

Ocena skuteczności elektroterapii horyzontalnej jako czynnika wspomagającego kinezyterapię u pacjentek z osteoporozą

The evaluation of the efficiency of horizontal electrotherapy as a factor supporting kinezytherapy in patients with osteoporosis

Mirosław Janiszewski¹, Stanisław Włudyga², Aneta Hak⁴, Małgorzata Jagier³

¹Wydział Nauk o Zdrowiu Collegium Medicum im. Ludwika Rydygiera w Bydgoszczy, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, dziekan Wydziału dr hab. med. Zbigniew Bartuzi

²Zakład Diagnostyki Obrazowej Szpitala Rejonowego w Pińczowie, kierownik Zakładu lek. Stanisław Włudyga

³Oddział Rehabilitacji Szpitala MSWiA w Łodzi

⁴Wyższe Studium Muzykoterapii Akademii Muzycznej w Łodzi

Słowa kluczowe: osteoporoza, menopauza, elektroterapia horyzontalna, densytometria.

Key words: osteoporosis, menopause, horizontal electrotherapy, densitometry.

Streszczenie

Aspektem społecznym osteoporozy jest upośledzenie sprawności lokomocyjnej i manualnej pacjenta oraz zdolności wykonywania przez niego pracy zawodowej. W tym przypadku szczególnego znaczenia nabiera kompleksowa rehabilitacja, w tym zabiegi fizykalne. Ostatnio dużą uwagę zwraca się na właściwości terapeutyczne prądu elektrycznego o częstotliwościach odpowiadających akustycznemu pasmu drgań. Stymulację horyzontalną osiąga się poprzez zastosowanie urządzenia skanującego wywołującego oddziaływanie bioelektryczne i biochemiczne jednocześnie w tym samym miejscu w organizmie, prowadząc do pozytywnych działań terapeutycznych.

Celem pracy była kompleksowa ocena odpowiednio zmodyfikowanego programu elektroterapii horyzontalnej u pacjentek z osteoporozą. Uwzględniono stan kliniczny, wybrane wskaźniki funkcji narządu oraz zależności między tymi parametrami a zmianami w zakresie gęstości masy kostnej. Uzyskane wyniki wskazują na istotne zwiększenie przyrostu masy kostnej u pacjentek z osteoporozą oraz na istotną poprawę niektórych wskaźników biomechanicznych narządu ruchu, czego nie stwierdza się u osób leczonych tylko farmakologicznie. U pacjentek nastąpiło zmniejszenie dolegliwości oraz poprawa stanu klinicznego. Elektroterapia horyzontalna w osteoporozie może stanowić cenne uzupełnienie stosowanych dotychczas metod leczenia tego schorzenia.

Summary

The aim of this paper is a comprehensive evaluation of an adequately modified horizontal electrotherapy program in women patients with osteoporosis. The patients' clinical condition, selected organ function indicators and the relationship between density changes were taken into consideration.

The obtained results indicated a significant increase of bone mass and indicators in patients affected with osteoporosis. Such changes did not occur in patients treated only pharmacologically. The disease was alleviated and the clinical condition of the patients improved.

Horizontal electrotherapy can be a valuable supplement of currently applied methods in the treatment of patients with osteoporosis.

Adres do korespondencji:

prof. dr hab. med. Mirosław Janiszewski, Stare Krasnodęby 23a, 95-070 Aleksandrów Łódzki

Praca wpłynęła: 18.11.2004 r.

Osteoporoza jest chorobą charakteryzującą się zmniejszoną masą tkanki kostnej i zaburzeniami jej struktury, co prowadzi do osłabienia kości i zwiększenia ryzyka złamania [1, 3, 5].

Biorąc pod uwagę aspekt społeczny osteoporozy, która upośledza sprawność lokomotoryjną chorego oraz zdolność wykonywania przez niego pracy zawodowej, szczególnego znaczenia nabiera w tych przypadkach kompleksowa rehabilitacja, w tym zabiegi fizykalne [2, 49].

