

Kliniczne aspekty stosowania fizykoterapii u dzieci

Clinical aspects of application of physical therapy modalities in children

Beata Olchowik, Wojciech Sobaniec, Piotr Sobaniec

Klinika Neurologii i Rehabilitacji Dziecięcej Uniwersyteckiego Dziecięcego Szpitala Klinicznego w Białymstoku

STRESZCZENIE

Stosowanie zabiegów fizykoterapeutycznych w leczeniu różnych schorzeń znane jest od wielu lat. Znaczący postęp technologiczny w tym zakresie wpływa na ich skuteczność kliniczną. Autorzy dokonali podsumowania wiedzy na temat zastosowania różnych metod fizycznych. Podjęli próbę opisaną specyfiki ich zastosowania u pacjentów w wieku rozwojowym. Dokonali też przeglądu najnowszego piśmiennictwa na temat możliwości skutecznego zastosowania różnych form fizykoterapii u dzieci.

Słowa kluczowe: fizykoterapia, rehabilitacja, rozwój dziecka.

ABSTRACT

Physical therapy modalities in the treatment of diseases have been used for many years. Current advances in the techniques have improved their clinical efficiency. In this paper the authors summarize the current state of knowledge in the use of many physical modalities as therapeutic approaches. The proposed approach follows *its specific application* in patients in developmental age. We review the current publications concerned with the potentially effective use of the physical modalities in children.

Key words: physical therapy modalities, rehabilitation, child development.

Przywracanie zdrowia przez stosowanie różnych metod, w tym terapii lekowej, zabiegów fizykoterapeutycznych, diet oraz oddziaływania na psychikę chorego, podejmowane jest od czasów starożytności. Szczególnie trudnym obiektem leczenia jest dziecko ze względu na odrębności anatomiczne, fizjologiczne i psychiczne. Dziecko ma organizm labilny, podporządkowany różnym układom otoczenia [1]. Jego rozwój podlega określonym prawom w następujących po sobie i uwarunkowanych genetycznie cyklach stopniowego dojrzewania układów komórkowych i narządowych. Stąd zachodzi potrzeba traktowania dziecka odpowiednio do jego wieku, z całą jego odrębnością ilościową i jakościową w sensie reakcji na bodźce zewnętrzne, do której należą wszystkie typy stosowanej terapii.

Medycyna fizykalna zajmuje się zastosowaniem metod fizycznych w celach leczniczych, zapobiegawczych i diagnostycznych. Pozostaje ona w ścisłej łączności z teoretycznymi i klinicznymi dyscyplinami medycyny oraz wieloma dziedzinami fizyki, techniki i nauk przyrodniczych. W zakres medycyny fizykalnej wchodzi: fizykoterapia, fizjoprofilaktyka i fizykalne metody diagnostyczne [2]. W niniejszej pracy podjęto problem stosowania fizykoterapii w wieku rozwojowym.

Fizykoterapia jest działem lecznictwa, w którym stosuje się czynniki fizyczne występujące naturalnie w przyrodzie. Różne postacie energii, będące czynnikami fizycznymi, można w zależności od ich właściwości podzielić w następujący sposób:

- czynniki termiczne, • czynniki fotochemiczne, • czynniki elektrokinetyczne, • czynniki elektrochemiczne, • czynniki mechaniczne i kinetyczne [3].

Odczyn występujący w tkance w wyniku zadziaływania na nią określonej postaci energii zależy od ilości i czasu działania energii oraz właściwości tkanki. Najmniejszy stwierdzony odczyn nazywa się odczynem progowym. Natomiast przekroczenie granicy zdolności przystosowania się tkanki do bodźca fizycznego, tzn. wartości progowej tolerancji tkanki, powoduje jej uszkodzenie. Odczyn na dany czynnik fizyczny może być miejscowy lub ogólny. Znajomość odczynów i umiejętne ich wykorzystanie warunkuje skuteczność leczenia fizykalnego.

W mechanizmie oddziaływania na ustrój czynników fizycznych ważną rolę spełnia skóra. Stanowi ona bowiem strukturę tkankową, która okrywając cały organizm, odbiera i przetwarza oddziałującą na nią energię. Pobudzenie receptorów skóry zostaje drogą nerwów dośrodkowych przekazane do ośrodkowego układu nerwowego, skąd przez nerwy odśrodkowe zostają wysłane impulsy nerwowe do narządów wykonawczych, czyli efektorów, którymi są mięśnie i gruczoły. Pojawia się odczyn nie tylko w samej skórze, lecz również w narządach wewnętrznych. Umiejętne korzystanie z odczynów odruchowych jest jednym z warunków powodzenia leczenia fizykalnego. Jest to ważny aspekt w kontekście stosowania fizykoterapii u dzieci.

Różnice w budowie skóry dziecka i osoby dorosłej dotyczą przede wszystkim wielkości powierzchni, dojrzałości poszczególnych warstw, rozmieszczenia i wielkości gruczołów oraz typu owłosienia [4]. Ze względu na mniejszy stopień dojrzałości poszczególnych warstw istnieją odmienności anatomiczne i funkcjonalne, najbardziej widoczne jest to u wcześniaków, noworodków i niemowląt [5]. Poszczególne składowe naskórka różnią się od odpowiadających im warstw u dorosłego. Warstwa rogowa jest słabiej wykształcona, składa się z kilku warstw spłaszczonych komórek, które nie układają się dachówkowato na powierzchni i nie przylegają tak ściśle do siebie jak u osoby dorosłej. Warstwa ziarnista nie jest ewidentnie widoczna na całej powierzchni ciała, może być przerywana lub słabo zaznaczona, tylko na powierzchni dłoniowej rąk i podeszwowej stóp można ją wyraźnie wyodrębnić. Warstwa kolczysta zawiera mniej desmosomów, przez co połączenia międzykomórkowe są słabsze, a układ komórek luźniejszy [6]. Warstwa podstawna jest cienka i zwykle składa się z jednej warstwy komórek. Naczynia krwionośne są liczne i poszerzone. Tkanka podskórna jest miernie rozwinięta i składa się z małych zrazików komórek tłuszczowych. Gruczoły łojowe są prawidłowo dojrzałe już w chwili urodzenia, podobnie jak mieszki włosowe, zawierają one włosy cienkie i jasne, które wypadają po 2–3 miesiącach, a odrastają włosy ciemniejsze i grubsze (tzw. włosy ostateczne). Gruczoły ekrynne mają podobną budowę jak u dorosłych, ale ich aktywność jest zmniejszona ze względu na niewystarczającą kontrolę układu nerwowego. Gruczoły potowe apokrynowe są niewykształcone i rozwijają się dopiero w okresie dojrzewania płciowego.

Łatwiejsza przepuszczalność powoduje wzmogłą przelnaskórkową utratę wody, większe wchłanianie substancji stosowanych zewnętrznie, szczególnie jeśli są aplikowane na duże obszary, zwłaszcza że powierzchnia ciała dziecka w stosunku do jego masy jest znacznie większa niż u dorosłego. Może to powodować szybką kumulację i ewentualne działanie toksyczne. Z ogólnej niedojrzałości skóry niemowlęcia i małego dziecka wynika gorsze jej funkcjonowanie jako bariery ochronnej przed drobnoustrojami, czynnikami fizycznymi, chemicznymi i mechanicznymi (urazy, otarcia). Dotyczy to okresu pierwszych trzech lat życia, po których skóra ulega przemianom, upodabniając się funkcjonalnie i czynnościowo do skóry dorosłego i w późniejszym dzieciństwie nie wykazuje istotnych różnic [7]. Także aplikacja czynników fizycznych na skórę dziecka w tym okresie wymaga szczególnej ostrożności.

LECZENIE CIEPŁEM

Jednym z podstawowych odczynów organizmu na ciepło jest reakcja ze strony naczyń krwionośnych, która przebiega zgodnie z prawem Dastre-Morata. Boddźce termiczne (ciepło lub zimno), działając na duże powierzchnie skóry, powodują przeciwne do naczyń skóry zachowanie się dużych naczyń klatki piersiowej i jamy brzusznej. Naczynia nerek, śledziony i mózgu wykazują odczyn taki sam, jak naczynia skóry. Przy odczynie miejscowym występuje rozszerzenie naczyń krwionośnych i limfatycznych w miejscu działania energii cieplnej, powodując zwiększenie przepływu krwi.

Ciepło działa uśmierniająco na ból i powoduje zmniejszenie napięcia powierzchniowego. Zaś bodźce cieplne o natężeniu przekraczającym granicę tolerancji mogą spowodować uszkodzenie skóry i oparzenie.

