycznych generowanych przez aparat Viofor JPS w wybranych przypadkach stomatologicznych. *Magazyn Stomatologiczny* 2003; 9: 59 – 62.
36. Sieroń D, Lipińska K, Cieślak T, Sieroń A, Kuliński M. Zastosowanie zmiennych pól magnetycznych w stomatologii w ramach uzdrowiska. *Balneol Pol* 2007; 1; 107: 32 – 36.
37. Giliyazetdinova IA, Vinnichenko AV, Vinnichenko IA. Magnetic laser therapy in the treatment of apical periodontitis *Stomatologiya (Mosk).* 2003; 82 (4): 20 – 24.
38. Sieroń A, Cieślak G. Application of variable magnetic fields in medicine -15 years experience. *Wiad Lek.* 2003; 56 (9 – 10): 434 – 441.
39. Samosiuk NI. Magnetic and laser therapy of acute ischemic stroke *Vopr Kurortol Fizioter Lech Fiz Kult.* 2003; 2: 19 – 20.
40. Sieroń A, Pasek J, Mucha R. Pole magnetyczne i energia-światła w medycynie i rehabilitacji – magnetolaseroterapia. *Baln. Pol.* Tom 49 2007; 1 (107): 1 – 7.

Spis treści / Contents

| | |
|--|-----|
| 2. Regulamin Wydawniczy / Editorial Policy | VII |
|--|-----|

ARTYKUŁY PRZEGLĄDOWE / REVIEW ARTICLES

| | |
|---|---|
| 3. Jarosław Pasek, Anna Misiak, Romualda Mucha, Tomasz Pasek, Aleksander Sieroń Nowe możliwości w fizykoterapii – magnetolaseroterapia <i>New possibilities in physiotherapy – magnetolaserotherapy</i> | 1 |
|---|---|

ARTYKUŁY ORYGINALNE / ORIGINAL ARTICLES

| | |
|---|----|
| 4. Arletta Hawrylak, Tadeusz Skolimowski, Katarzyna Barczyk, Barbara Ratajczak Asymetria tułowia osób z dyskopatią odcinka lędźwiowego kręgosłupa na poziomie L ₅ -S ₁ <i>Trunk asymmetry in people with L₅-S₁ lumbar discopathy</i> | 11 |
| 5. Zbigniew Śliwiński, Piotr Płaza, Krzysztof Gieremek, Wojciech Kufel, Beata Michalak, Bartłomiej Hałat, Grzegorz Śliwiński, Magda Wilk, Wojciech Kiebzak Ocena termowizyjna temperatur kończyn górnych po kriostymulacji u pacjentów po udarze mózgu <i>Thermovisual evaluation of temperatures of the upper limbs following cryostimulation in post-stroke patients</i> | 23 |
| 6. Grażyna Brzuszkiewicz-Kuźmicka, Stanisław Kuźmicki, Janusz Domaniecki Różnice i podobieństwa między metodą tradycyjną a wybranymi wzorcami koncepcji PNF i elementami metody Bobath w usprawnianiu chorych po operacyjnym leczeniu pourazowych krwiaków przymózgowych <i>Similarities and differences between traditional rehabilitation and selected models of PNF concept combined with elements of Bobath method in rehabilitation of patients following surgery of traumatic subdural and epidural hematomas</i> | 35 |
| 7. Edyta Smolis-Bąk, Barbara Kazimierska, Rafał Dąbrowski, Ilona Kowalik, Hanna Szwed Korelacja wyników trójstopniowej próby marszowej i próby wysiłkowej na bieżni w ocenie wydolności fizycznej pacjentów po wszczępieniu pomostów aortalno-wieńcowych (CABG) <i>Usefulness of three-stage walking test for evaluation of physical capacity on the basis of correlation with exercise treadmill test results in patients after CABG surgery</i> | 43 |

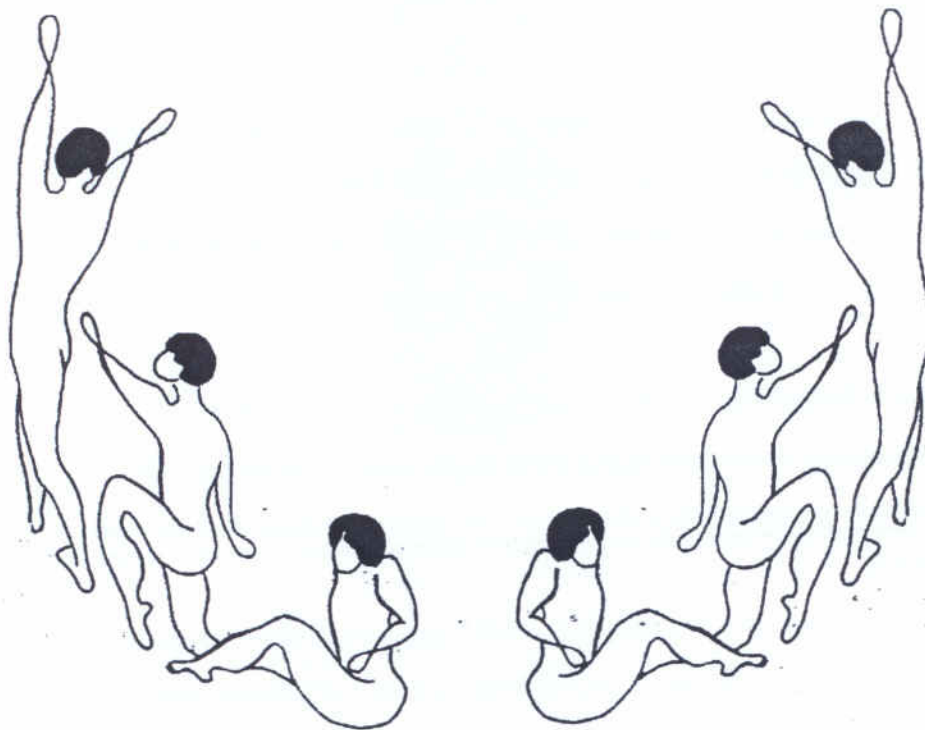
Fizjoterapia Polska

Polish Journal of Physiotherapy

Indexed in Excerpta Medica/Embase and Index Copernicus

English and Polish texts on-line:
www.fizjoterapiapolska.pl, www.medsport.pl

Volume 8, Number 1, 2008



Organ Polskiego Towarzystwa Fizjoterapii

An Official Journal of the Polish Physiotherapy Association

ISSN 1642-0136

Kwartalnik / Quarterly
Cena / Price 17 zł / 10 € (w tym VAT 0%)