W ostatnim czasie coraz większego znaczenia nabiera elektroterapia horyzontalna, przeznaczona do stymulacji nerwów i mięśni za pomocą prądu elektrycznego o częstotliwościach odpowiadających akustycznemu pasmu dźwięków. Nowością jest to, że elektroterapia horyzontalna wywołuje oddziaływanie bioelektryczne i biochemiczne równocześnie w tym samym miejscu organizmu. Szczegółowe badania specyficznych właściwości stymulacji horyzontalnej dowiodły, że organizm chorego jest w stanie tolerować szeroki zakres pól elektrycznych wysokiej częstotliwości. Stymulację horyzontalną osiąga się dzięki zastosowaniu urządzenia skanującego, przy czym należy rozróżnić 2 rodzaje skanowania: horyzontalne i diagonalne. Zastosowanie skanera poziomie komórkowym i molekularnym wywołuje na zjawisko rezonansu, które prowadzi do pozytywnych efektów terapeutycznych.

Celem pracy jest kompleksowa ocena skuteczności długotrwałego i systematycznego programu terapii horyzontalnej u pacjentek z osteoporozą, uwzględniająca stan kliniczny, wybrane wskaźniki funkcji narządu ruchu oraz zależności między tymi parametrami a zmianami w zakresie gęstości masy kostnej.

Badany materiał

Badaniu poddano 65 kobiet w okresie menopauzalnym, w wieku 45–55 lat. Osoby te przez rok uczęszczały na zajęcia kinezyterapii i były leczone na osteoporozę farmakologicznie. Stosowano leki zmniejszające resorpcję tkanki kostnej oraz pobudzające jej tworzenie, przy założeniu wywarcia takiego wpływu na przebudowę tkanki, którego następstwem byłaby przewaga procesów tworzenia nad resorpcją i w rezultacie poprawa bilansu kostnego. Procedura leczenia farmakologicznego była podobna u wszystkich pacjentek. Do badań włączono 60-osobową grupę porównawczą, w której stosowano jedynie leczenie farmakologiczne, bez programu kinezyterapii. Pacjentki dobrano do badań losowo, wg ustalonego wcześniej operatu losowania na podstawie tabeli liczb losowych wg Fischera i Yatesa. Dobór próby dokonywany był niezależnie od autorów pracy. Przed badaniem u wszystkich pacjentek wykonano badania densytometryczne, ocenę dolegliwości bólowych – wskaźnik stawowy wg Ritchiego, ocenę punktową badania klinicznego, ocenę zakresu ruchomości kręgosłupa

i dużych stawów, badania napięcia spoczynkowego mięśni i ocenę wskaźników siły – pomiar siły dynamicznej segmentów ruchowych i ocenę wytrzymałości statycznej mięśni. Wartości wskaźników klinicznych i biomechanicznych w badaniach wyjściowych nie różniły się istotnie w grupach, świadcząc o ich jednorodności. Wszystkie pacjentki z badanej grupy wyraziły zgodę na uczestniczenie w programie zajęć ruchowych. U żadnej z pacjentek nie stwierdzono współistniejących schorzeń, które miałyby istotny wpływ na wyniki badań.

Metoda badań

W badanej grupie przed zakończeniem i po zakończeniu kinezyterapii przeprowadzono ocenę następujących wskaźników:

1. Ocena densytometryczna – badanie densytometryczne metodą QCT (*Quantitative Computed Tomography*) aparatem Somato AR/CT firmy Siemens.

Badanie obejmowało wykonanie 2 skanów: jednego podłużnego całego tułowia w linii środkowej ciała i drugiego, poprzecznego na wysokości 3. kręgu lędźwiowego. Jeżeli ten kręgi uległ zniszczeniu, badanie gęstości przeprowadzono na kręgu sąsiednim: 4. lub 2. Wyniki BMD (*Bone Mineral Density*) przedstawiono w wartościach bezwzględnych mg/ml tkanki kostnej kości bocznej lub kości korowej osobno oraz zilustrowano na wykresie w stosunku do normy dla wieku i płci. Wartości BMD podano także w wartościach odchylenia standardowego (SD) od normy, które można również przeliczyć na procenty wg wzoru $1\text{ SD}=10\%$. Dla potrzeb dokumentacji medycznej najważniejsze elementy odczytu są powtórzone w jednym z pól kliszy – lekarz może je wyciąć i dołączyć do historii pacjenta.

2. Wskaźnik stawowy wg Ritchiego – polega na oznaczeniu bólu przy ucisku lub ruchu biernym. Stosowana jest 3-stopniowa skala oceny:

- 1 – chory zgłasza uczucie bólu,
- 2 – chory wyraźnie reaguje na dotyk,
- 3 – chory cofa badaną kończynę po ucisku.