Gdy zabiegi cieplne są stosowane na dużą powierzchnię ciała, wystąpi odczyn ogólny, który charakteryzuje podwyższenie ciepłoty ciała, co określamy jako przegrzanie organizmu. Wydalanie z potem dużej ilości wody, chlorku sodu i innych substancji mineralnych wpływa na gospodarkę wodną i mineralną ustroju. W stanie przegrzania organizmu, przy podwyższaniu temperatury o jeden stopień, akcja serca przyspiesza o 20 uderzeń na minutę. Zawartość tlenu w krwi tętniczej maleje, oddech ulega niewielkiemu przyspieszeniu [8,9]. Dlatego należy, aby pamiętać, że zabiegi z zastosowaniem ciepła wymagają dużej ostrożności oraz dokładnej znajomości stanu ogólnego osoby poddawanej intensywnemu zabiegowi cieplnemu.

W fizykoterapii stosuje się tzw. ciepło suche i ciepło mokre [2]. Ciepło suche dostarcza się organizmowi stosując zabiegi powodujące przenoszenie energii cieplnej przez powietrze, przyłożenie termoforu, poduszki elektrycznej czy rozgrzanego okładu (np. parafinowego). Natomiast ciepło wilgotne przekazuje się organizmowi za pośrednictwem wody. Ciepło można też dostarczyć tkankom stosując na określoną okolicę ciała promieniowanie podczerwone. Przegrzanie najgłębszych tkanek i powstanie w nich ciepła uzyskuje się dopiero przez zastosowanie pola elektrycznego wielkiej częstotliwości.

Wskazania do stosowania ciepła obejmują przede wszystkim przewlekłe stany zapalne o różnej etiologii, w których na skutek przekrwienia czynnego można uzyskać leczenia szybszą regenerację tkanek. Również przykurcze mięśniowe występujące po urazach lub niedowładach przy umiejętnym zastosowaniu ciepła mogą ulec rozluźnieniu. Wskazania do stosowania ciepłolecznictwa u dzieci wydają się analogiczne, natomiast należy pamiętać, że u dzieci stosuje się łagodniejsze temperatury oraz krótszy czas działania niż u dorosłych [10].

Bezwzględne przeciwwskazania do stosowania ciepła stanowią wszystkie ostre i podostre zapalenia, obrzęki, krwawienia, nowotwory, tętnicze i żylnie zaburzenia krążenia obwodowego, ciężkie choroby serca i krążenia, zaburzenia hormonalne. Według wielu autorów zabiegi cieplne są przeciwwskazane u niemowląt. Okłady parafinowe mogą być stosowane tylko u starszych dzieci ze względu na mniejszą tolerancję temperatury i ryzyko oparzenia.

Skuteczność zabiegów cieplnych potwierdzono w badaniach naukowych [11-13]. Także w pediatrii zabiegi miejscowe stosowane są dość powszechnie, głównie celem łagodzenia dolegliwości bólowych [14]. Lee i Ng [15] wykazali pozytywny wpływ stosowania ciepłych okładów łączonych ze stretchingiem u dzieci ze spastycznością. Barden i wsp. [16], badając grupę dzieci z reumatoidalnym zapaleniem stawów stwierdzili pozytywny wpływ stosowania ciepła na zwiększenie ruchomości stawów nadgarstkowych. Analiza piśmiennictwa wskazuje na pojedyncze prace poświęcone skuteczności stosowania ogólnoustrojowych zabiegów cieplnych w wieku rozwojowym. Preisler

i wsp. [17] oraz Kukkonen-Harjula i wsp. [18] wykazali pozytywny wpływ sauny fińskiej w astmie oskrzelowej u dzieci. Natomiast Pashkov i wsp. stwierdzili pozytywny wpływ sauny w atopowym zapaleniu skóry u dzieci [19]. Niestety brak jest ogólnie uznanych norm wiekowych stosowania ogólnoustrojowych zabiegów cieplnych.

LECZENIE ZIMNEM

Leczenie zimnem polega na miejscowym obniżeniu temperatury tkanek, co odbywa się głównie drogą przewodzenia. Aplikowane jest w postaci zabiegów miejscowych, które mają na celu obniżenie temperatury skóry, mięśni i stawów, oraz zabiegów całkowitych, których celem jest ogólne oziębienie organizmu [3]. Leczenie zimnem obejmuje wiele metod o różnym działaniu: zimną hydroterapię, lód (kąpiele, okłady, masaże, nacierania), łatwo parujące substancje płynne, okłady żelowe, kriożel, zimne opatrunki i peloidy, gaz chłodzący, nadmuch zimnego powietrza, chłodzenie termoelektryczne. Łagodne metody leczenia zimnem wykorzystują temperatury w zakresie od obojętnej dla ciała do 15°C, jak w przypadku zimnej hydroterapii. Ale już intensywne leczenie zimnem (krioterapia) polega na stosowaniu temperatur w przedziale 0°C do minus 130°C. Jest to temperatura parowania ciekłego azotu.

Skrajnie niskie temperatury powodują w organizmie człowieka uruchomienie miejscowych i ogólnych, fizjologicznych reakcji obronnych [20]. Początkowo dochodzi do skurczu naczyń krwionośnych i obniżenia ciepłoty ciała w obrębie skóry, tkanki podskórnej i w mniejszym stopniu mięśni. Temperatura jam ciała pozostaje niezmienną. W kilka minut po zabiegu dochodzi do rozszerzenia naczyń krwionośnych i wzrostu przepływu krwi. Powoduje to uczucie gorąca. Jest to odruch i podstawowy mechanizm termoregulacji po zabiegach krioterapii, utrzymujący się kilka godzin. Działanie zimna powoduje więc poprawę utleniania i odżywienia tkanek, zarówno mięśni, więzadeł i innych elementów narządu ruchu, jak i skóry i tkanki podskórnej. Szybsze usuwanie produktów przemiany materii, w tym mediatorów reakcji zapalnej, takich jak histamina, serotonina i prostaglandyny, zmniejsza reakcje zapalne, prowadzi do szybszego gojenia ran, poprawia też wygląd i koloryt skóry. Dodatkowym działaniem przeciwbólowym jest bezpośredni wpływ temperatur kriogenicznych na receptory i przewodnictwo nerwowe, w tym blokowanie silnych bodźców bólowych poprzez tak zwane zamykanie bramki bólowej na poziomie rdzenia kręgowego, a następnie wzgórza. Efekt ten trwa kilka godzin, a przy powtarzaniu zabiegów może utrwalić się nawet na długi czas. Krańcowe zimno wywiera działanie przeciwbólowe także w wyniku pobudzenia osi neurohormonalnej. Powoduje wzrost stężenia β -endorfiny, najsilniejszego endogennego czynnika przeciwbólowego, nazywanego też wewnątrzustrojowym czynnikiem morfinopodobnym [21]. Wynikiem bezpośredniego działania na receptory, zwolnienia przewodnictwa nerwowego, jest zmniejszenie napięcia mięśniowego bez pogorszenia siły. Zresztą po zastosowaniu zabiegów ochładzających zaleca się kinezyterapię. Ważnym ogólnoustrojowym działaniem tempera-

tur kriogenicznych jest wzrost odporności organizmu.

Krioterapia ogólnoustrojowa w tak zwanych kriokomoraach polega na zastosowaniu krańcowo niskich temperatur na powierzchnię całego ciała (poniżej -120°C) w czasie nieprzekraczającym 3 minut. U dorosłego człowieka uruchamia się w ten sposób reakcje hormonalną, powodującą wzrost przemiany tkankowej i podwyższenie ciepłoty tkanek w celu wywołania odruchów i reakcji obronnych, w tym znieczulenie i wewnętrzną reakcję przeciwbólową [22]. Wskazania do krioterapii obejmują przede wszystkim choroby reumatyczne, ZZSK, zmiany zwyrodnieniowe stawów, dyskopatie [23]. Producenci sprzętu do krioterapii ogólnoustrojowej nie zalecają stosowania zabiegów ogólnoustrojowych przed 10 rokiem życia [24]. Wskazania obejmują przede wszystkim schorzenia wieku dorosłego. W piśmiennictwie naukowym brak jest doniesień na temat stosowania krioterapii ogólnoustrojowej u dzieci.

Wskazania do stosowania zimnych zabiegów miejscowych obejmują choroby narządu ruchu [25], stany po urazach, ostrych zapaleniach tkanek miękkich okołostawowych [26], choroby reumatyczne [27] oraz choroby układu nerwowego (nerwobóle nerwów obwodowych oraz zespoły rwy kulszowej i ramiennej w okresie ostrym, stany wzmożonego napięcia mięśniowego) [28]. Zimne okłady stosowane są również w okresie początkowym zakrzepowego zapalenia żył, obrzęku limfatycznym, oparzeniach.

Przeciwwskazaniem do stosowania zimnych zabiegów miejscowych są stany nadwrażliwości na zimno (np. zespół Raynauda, krioglobulinemia), zespół Sudecka, popromienne zmiany skóry, zapalenia miedniczek nerkowych, pęcherza moczowego, stany wyniszczenia i osłabienia oraz zespoły ciasnoty przedziałów powięziowych [29].

Z powyższych teorii można wywnioskować, że stosowanie leczenia zimnem u dzieci może być problematyczne ze względu na niedojrzałe mechanizmy termoregulacji, ubogą tkankę tłuszczową, cienką, bogatą w wodę skórę. Część reakcji odruchowych jest zachowana także w wieku rozwojowym. Śliwiński i Zagrobelny [30] przeprowadzili eksperymentalną termowizyjną ocenę gry naczyniowej w kończynach górnych po schłodzeniu jednej kończyny u dzieci zdrowych w wieku przedszkolnym i szkolnym. Autorzy potwierdzili już w tej grupie wiekowej mechanizmy termoregulacyjne w postaci odruchowego obniżenia temperatury także w zakresie kończyny nieschładzanej. Może być to wykorzystane również w leczeniu chorób naczyniowych w kończynach, gdzie bezpośrednie działanie temperatur kriogenicznych nie jest wskazane. Większy dopływ krwi po zabiegu do kończyny nieschładzanej może mieć znaczenie przeciwbólowe, przeciwzapalne i przeciwobrzękowe.

U dzieci niewątpliwie obserwuje się także niższą psychiczną tolerancję niskich temperatur, czego nie wolno bagatelizować. W przypadku zimnych okładów żelowych należy pamiętać, że z uwagi na niski punkt zamrażania (-15°C do -12°C) możliwe jest powstanie odmrożenia i dlatego należy zachować dodatkowe środki ostrożności ze względu na wrażliwość skóry dziecka. Pod żelowe okłady należy zawsze położyć kawałek tkaniny lub ręcznik.

Semenowa i wsp. [31] proponowali miejscowe ochładzanie w zwalczaniu spastyczności u dzieci z porażeniem mózgowym. Lane i Latham [14] stwierdzili skuteczność stosowania tych zabiegów w łagodzeniu bólu u dzieci, szczególnie w stanach ostrych. Singh i wsp. [32] potwierdzili korzystne efekty stosowania zimnych okładów w powysiłkowych bólach głowy u dzieci. Ebner [33] proponował stosowanie okładów z lodu celem zmniejszenia bólu przy iniekcjach domięśniowych.

HYDROTERAPIA

Hydroterapia czyli wodolecznictwo wykorzystuje działanie wody na ustrój. Jest najstarszym działem fizykoterapii, obejmującym ponad 120 rodzajów zabiegów. Wodolecznictwo wykorzystuje działanie termiczne, mechaniczne, chemiczne i elektryczne wody. Poszczególne zabiegi wodolecznicze bardzo znacznie różnią się siłą bodźcowego oddziaływania – od zabiegów bardzo łagodnych do działających bardzo silnie. Zabiegi przy użyciu temperatur poniżej 0°C wchodzą w zakres krioterapii.

Z praktycznego punktu widzenia zabiegi wodolecznicze można podzielić na cztery grupy, w zależności od mechanizmu działania:

1. zabiegi z wykorzystaniem ciśnienia hydrostatycznego wody – różnego rodzaju kąpiele, masaże podwodne, masaże strumieniem wody, wirowe, kąpiele perełkowe, tlenowe, aromatyczne, kąpiele elektryczno-wodne.
2. zabiegi z wykorzystaniem ciśnienia strumienia wody – polewania, natryski i bicz wodny.
3. zabiegi za pośrednictwem wilgotnej tkaniny w postaci zmywania, nacierania, oklepywania, okładów, kompresów i zawijania.
4. zabiegi przy użyciu pary wodnej i inne zabiegi lub zabiegi kombinowane – kąpiele parowe, sauna, łaźnia turecka, kąpiele rzymsko-ruskie i inne.

Możemy mówić tu o kompleksowym działaniu bodźców, spośród których jednak pierwszorzędą rolę odgrywają temperatura wody, ciśnienie hydrostatyczne (wody stojącej), ciśnienie hydrodynamiczne (strumienia wody).

Zależnie od różnicy temperatury między wodą a ciałem zabieg wodoleczniczy dostarcza ciepło lub je odbiera. Odpowiednio zmienia się biodynamika tkanek (np. tkanki łącznej), metabolizm, miejscowe i ogólne krążenie krwi i limfy, napięcie autonomicznego układu nerwowego itd. Wszystko to dzieje się za sprawą termoregulacji. Regulacja cieplna ustroju zanurzonego w wodzie różni się od regulacji zachodzącej w powietrzu. Wpływają na to właściwości fizyczne wody, a w szczególności wielokrotnie większe przewodnictwo cieplne i ciepło właściwe. Według Cordesa [34] temperatura wody odczuwana subiektywnie jako obojętna wynosi ok. 34°C, podczas gdy dla powietrza obojętny punkt cieplny skóry wynosi 20°C. Autor stworzył stopnie tzw. skali odczuwania temperatury wody:

- VI – poniżej 0°C – lodowato zimna,
- V – 0-6°C – nie do zniesienia zimna,
- IV – 6-12°C – nieprzyjemnie zimna,
- III – 12-18°C – bardzo zimna,
- II – 18-24°C – zimna,
- I – 24-30°C – chłodna,

- I – 38-40°C – ciepła,
- II – 40-42°C – bardzo ciepła,
- III – 42-44°C – gorąca,
- IV – 44-46°C – bardzo gorąca,
- V – 46-48°C – nieprzyjemnie gorąca,
- VI – 48-50°C – nie do zniesienia gorąca.

Temperatura wody w wannach kinezyterapeutycznych wynosi 34 – 37°C. Temperatura wody w basenie powinna być zbliżona do obojętnego punktu cieplnego skóry, ale też powinna być przystosowana do stanu układu krążenia oraz celu prowadzonych ćwiczeń. W przypadku dzieci zaleca się stosowanie temperatury wody o 2 – 3 stopnie wyższej od stosowanej dla dorosłych [3].

Zabiegi wodolecznicze wywołują najpierw zmiany w czynnościach różnych narządów poprzez naturalne mechanizmy wyrównawcze i regulacyjne organizmu. Seryjne wykonywanie zabiegów wodoleczniczych sprawia, że każdorazowo mechanizmy te zostają uruchomione w taki sam sposób, co powoduje ich usprawnianie [35]. Odpowiednio dobranymi zabiegami wodoleczniczymi można też wpływać na czynności ośrodkowego układu nerwowego, uzyskując np. całkowite odprężenie psychiczne, dobre samopoczucie itp. Nie bez znaczenia jest też korzystny wpływ zabiegów wodoleczniczych na napięcie i sprężystość tkanek, jak również na ich ukrwienie i temperaturę.

Wodolecznictwo u dzieci ma szerokie zastosowanie, podobnie jak u dorosłych. Różnice polegają oczywiście na ostrożnym dawkowaniu temperatury wody z powodów opisywanych przy zabiegach termicznych.

Analiza piśmiennictwa wskazuje na dość liczne prace poświęcone pozytywnemu wpływowi zabiegów wodnych w różnych schorzeniach wieku rozwojowego. Powszechnie znane są pozytywne rezultaty łączenia działania wody i ruchu. Kąpiel poprzez odciążenie ułatwia wykonywanie ruchów w chorobach, które znacznie je upośledzają. Ćwiczenia ruchowe, które z powodu choroby mięśni, stawów czy układu nerwowego w normalnym środowisku powietrznym nie są możliwe z uwagi na ograniczenia ruchomości w stawach, mogą być wykonywane w wodzie. Odpada przy tym praca, jaką muszą wykonywać mięśnie dla utrzymania postawy ciała. Mięśnie szkieletowe ulegają w całości rozluźnieniu, co zmniejsza impulsację aferentną z proprioceptorów do OUN [36]. Pozytywny wpływ ćwiczeń w wodzie stwierdzono u dzieci ze skoliozą [37], z młodzieńczym idiopatycznym zapaleniem stawów [38], a także z innymi zaburzeniami narządu ruchu [39]. Jednak Getz i wsp. [40] analizując dotychczasowe doniesienia na ten temat stwierdzili brak publikacji opartych na właściwych dowodach naukowych (*evidence-based research*). W praktyce ciepłe kąpiele, masaże wodno-wirowe są chętnie stosowanym i lubianym przez większość dzieci zabiegami. Wykorzystuje się działanie wody także do zmniejszania spastyczności. Hoffman i wsp. [41] stwierdzili pozytywny wpływ kąpiele wirowych w tanku na redukcję dolegliwości bólowych w oparzeniach. Hydroterapia stosowana jest w leczeniu dzieci ze schorzeniami układu oddechowego [42]. Grüber i wsp. [43] analizowali wpływ stosowania naprzemiennych zimnych i ciepłych zabiegów wodnych na częstość występowania przeziębień u dzieci w wieku przedszkolnym, nie znajdując istotnych różnic statystycznych w porównaniu z grupą kontrolną.