Według tego wskaźnika ogólnie bada się 26 stawów, lub – uściślając – 26 lokalizacji zmian.

Odcinek szczytny jest bowiem liczony jako jedna lokalizacja, także jako jedna lokalizacja traktowane są obydwie stawy żuchwowe, mostkowo-obojczykowe, barkowo-obojczykowe oraz śródrečno-palcowe każdej stopy. Gdyby zajęte były wszystkie badane odcinki, a ból miał największe nasilenie, to maksymalna wartość wskaźnika wyniosłaby 78.

3. Ocena punktowa badania klinicznego – zasadą zapisu punktowego stwierdzonych odchyień była ich ocena w skali od 0 do 3 pkt. Zero punktów oznaczało

Tabela I. Procentowy przyrost gęstości kości korowej i beleczkowej po kinetoterapii w poszczególnych grupach

	Grupa badana			Grupa kontrolna	
	x	SD	p	x	SD
przyrost gęstości kości korowej	18,4	3,3	0,001	14,2	2,9
przyrost gęstości kości beleczkowej	13,3	3,5	0,001	5,4	1,8

brak odchyień od normy, 1 pkt – odchylenie najłżejsze, 2 pkt – odchylenie o średnim nachyleniu, 3 pkt – odchylenie o znacznym nasileniu. Oceniano następujące czynniki: postawa ciała, ruchy czynne kręgosłupa, sprawność chodu, nasilenie bólu, objawy segmentarne oraz objawy neurologiczne. Ponieważ było 6 podgrup objawów, dlatego 18 pkt oznaczało stan najcięższy, mniej punktów miały stany łżejsze, a zero punktów oznaczało brak odchyień od stanu prawidłowego.

4. Ocena zakresu ruchomości kręgosłupa i dużych stawów za pomocą plurimetru Rippseteina, przyjmując jako wskaźnik odsetek normy podany przez Dziaka [11].

5. Badanie napięcia spoczynkowego mięśni, segmentów narządu ruchu wykonywano za pomocą miotonomu typu Szirmai, podając wynik w miotonach, gdzie 1 mioton oznacza siłę w miliniutonach potrzebną do ugięcia skóry nad mięśniem przy stałej powierzchni bolca równej 0,18 cm kw.

6. Ocena wskaźników siły – dokonując pomiaru siły dynamicznej badanych segmentów ruchowych, określano czas połowkowy narastania siły maksymalnej mięśni za pomocą elektronicznego zestawu do pomiaru siły Tilmet 21 skonstruowanego w Politechnice Łódzkiej. Do oceny wytrzymałości statycznej mięśni badanych segmentów ruchowych, jako wskaźnik wytrzymałości statycznej, przyjęto spadek siły maksymalnej w trakcie 15 s maksymalnego napięcia. Wynik określono jako różnicę siły w niutonach. Analogiczne badania przeprowadzono w odstępie roku w grupie porównawczej.

Zastosowany program elektroterapii

Pacjentki z badanej grupy przez 2 mies. uczęszczały na zabiegi elektroterapii, w ramach których stosowano program EDT. Zabiegi odbywały się 3 razy w tygodniu. Zastosowano terapię horyzontalną poprzedzoną programem wstępnym trwającym 20 min oraz programem 64 WaDit. Wykorzystano częstotliwość prądów w zakresie 4–12 tys. Hz. Stymulacja za pomocą depolaryzacji i polaryzacji pobudzonych komórek była tworzona poprzez zmienny prąd średniej częstotliwości. Miejsowa tolerancja prądów średniej częstotliwości była

również korzystna, gdyż nie powodowała poparzeń chemicznych, a próg bólowy był bardzo wysoki. Dokładną lokalizację stymulującego efektu prądu średniej częstotliwości uzyskiwano poprzez zastosowanie jednego lub dwóch obwodów.

Wyniki

W grupie po przeprowadzonej kinezyterapii stwierdzono większy procentowy przyrost gęstości kości korowej niż w grupie kontrolnej. Odpowiednie wartości wynosiły tutaj: $x=18,4$ oraz $x=14,2$. Również przyrost gęstości kości beleczkowej był znamienne większy w grupie po kinezyterapii ($x=13,3$) niż w grupie kontrolnej ($x=5,4$) (tab. I).