ELEKTROLECZNICTWO

Stymulacja za pomocą prądu elektrycznego stosowana jest do badania i leczenia tkanki nerwowej i mięśniowej. Podstawowe efekty uzyskiwane w tkankach podczas działania energii elektrycznej obejmują zmiany chemiczne, pobudzenie skurczu mięśnia, zmianę percepcji bólu, grzanie tkanek przez działanie prądu wielkiej częstotliwości (zmiany są na tyle szybkie, że tkanka pobudliwa nie jest w stanie zareagować na nie). Terapia prądem elektrycznym pobudza zdrowienie przez wykorzystanie skutków bioelektrycznych.

W elektroterapii stosowanych jest wiele rodzajów prądów [44]:

- prąd stały galwaniczny – galwanizacja, jonoforeza, kąpiel galwaniczna,
- prądy małej częstotliwości – elektrostymulacja, prąd faradyczny, impulsowy Träbera, wysokonapięciowy, elektrostymulacja czynnościowa, przezskórna stymulacja elektryczna (TENS),
- prądy diadynamiczne,
- prądy średniej częstotliwości (interferencyjne),
- prądy wielkiej częstotliwości – diatermia krótkofalowa.

Szczegółowe omówienie zabiegów elektroterapeutycznych przekracza łamy niniejszej publikacji. Zabiegi te stosowane są w celu polepszenia lokalnego krążenia i zdrowienia tkanek, zmniejszenia bólu, zwiększania zakresu ruchu i siły mięśniowej. Dość dobrze udokumentowane są efekty działania na tkankę pobudliwą (nerwy i mięśnie) w czasie przepływu przez tkanki prądu niskiej i średniej częstotliwości. Obejmują wiele efektów pośrednich np. modyfikację percepcji bólu w OUN oraz wyzwianie skurczu mięśni jako następstwo stymulacji włókna nerwowego [45]. Istnieją również dowody na to, że prąd stały działający na tkankę wpływa na jej wzrost i metabolizm. Efekt działania na tkanki niepobudliwe na poziomie komórki jest w mniejszym stopniu rozpoznany i zrozumiany. Przerwany prąd stały może przyspieszyć gojenie skóry i innych tkanek [46]. Sugeruje się również, że prądy te mogą pobudzić komórkowy metabolizm, prowadzący do zmian na poziomie mikrokrążenia tętnic, żył i naczyń limfatycznych [47].

Najwcześniej są pobudzane skórne włókna nerwowe przewodzące dotyk, temperaturę i ucisk. Pacjent czuje delikatne „kłucia” w wyniku szybko powtarzającej się stymulacji receptorów dotyku. Dalsze zwiększenie natężenia prądu wyzwala większe odczucie „mrowienia” i ewentualnie skurcze mięśni. Dlatego dawkowanie wielu zabiegów elektroterapeutycznych opiera się na subiektywnym odczuwaniu przez pacjenta działania prądu na skórę (jak np. przy stosowaniu prądów galwanicznych). Problem ten ogranicza możliwości zastosowania tych zabiegów u dzieci. Uważa się jednak, że nie są one przeciwwskazane w wieku rozwojowym. Spornym problemem pozostaje stosowanie stymulacji elektrycznej w regionach chrząstek nasadowych [48]. Natomiast diatermia krótkofalowa nie powinna być stosowana u dzieci. Kontrowersyjny problem stanowi stosowanie zabiegów prądowych u pacjentów z padaczką. Oczywiście stymulację elektryczną stosuje się także w leczeniu padaczki – elektrostymulacja nerwu

błędnego [49] lub tkanki nerwowej mózgu [50]. Uważa się jednak, że w przypadku tego schorzenia nie powinno się stosować zabiegów elektroterapeutycznych w okolicy szyi i głowy [51].

Przeciwwskazania do stosowania elektroterapii obejmują ponadto stany zapalne skóry i tkanek miękkich, stany gorączkowe, zaburzenia czucia, nowotwory, infekcje ogólne, osobnicze nietolerancje prądu, wszczepiony rozrusznik serca, zakrzepy, endoprotezy.

W piśmiennictwie naukowym niewiele jest doniesień o skuteczności elektroterapii u dzieci. Opisywany jest skuteczny wpływ elektrostymulacji w leczeniu pęcherza neurogenego [52] oraz nadaktywnego pęcherza moczowego [53], a także zapań [54]. Podejmuje się także próby stosowania elektrostymulacji w leczeniu skrzywienia boczno-kręgosłupa [55]. Przezskórna stymulacja elektryczna ma zastosowanie w leczeniu bólu [56]. Metody elektroterapii są obecnie coraz częściej stosowane u dzieci z uszkodzeniem górnego neuronu ruchowego celem zmniejszenia napięcia mięśniowego. Elektrostymulację stosuje się bezpośrednio na mięsień spastyczny, aby uzyskać jego rozluźnienie, hamowanie lub zmęczenie. Można też ją stosować na mięśnie antagonistyczne aby uzyskać hamowanie recyprokalne w mięśniach spastycznych. Do metod elektrostymulacji stosowanych w leczeniu spastyczności zalicza się elektrostymulację przezskórną (TENS) [57], neuromięśniową elektrostymulację [58], metodę tonolizy Hufschmidta z wykorzystaniem prądów małej częstotliwości oraz prądy Träbera [59].

Dość dużo publikacji dotyczy stosowania u dzieci jonoforezy, czyli wprowadzania przez skórę lub śluzówki jonów działających leczniczo za pomocą prądu stałego. Potwierdzono skuteczność tych zabiegów z użyciem lidokainy w miejscowym znieczuleniu skóry przy iniekcjach [60]. W diagnostyce mukopolisacharydozy wykorzystuje się nadal, wprowadzoną w latach 50. metodę jonoforezy pilokarpinowej w celu uzyskania próbki potu [61]. Metodę tę stosowano także w ocenie pocenia się przy stosowaniu topiramatu w padaczkę u dzieci [62]. Jonoforezę z acetylocholiną stosuje się do diagnostyki i leczenia zaburzeń mikrokrążenia, np. w cukrzycy [63].

ŚWIATŁOLECZNICTWO

Światłolecznictwo to dział fizykoterapii, metoda leczenia światłem wykorzystująca jego naturalne (helioterapia) lub sztuczne źródła, emitujące głównie promienie podczerwone (sollux), nadfioletowe (lampa kwarcowa) lub skojarzone światło obu typów promieniowania [64].

Wskazania do leczniczego stosowania promieniowania podczerwonego stanowią: przewlekłe stany zapalne, nerwobóle i zespoły bólowe oraz stany po przebytych zapaleniu skóry i tkanek miękkich pochodzenia bakteryjnego. Naświetlanie promieniami podczerwonymi można stosować również jako zabieg wstępny przed masażem.

Przeciwwskazania do leczniczego stosowania promieniowania podczerwonego stanowią: niewydolność krążenia, czynna gruźlica płuc, skłonność do krwawień, zaburzenia w ukrwieniu obwodowym kończyn, stany gorączkowe, ostre stany zapalne skóry i tkanek miękkich.

Promieniowanie nadfioletowe (UV) jest niewidzialnym promieniowaniem elektromagnetycznym o długości fali od 100 do 400 nm. Działanie tego promieniowania polega głównie na wywoływaniu w skórze reakcji fotochemicznych. W ich następstwie dochodzi do powstawania rumienia fotochemicznego skóry, tworzenia pigmentu, wytwarzania witaminy D. Rumień fotochemiczny w odróżnieniu od rumienia ciepłego występuje po okresie utajenia trwającym 1–6 godzin. Odczyn ten powstaje w wyniku działania na naczynia krwionośne związków powstałych w następstwie działania promieniowania nadfioletowego na komórki naskórka. Na intensywność rumienia mają wpływ układ nerwowy i układ dokrewny. Zależy on również od grubości naskórka, karnacji i wieku. Dzieci są bardziej wrażliwe niż osoby w wieku zaawansowanym. Także niektóre leki i związki chemiczne zwiększają wrażliwość skóry na promieniowanie nadfioletowe.

Wskazania do leczniczego stosowania promieniowania nadfioletowego obejmują: krzywicę, przewlekłe nieżyty oskrzeli, dychawicę oskrzelową, gościec tkanek miękkich, chorobę zwyrodnieniową stawów, trądzik pospolity, czyraczność, stany zapalne tkanek miękkich, owrzodzenia troficzne, trudno gojące się rany, łuszczycę, utrudniony zrost kostny, stany rekonwalescencji.

Przeciwwskazaniami do stosowania promieniowania nadfioletowego są nowotwory, czynna gruźlica płuc, stany wzmożonej wrażliwości na ten rodzaj promieniowania, stany gorączkowe, nadczynność tarczycy, cukrzyca, wzmożona pobudliwość wegetatywna, skłonność do krwawień z przewodu pokarmowego i dróg moczowych, miażdżyca naczyń ze znacznym nadciśnieniem, obniżone ciśnienie krwi, zakażenia ogniskowe, niedokrwistość złośliwa, niewydolność krążenia, ostry gościec stawowy oraz padaczka.

Uważa się, że światłolecznictwo wskazane jest w chorobach wieku dziecięcego [2]. Jego stosowanie wymaga ostrożności ze względu na większą wrażliwość skóry i wcześniejsze pojawienie się odczynów miejscowych.

W piśmiennictwie brak jest publikacji na temat zastosowania leczniczego promieniowania podczerwonego u dzieci. Natomiast promieniowanie nadfioletowe wykorzystywane jest w leczeniu bielactwa nabytego [65], atopowego zapalenia skóry [66], łuszczycy [67]. Wskazania do leczenia krzywicy promieniowaniem nadfioletowym (lampy kwarcowe) lub bezpośrednią ekspozycją na światło słoneczne przeszły do historii ze względu na szeroko rozpowszechnione preparaty witaminy D. Zgodnie też z zaleceniami American Academy of Pediatrics dzieci do ukończenia 6 miesiąca życia nie można narażać na bezpośrednio światło słoneczne, a w pozostałych grupach wiekowych należy tak dobierać aktywność, aby tę ekspozycję minimalizować, a dodatkowo chronić skórę ubraniem i filrami ochronnymi [68].

LASEROTERAPIA

W medycynie lasery znalazły szerokie zastosowanie przede wszystkim w różnych dziedzinach chirurgii, w okulistyce, stomatologii, onkologii i pulmonologii. Lasery emitujące

promieniowanie o małej mocy znalazły zastosowanie w tzw. biostymulacji. Obecnie stosowana energia mieści się w zakresie od kilku do kilkunastu J/cm². Stopień absorpcji i głębokość wnikania promieniowania zależy z jednej strony od struktury naświetlanej tkanki, tzn. jej ukrwienia, pH, zawartości wody, pigmentów, melaniny i hemoglobiny, z drugiej zaś – od długości fali promieniowania, czyli barwy światła, mocy i czasu trwania zabiegu [69]. Dla tkanki słabo uwodnionej, o znacznej spoistości oraz dużej zawartości pierwiastków ciężkich głębokość penetracji znacznie się zmniejsza.

Technika wykonywania ekspozycji laserowych może polegać na bezpośrednim naświetlaniu skóry przez kontakt z sondą laserową (np. punkty bólowe) lub naświetlaniu z odległości, obejmującym określony obszar tkanek. Główny efekt tej terapii łączy się z działaniem fotodynamicznym promieniowania świetlnego, a nie cieplnym. Liczne badania laboratoryjne *in vivo* i *in vitro* potwierdzają wpływ promieniowania laserowego m.in. na zwiększenie syntezy kolagenu oraz RNA, zwiększenie aktywności monocytów i neutrofilów, zmiany stężenia hormonów i neurotransmiterów w ranach, usprawnienie dysocjacji hemoglobiny. Do efektów biologicznych laserów biostymulacyjnych należy m.in. poprawa powierzchniowego mikrokrążenia, przyspieszenie gojenia ran i powierzchniowych urazów [70].

Głównym wskazaniem jest celowość pobudzania miejscowych i ogólnych reakcji organizmu do normalizacji ich zaburzeń homeostatycznych na różnych poziomach strukturalno-funkcjonalnych. W szczególności do takich wskazań zalicza się choroby skóry, schorzenia reumatologiczne, schorzenia neurologiczne (neuralgia nerwu trójdzielnego, neuralgie międzyżebrowe, ostre i przewlekłe zespoły bólowe), wybrane schorzenia urazowo-ortopedyczne, schorzenia laryngologiczne, stomatologiczne oraz wybrane schorzenia internistyczne.

W piśmiennictwie dotyczącym terapii laserem małej mocy podkreśla się brak działań ubocznych tej formy terapii, niemniej dużą ostrożność zaleca się w chorobach nowotworowych, gdyż zabieg może doprowadzić do pobudzenia i przyspieszenia procesów metabolicznych [70]. Samo działanie lasera nie ma natomiast działania karcinogennego. Przeciwwskazane jest również stosowanie zabiegu na okolice oczodołu i na gałkę oczną. Wobec braku istotnych działań laseroterapii wydaje się, że wymienione wskazania mają także zastosowanie u dzieci, brak jest danych na temat ewentualnych różnic w dawkowaniu tej formy terapii.

W przeciwieństwie do innych form fizykoterapii w piśmiennictwie naukowym można znaleźć dużą liczbę publikacji dotyczących działania laseroterapii małej mocy, m.in. badania randomizowane na dużych grupach pacjentów, jak i eksperymenty na zwierzętach. Badano skuteczność tej terapii w leczeniu bólów krzyża [71], w bólach mięśniowo-powięziowych [72], w zespole cieśni nadgarstka [73], urazach nerwów obwodowych [74], leczeniu oparzeń [75] oraz w kosmetologii [76].

W przypadku dzieci wspomina się o zastosowaniu lasera w schorzeniach dermatologicznych, np. łysieniu plackowatym [77], chorobach jamy ustnej, w tym zapale-

niu błony śluzowej po chemioterapii onkologicznej [78]. Gottschling i wsp. [79] wykazali skuteczne działanie akupunktury laserowej w łagodzeniu bólów głowy u dzieci.

MAGNETOTERAPIA

Zjawiska magnetyczne są powszechne w biosferze ziemskiej i w całej przyrodzie i wywierają wpływ na fizjologię istot żywych, lecz dokładnie nie są do tej pory poznane, a wyniki badań naukowych często są sprzeczne, co ukazuje pewne trudności w usystematyzowaniu oddziaływania pola magnetycznego na organizm żywy. Charakterystyczną cechą pola magnetycznego jest przenikanie przez wszystkie struktury ustroju. Ta cecha odróżnia pole magnetyczne od innych postaci energii. Człowiek nie ma żadnych receptorów pola magnetycznego, to znaczy, że żadnym zmysłem nie wyczuwa jego obecności. Działanie związane jest przede wszystkim z obecnością wielu związków o właściwościach para- i ferromagnetycznych. Ponadto pole magnetyczne indukuje w tkankach napięcie elektryczne i zmienia wiązania jonowe oraz oddziaływania między dipolami. Przypuszcza się, że może zmieniać przepuszczalność błon oraz wpływa na elektroosmotyczne procesy fizjologiczne, przewodnictwo neuronalne oraz na szybkość reakcji enzymatycznych [80].

Stosowane w lecznictwie pola magnetyczne podzielono na statyczne i dynamiczne. Źródłem statycznego pola magnetycznego są różnego rodzaju magnesy. Umieszcza się je w ubraniach, pościeli, pokrowcach na meble itp. Nie zauważono żadnych wpływów ubocznych tego rodzaju postępowania. Traktowane są jako nieszkodliwe środki z pogranicza placebo i medycyny niekonwencjonalnej. Pola dynamiczne indukowane są przez prąd elektryczny płynący w przewodniku. Zastosowanie mają pola magnetyczne o małej i wielkiej częstotliwości [81].

Obecnie skuteczność pola magnetycznego podlega licznym badaniom, lecz nie ma danych określających jednoznacznie mechanizm jego działania. Pulsujące pole magnetyczne małej częstotliwości stosuje się do leczenia przewlekłych i ostrych, niebakteryjnych stanów zapalnych narządu ruchu, pourazowych chorób narządu ruchu, chorób układu krążenia i wielu innych schorzeń internistycznych. Wymieniane przeciwwskazania obejmują te same zastrzeżenia, co przy innych rodzajach energii wykorzystywanych w fizykoterapii. Zwraca się uwagę na możliwość uczynienia ognisk padaczkowych mózgu, nie należy więc wykonywać tych zabiegów u pacjentów z nieprawidłowym zapisem EEG [82].

Liczne publikacje dokumentują badania nad działaniem pól magnetycznych małej częstotliwości w organizmie człowieka, jak również u zwierząt. Shupak i wsp. [83], podsumowując te publikacje zwracają uwagę na szerokie spektrum wskazań owej formy terapii, co wymaga dalszych badań, pogłębiających wiedzę na temat mechanizmów działania oraz rzeczywistej skuteczności. Autorzy sugerują, że indukowane pola magnetyczne małej częstotliwości są formą terapii uzupełniającej, a nie podstawowej.

Niestety tylko pojedyncze publikacje obejmują badania prowadzone także u pacjentów w wieku rozwojowym. De Haas i wsp. [84] badali skuteczność stosowania pola

magnetycznego w leczeniu złamań. Harrison i wsp. [85] natomiast nie potwierdzili skuteczności stosowania indukowanych pól magnetycznych w leczeniu choroby Perthesa.

LECZENIE ULTRADŹWIĘKAMI

Mechanizm biologicznego działania ultradźwięków polega na oddziaływaniu cieplnym, mechanicznym i fizykochemicznym [86]. Za pomocą ultradźwięków można uzyskać przegrzanie tkanek głębiej leżących, zwłaszcza z pogranicza tkanki łącznej i kości. Działanie mechaniczne polega na naprzemiennym zagęszczaniu i rozrzedzaniu cząstek, niektórzy autorzy nazywają to zjawisko mikromasażem [3].

Ultradźwięki powodują też szereg procesów fizykochemicznych w tkankach, m.in. działają katalitycznie w niektórych reakcjach chemicznych, powodują procesy utleniania lub redukcji, powodują wzrost szybkości dyfuzji przez błony biologiczne, wpływają na pH oraz wspomagają immunologiczną odpowiedź komórkową [87]. Natomiast w tkance kostnej ultradźwięki powodują zjawisko piezoelektryczne, które odgrywać może dużą rolę terapeutyczną.

Skuteczność sonoterapii potwierdzono w badaniach klinicznych przede wszystkim w leczeniu dolegliwości bólowych w przebiegu różnych urazów narządu ruchu [88, 89], a także regeneracji uszkodzonych nerwów obwodowych [90,91], wspomaganie gojenia złamań [92] oraz podskórnym wprowadzeniu substancji farmakologicznych (fonoforeza) [93,94]. Terapię ultradźwiękami coraz częściej wykorzystuje się także w leczeniu przewlekłych i trudno gojących się ran. W większości dotyczyły wspomaganie gojenia owrzodzeń żylnych [95]. Stymulacja komórek układu kostnego (osteoblastów) była przedmiotem wielu badań. Stwierdzano przyspieszenie procesu gojenia w złamaniach kości długich [96].

Wydaje się, w związku z tymi „podręcznikowymi” wskazaniami terapia ultradźwiękami ma zastosowanie także w wieku rozwojowym. Analiza piśmiennictwa wskazuje jednak na brak badań dotyczących wskazań i skuteczności tej formy leczenia u dzieci. Kosseim i wsp. [97], podsumowując dotychczasowe publikacje na temat leczenia bólów krzyża u dzieci, stwierdzają brak obiektywizujących badań w populacji dziecięcej. Jedynie Caswell i McNulty [98] opublikowali pozytywne wyniki leczenia ran skórnych w przypadku dwójki dzieci z dysplazją ektodermalną.

Większość autorów wymienia jako przeciwwskazanie nadźwiękawianie okolic nasad kostnych u dzieci przy niezakończonym wzroście. Wynika to prawdopodobnie z wpływu ultradźwięków na ośrodki o różnej gęstości, a także stymulującego wpływu na tkankę kostną i kościotwórczą. Lyon i wsp. [99] w badaniach eksperymentalnych na stawach kolanowych królików (20 min. dziennie przez 6 tygodni) stwierdzili patologiczne skutki działania wysokich dawek ultradźwięków (2,2 W/cm²) na płytki wzrostowe. Natomiast dawki terapeutyczne (0,5 W/cm²) nie miały złego wpływu. Autorzy uważają, że wyniki tych badań mogą sugerować bezpieczne użycie terapii ultradźwiękowej także u dzieci. Natomiast Fréz i wsp. [100] prowadzili także badania na królikach, stosując dawki UD 1 W/cm²

na ok. stawów kolanowych 5 minut przez 10 dni z przerwą 2-dniową. Autorzy ci [100] także nie stwierdzili ewidentnego negatywnego wpływu ultradźwięków w dawkach terapeutycznych, potwierdzili zaś zmiany histologiczne w chrząstce, sugerujące zmiany metabolizmu w badanej płycie wzrostowej. Dlatego więc należy unikać stosowania ultradźwięków w okolicy chrząstek wzrostowych.

PODSUMOWANIE

Fizykoterapia ma już niewątpliwie ugruntowane miejsce we współczesnym leczeniu. Biorąc pod uwagę wskazania i przeciwwskazania do zabiegów fizykoterapeutycznych, należy stwierdzić, że nie wszystkie są odpowiednie w procesie leczenia u dzieci. Należy uwzględnić wszystkie odrębności anatomiczne, fizjologiczne i psychiczne organizmu w

okresie rozwojowym. Różnice anatomiczne dotyczą wielkości narządów czy też obecności wad wrodzonych. Różnice fizjologiczne obejmują mniejszą wydolność metaboliczną, odmienną gospodarkę wodną, niedojrzałe mechanizmy termoregulacji. Nie należy zapominać także o odrębnościach psychicznych dziecka. Przed zastosowaniem zabiegu fizjoterapeutycznego należy uzyskać zaufanie dziecka i rodziców, zmniejszyć jego lęk przed naszymi działaniami. Dodatkowy problem stanowi brak wystarczających badań naukowych, wyjaśniających mechanizm działania oraz skuteczność aplikowanych czynników fizycznych. Dotyczy to oczywiście całego obszaru fizykoterapii, ale w przypadku dzieci jest to szczególnie trudne. Należy mieć nadzieję, że postęp technologiczny, coraz precyzyjniejsza aparatura oraz ogólny nacisk na medycynę opartą na faktach przyczyni się do uzupełnienia tej wiedzy.

PIŚMIENNICTWO

- [1] Górnicki B., Dębiec B., Baszczyński J. red.: *Pediatrics*. Tom 1. Wydawnictwo PZWL, Warszawa 1995.
- [2] Straburzyński, G., Straburzyńska-Lupa, A.: *Medycyna fizykalna*. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1997.
- [3] Mika, T., Kasprzak, W.: *Fizykoterapia*. Wydawnictwo Lekarskie PZWL. Wydanie IV uzupełnione, Warszawa 2004.
- [4] Placek W.: *Rozwój, budowa i fizjologia skóry oraz podstawy symptomatologii dermatologicznej*. [w:] *Dermatologia pediatria*. Miklaszewska M., Wąsik F. [red.], Volumed, t. I, Wrocław 1999.
- [5] Serafin, M., Rosińska-Borkowska, D.: *Problem suchej skóry i jej pielęgnacji u dzieci*. *Nowa Pediatra* 2002; 1: 22-25.
- [6] Saijo S., Tagami H.: *Dry skin of newborn infants: functional analysis of the stratum corneum*. *Pediatr Dermatol* 1991; 8: 155-159.
- [7] Cohen B.A.: *Trądzik*. [w:] *Dermatologia dziecięca*. Lecewicz-Toruń B. [red.], Wydawnictwo Czelej, Lublin 1999.
- [8] Berliner M.N., Maurer A.L.: *Effect of different methods of thermotherapy on skin microcirculation*. *Am J Phys Med Rehabil* 2004; 83: 292-297.
- [9] Schmidt K.L.: *Zur Wirkung einer Ganzkörperhyperthermie auf Entzündungen und Immunreaktionen: experimentelle Grundlagen*. *Phys Med Rehab Kuror* 2004; 14: 227-235.
- [10] Chapman B.L., Liebert R.B., Linger M.R., et al.: *An introduction to physical therapy modalities*. *Adolesc Med State Art Rev* 2007; 18: 11-23.
- [11] Nadler S.F., Weingand K., Kruse R.J.: *The physiologic basis and clinical applications of cryotherapy and thermotherapy for the pain practitioner*. *Pain Physician* 2004; 7(3): 395-399.
- [12] Hecht P.J., Backmann S., Booth R.E., et al.: *Effects of Thermal Therapy on Rehabilitation after Total Knee Arthroplasty: A Prospective Randomized Study*. *Clin Orthop Relat Res* 1983; 178: 198-201.
- [13] Robertson V.J., Ward A.R., Jung P.: *The effect of heat on tissue extensibility: a comparison of deep and superficial heating*. *Arch Phys Med Rehabil* 2005; 86: 819-825.
- [14] Lane E, Latham T.: *Managing pain using heat and cold therapy*. *Paediatr Nurs* 2009; 21: 14-18.
- [15] Lee G.P., Ng G.Y.: *Effects of stretching and heat treatment on hamstring extensibility in children with severe mental retardation and hypertonia*. *Clin Rehabil* 2008; 22: 771-779.
- [16] Barden W., Brooks D., Ayling-Campos A.: *Physical therapy management of the subluxated wrist in children with arthritis*. *Phys Ther* 1995; 75: 879-885.
- [17] Preisler B., Falkenbach A., Klüber B., et al.: *The effect of the Finnish dry sauna on bronchial asthma in childhood*. *Pneumologie* 1990; 44: 1185-1187.
- [18] Kukkonen-Harjula K., Kauppinen K.: *Health effects and risks of sauna bathing*. *Int J Circumpolar Health* 2006; 65: 195-205.
- [19] Pashkov V.K., Ogorodova L.M., Gontarskaia V.M., et al.: *The sauna in the treatment of children with atopic dermatitis*. *Vopr Kurortol Fizioter Lech Fiz Kult* 2000; 4: 37-39.
- [20] Zagrobelny Z.: *Lecnicze zastosowanie zimna*. *Acta Biooptica Inf Med* 1996; 2: 83-87.
- [21] Zagrobelny Z.: *Krioterapia miejscowa i ogólnoustrojowa*. Urban & Partner 2003.
- [22] Mraz M., Stręk W., Zagrobelny Z.: *Korzyści terapeutyczne w przebiegu kriorehabilitacji u chorych neurologicznych*. *Fizjoter Pol* 2005; 5: 33-34.
- [23] Stanek A., Cieślak G., Matyszkiewicz B.: *Subiektywna ocena skuteczności terapeutycznej krioterapii ogólnoustrojowej u pacjentów z zeszywniającym zapaleniem stawów kręgosłupa*. *Bain Pol* 2005; 47: 24-32.
- [24] <http://www.alkon.pl/sprz/KRIO/kr.htm>
- [25] Nemet D., Meckel Y., Bar-Sela S., et al.: *Effect of local cold-pack application on systemic anabolic and inflammatory response to sprint-interval training: a prospective comparative trial*. *Eur J Appl Physiol* 2009; 107: 411-417.
- [26] McLean D.A.: *The use of cold and superficial heat in the treatment of soft tissue injuries*. *Br J Sports Med* 1989; 23: 53-54.
- [27] Jonderko, G., Rozmus-Kuczka I., Gałaszek Z. et al.: *Wpływ krioterapii na wybrane odczynny ostrej fazy u chorych na reumatoidalne zapalenie stawów*. *Reumatologia* 1988; 26: 111-116.
- [28] Gieremek K.: *Przegląd metod kriostymulacyjnych stosowanych w zwalczaniu spastyczności*. *Fizjoterapia* 1994; 2: 30-32.
- [29] Książkowska-Pietrzak K.: *Miejsce krioterapii w leczeniu chorób narządu ruchu – mechanizm działania, wskazania i przeciwwskazania*. *Acta Bio-Opt Inform Med* 1996; 2, 3-4: 157-160.
- [30] Śliwiński, Z; Zagrobelny, Z.: *Termowizyjna ocena gry naczyniowej u dzieci zdrowych po zastosowaniu kriostymulacji tylko jednej ręki*. *Acta Bio-Opt Inform Med* 2000; 6, 3-4: 97-103.
- [31] Semenova K.A., Bubnova V.A., Vinogradova L.I., et al.: *Cryotherapy in the complex restorative treatment of children with infantile cerebral palsy*. *Zh Nevropatol Psikhiatr Im S S Korsakova* 1986; 86: 1459-1463.
- [32] Singh RK, Martinez A, Baxter P.: *Head cooling for exercise-induced headache*. *J Child Neurol* 2006; 21: 1067-1068.
- [33] Ebner C.A.: *Cold therapy and its effect on procedural pain in children*. *Issues Compr Pediatr Nurs* 1996; 19: 197-208.
- [34] Cordes J.: *Die thermische Hautreaktion in der Hydrotherapie*. *Z Physiother* 1972; 24: 241-245.

- [35] Cordes J.C.: Indikationen der Hydrotherapie - ein Praxiskonzept Weiter- und Fortbildung. *Phys Med Rehab Kuror* 1998; 08: 60-64.
- [36] Olchowik B., Sobaniec W.; Sołowiej E.; et al.: Aspekty kliniczne zwalczania spastyzności. *Neurol Dziec* 2009; 18: 47-57.
- [37] Barczyk K., Skolimowski T., Zawadzka D.: Changes in body posture in children with first-degree scoliosis taking part in corrective exercises in a water environment. *Ortop Traumatol Rehabil* 2005; 7: 180-6.
- [38] Epps H., Ginnelly L., Utley M., et al.: Is hydrotherapy cost-effective? A randomised controlled trial of combined hydrotherapy programmes compared with physiotherapy land techniques in children with juvenile idiopathic arthritis. *Health Technol Assess* 2005; 9: iii-iv, ix-x, 1-59.
- [39] Fragala-Pinkham M.A., Dumas H.M., Barlow C.A., et al.: An aquatic physical therapy program at a pediatric rehabilitation hospital: a case series. *Pediatr Phys Ther* 2009; 21: 68-78.
- [40] Getz M., Hutzler Y., Vermeer A.: Effects of aquatic interventions in children with neuromotor impairments: a systematic review of the literature. *Clin Rehabil* 2006; 20: 927-936.
- [41] Hoffman H.G., Patterson D.R., Seibel E., et al.: Virtual reality pain control during burn wound debridement in the hydrotank. *Clin J Pain* 2008; 24: 299-304
- [42] Kochański, J.W.: *Balneologia i hydroterapia*. Wydawnictwo AWF, Wrocław 2002
- [43] Grüber C., Riesberg A., Mansmann U., et al.: The effect of hydrotherapy on the incidence of common cold episodes in children: a randomised clinical trial. *Eur J Pediatr* 2003; 162: 168-176.
- [44] Kahn J.: *Elektroterapia. Zasady i zastosowanie*. Wydawnictwo PZWL 2005.
- [45] Konarska I.: *Medycyna fizykalna*, PZWL, Warszawa, 1968.
- [46] Lazarou L., Kitsios A., Lazarou I., et al.: Effects of intensity of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) on pressure pain threshold and blood pressure in healthy humans: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Clin J Pain* 2009; 25: 773-780.
- [47] Peters E.J., Lavery L.A., Armstrong D.G., et al.: Electric stimulation as an adjunct to heal diabetic foot ulcers: a randomized clinical trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2001; 82: 721-725.
- [48] Watson T.: Current concepts in electrotherapy. *Haemophilia*. 2002; 8: 413-418.
- [49] Kabir S.M., Rajaraman C., Rittey C., et al.: Vagus nerve stimulation in children with intractable epilepsy: indications, complications and outcome. *Childs Nerv Syst* 2009; 25: 1097-1100.
- [50] Anderson C.T., Davis K., Baltuch G.: An update on brain stimulation for epilepsy. *Curr Neurol Neurosci Rep* 2009; 9: 327-332.
- [51] Bauer A., Wiecheć M.: *Przewodnik metodyczny po wybranych zabiegach fizykalnych*. Markmed, Ostrowiec Świętokrzyski 2008.
- [52] Cirović D., Petronić I., Nikolić D., et al.: Effects of electrotherapy in treatment of neurogenic bladder in children with occult spinal dysraphism. *Srp Arh Celok Lek* 2009; 137: 502-505.
- [53] Lordęło P., Soares P.V., Maciel I., et al.: Prospective study of transcutaneous parasacral electrical stimulation for overactive bladder in children: long-term results. *J Urol* 2009; 182: 2900-2904.
- [54] Chase J., Robertson V.J., Southwell B., et al.: Pilot study using transcutaneous electrical stimulation (interferential current) to treat chronic treatment-resistant constipation and soiling in children. *J Gastroenterol Hepatol* 2005; 20: 1054-1056
- [55] Zarzycki D., Zarzycka M., Nowak R., et al.: Electrostimulation in treatment of scoliosis. *Chir Narzadow Ruchu Ortop Pol.* 1991; 56: 9-12.
- [56] Merkel S.I., Gutstein H.B., Malviya S.: Use of transcutaneous electrical nerve stimulation in a young child with pain from open perineal lesions. *J Pain Symptom Manage*. 1999; 18: 376-381.
- [57] Dachy B., Dan B.: Electrophysiological assessment of the effect of intrathecal baclofen in spastic children. *Clin Neurophysiol* 2002; 113: 336-340.
- [58] Al-Abdulwahab S.S., Al-Khatrawi W.M.: Neuromuscular electrical stimulation of the gluteus medius improves the gait of children with cerebral palsy. *Neuro Rehabilitation* 2009; 24: 209-17.
- [59] Dziedzic S., Straburzyńska-Lupa A.: Możliwości zabiegów fizykalnych w leczeniu spastyzności. *Fizjoter Pol* 2004; 4: 250-253.
- [60] Zempsky W.T., Sullivan J., Paulson D.M., et al.: Evaluation of a low-dose lidocaine iontophoresis system for topical anesthesia in adults and children: a randomized, controlled trial. *Clin Ther* 2004; 26: 1110-1119.
- [61] Kabra S.K., Kabra M., Shastri S., et al.: Diagnosing and managing cystic fibrosis in the developing world. *Paediatr Respir Rev* 2006; 7 Suppl 1: 147-150.
- [62] Ben-Zeev B., Waternberg N., Augarten A., et al.: Oligohydrosis and hyperthermia: pilot study of a novel topiramate adverse effect. *J Child Neurol* 2003; 18: 254-257
- [63] Khan F., Elhadd T.A., Greene S.A., et al.: Impaired skin microvascular function in children, adolescents, and young adults with type 1 diabetes. *Diabetes Care* 2000; 23: 215-220.
- [64] Taradaj J.: *Światolecznictwo praktyczne*. TECHNOMEX, Gliwice 2002
- [65] Welsh O., Herz-Ruelas M.E., Gómez M., et al.: Therapeutic evaluation of UVB-targeted phototherapy in vitiligo that affects less than 10% of the body surface area. *Int J Dermatol* 2009; 48: 529-534.
- [66] Clayton T.H., Clark S.M., Turner D., Goulden V.: The treatment of severe atopic dermatitis in childhood with narrowband ultraviolet B phototherapy. *Clin Exp Dermatol* 2007; 32: 28-33.
- [67] Neumann N.J., Mahnke N., Korpusik D., et al.: Treatment of palmoplantar psoriasis with monochromatic excimer light (308-nm) versus cream PUVA. *Acta Derm Venereol* 2006; 86: 22-24.
- [68] Niedobór witaminy D u dzieci i młodzieży - rozpoznawanie, leczenie i zapobieganie. Aktualne (2008) zalecenia American Academy of Pediatrics i Lawson Wilkins Pediatric Endocrine Society – W: *Medycyna Praktyczna Paediatrics* 2009/01.
- [69] Kurkus B., Kuliński W.: Laseroterapia w medycynie fizykalnej. *Baln Pol* 2005; 27; 3-4: 76-83.
- [70] Goraj-Szczyrkowska B.: Wybrane zagadnienia zabiegów fizykoterapeutycznych w rehabilitacji. W: Kiwerski J.: *Rehabilitacja medyczna*. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2005, wyd. 1.
- [71] Verhagen A.P., Schellingerhout J.M.: Low-level laser therapy for neck pain. *Lancet* 2010, 27; 37: 721.
- [72] Carrasco T.G., Guerisoli L.D., Guerisoli D.M., et al.: Evaluation of low intensity laser therapy in myofascial pain syndrome. *Cranio* 2009; 27: 243-247.
- [73] Yagci I., Elmas O., Akcan E., et al.: Comparison of splinting and splinting plus low-level laser therapy in idiopathic carpal tunnel syndrome. *Clin Rheumatol* 2009; 28: 1059-1065.
- [74] Rochkind S., El-Ani D., Nevo Z., et al.: Increase of neuronal sprouting and migration using 780 nm laser phototherapy as procedure for cell therapy. *Lasers Surg Med* 2009; 41: 277-281.
- [75] Ezzati A., Bayat M., Taheri S., et al.: Low-level laser therapy with pulsed infrared laser accelerates third-degree burn healing process in rats. *J Rehabil Res Dev* 2009; 46: 543-554.
- [76] Tierney E., Hanke C.W.: Randomized controlled trial: Comparative efficacy for the treatment of facial telangiectasias with 532 nm versus 940 nm diode laser. *Lasers Surg Med* 2009; 41: 555-562.
- [77] Al-Mutairi N.: 308-nm excimer laser for the treatment of alopecia areata in children. *Pediatr Dermatol* 2009; 26: 547-550.
- [78] Cruz L.B., Ribeiro A.S., Rech A., et al.: Influence of low-energy laser in the prevention of oral mucositis in children with cancer receiving chemotherapy. *Pediatr Blood Cancer* 2007; 48: 435-440.
- [79] Gottschling S., Meyer S., Gribova I., et al.: Laser acupuncture in children with headache: a double-blind, randomized, bicenter, placebo-controlled trial. *Pain* 2008, 15; 137: 405-412
- [80] Jaroszyk F.: *Biologiczne oddziaływanie stałych pól magnetycznych*. Katedra Biofizyki, Akademia Medyczna w Poznaniu., Monografia, Wyd. Akademii Medycznej w Poznaniu. Poznań 1992.
- [81] Sieroń A., Cieślak G., Adamek M.: *Magnetoterapia i laseroterapia*. Śląska Akademia Medyczna, 1994.
- [82] Sieroń A. [red.]: *Zastosowanie pól magnetycznych w medycynie*. Wydawnictwo α -Medica Press, Bielsko-Biała 2002

- [83] Shupak N.M., Prato F.S., Thomas A.W.: Therapeutic uses of pulsed magnetic field exposure: A review. *Radio Sci Bull* 2003; 307: 9–32.
- [84] de Haas W.G., Beaupré A., Cameron H., et al.: The Canadian experience with pulsed magnetic fields in the treatment of ununited tibial fractures. *Clin Orthop Relat Res* 1986; 208: 55-58.
- [85] Harrison M.H., Bassett C.A.: The results of a double-blind trial of pulsed electromagnetic frequency in the treatment of Perthes' disease. *J Pediatr Orthop* 1997; 17: 264-265.
- [86] ter Haar, G.: Therapeutic ultrasound. *Eur J Ultrasound* 1999; 9: 3-9.
- [87] Lai J., Pittelkow M.R.: Physiological effects of ultrasound mist on fibroblasts. *Int J Dermatol* 2007; 46: 587-593.
- [88] Demir H., Menku P., Kirnap M., et al.: Comparison of the effects of laser, ultrasound, and combined laser + ultrasound treatments in experimental tendon healing. *Lasers Surg Med* 2004; 35: 84-89.
- [89] Warden S.J.: A new direction for ultrasound therapy in sports medicine. *Sports Med* 2003; 33: 95-107.
- [90] Lazar D.A., Curra F.P., Mohr B., et al.: Acceleration of recovery after injury to the peripheral nervous system using ultrasound and other therapeutic modalities. *Neurosurg Clin N Am* 2001; 12: 353-357.
- [91] Mourad P.D., Lazar D.A., Curra F.P., et al.: Ultrasound accelerates functional recovery after peripheral nerve damage. *Neurosurgery*. 2001; 48: 1136-40
- [92] Warden S.J., Bennell K.L., McMeeken J.M., et al.: Acceleration of fresh fracture repair using the sonic accelerated fracture healing system (SAFHS): a review. *Calcif Tissue Int* 2000; 66: 157-163.
- [93] Mitragotri S.: Healing sound: the use of ultrasound in drug delivery and other therapeutic applications. *Nat Rev Drug Discov* 2005; 4: 255-260.
- [94] Rao R., Nanda S.J.: Sonophoresis: recent advancements and future trends. *Pharm Pharmacol* 2009; 61: 689-705.
- [95] Świst-Chmielewska D., Franek A., Brzezińska-Wcisło L., et al.: Doświadczalny dobór najkorzystniejszych parametrów fizycznych i aplikacyjnych ultradźwięków w leczeniu owrzodzeń żylnych podudzi. *Pol Merkuriusz Lek* 2002; 12, 72: 500-505.
- [96] Kristiansen T.K., Ryaby J.P., McCabe J., et al.: Accelerated healing of distal radial fractures with the use of specific, low-intensity ultrasound. A multicenter, prospective, randomized, double-blind, placebo-controlled study. *J Bone Joint Surg Am* 1997; 79: 961-973.
- [97] Kosseim M., Rein R., McShane C.: Implementing evidence-based physiotherapy practice for treating children with low back pain: are we there yet? *Pediatr Phys Ther* 2008; 20: 179-184.
- [98] Caswell D., McNulty B.M.: Low-frequency, therapeutic ultrasound treatment for congenital ectodermal dysplasia in toddlers. *Ostomy Wound Manage* 2008; 54: 58-61.
- [99] Lyon R., Liu X.C., Meier J.: The effects of therapeutic vs. high-intensity ultrasound on the rabbit growth plate. *J Orthop Res* 2003; 21: 865-871.
- [100] Fréz A.R., Ariza D., Ferreira J.R.L., et al.: Effect of continuous therapeutic ultrasound in rabbit growth plates. *Rev Bras Med Esporte* 2006; 12: 150-152.

Adres do korespondencji:

Beata Olchowik, Klinika Neurologii i Rehabilitacji Dziecięcej UDSK, ul. Waszyngtona 17, 15-274 Białystok, e-mail: bolch@wp.pl