Analizując przyrost bezwzględny w mg/ml, zaobserwowano, że był on istotnie większy w badanej grupie ($x=17,5$) niż w grupie kontrolnej ($x=12,5$) (tab. II).

Porównując przyrost gęstości kości w zależności od wyjściowego SD, zaobserwowano, że w przedziale od -1,0 do -2,0 był on znamienne większy ($x=16,5$) niż w grupie kontrolnej ($x=10,2$). Również istotny przyrost stwierdzono w przedziale od -2,0 do -3,0 gdzie w badanej grupie wynosił $x=22,1$ a w grupie kontrolnej $x=11,6$. W przedziałach >0 oraz od -0,1 do -1,0 nie zaobserwowano istotnych różnic (tab. III).

Analizując stan kliniczny pacjentek po kinezyterapii, stwierdzono poprawę w zakresie oceny punktowej badania klinicznego. W grupie po kinezyterapii wartości te wynosiły $x=14,8$ oraz $x=8,4$, a w grupie kontrolnej $x=13,7$ oraz $x=8,8$.

Przy ocenie dolegliwości bólowych mierzonych wartościami wskaźnika Ritchiego zaobserwowano ich istotne zmniejszenie zarówno w grupie badanej, jak i w grupie kontrolnej. W grupie badanej wskaźnik Ritchiego wynosił przed kinezyterapią $x=36,9$ a po jej zakończeniu $x=21,3$. W grupie kontrolnej obie te wartości wynosiły odpowiednio $x=37,6$ oraz $x=22,4$ (tab. IV).

Analiza napięcia spoczynkowego mięśni wykazała istotne obniżenie się tonusu spoczynkowego po kinezyterapii z $x=53,9$ do $x=41,8$. Również znamienne obniżył się on w grupie porównawczej, gdzie przed kinezyterapią stwierdzono $x=54,4$ a po kinezyterapii $x=41,6$. Wartości siły w warunkach dynamiki manifestujące się skróceniem czasu połowkowego narastania siły maksy-

Tabela II. Przyrost bezwzględny kości w poszczególnych grupach w mg/ml

	Grupa badana			Grupa kontrolna	
	x	SD	p	x	SD
przyrost gęstości kości korowej	17,5	4,1	0,002	12,5	2,5
przyrost gęstości kości beleczkowej	13,2	2,9	0,002	7,6	2,1

Tabela III. Przyrost gęstości kości w zależności od SD przed leczeniem

	Grupa badana			Grupa kontrolna	
	x	SD	p	x	SD
>0	4,8	1,5	nieistotne	4,4	1,9
od -0,1 do -1,0	8,5	2,4	nieistotne	9,5	2,5
od -1,0 do -2,0	16,5	3,1	0,001	10,4	2,9
od -2,0 do -3,0	22,1	4,9	0,001	11,6	3,4

Tabela IV. Wartości wskaźników Ritchiego oraz oceny punktowej badania klinicznego w poszczególnych grupach

	Grupa badana					Grupa kontrolna				
	przed kinezyterapią		po kinezyterapii			badanie wyjściowe		badanie końcowe		
	x	SD	x	SD	p	x	SD	x	SD	p
wskaźnik Ritchiego	36,9	9,7	21,3	6,3	0,002	37,6	9,2	22,6	6,4	0,002
ocena punktowa badania klinicznego	14,8	3,6	8,4	2,3	0,002	13,7	5,1	8,8	1,9	0,002

malnej poprawiły się istotnie w grupie po kinezyterapii i wynosiły przed kinezyterapią $x=148,3$, a po kinezyterapii $x=132,8$. W grupie porównawczej wartości te nie różniły się istotnie. W grupie po kinezyterapii uległy poprawie również wskaźniki siły w warunkach statyki. Wskaźnik zmęczenia statycznego mięśni zmniejszył się z wartości $x=46,9$ przed kinezyterapią do wartości $x=38,4$ po kinezyterapii. Nie obserwowano tu istotnych różnic w grupie kontrolnej. Po kinezyterapii w badanej grupie stwierdzono poprawę zakresu ruchomości.

Wskaźnik zakresu ruchomości stawów wynosił w grupie z kinezyterapią przed terapią $x=70,8$, a po terapii $x=82,8$. Nie stwierdzono istotnej różnicy wskaźników zakresu ruchomości w grupie kontrolnej (tab. V).

Analizując zależności pomiędzy przyrostem gęstości masy kostnej, a wskaźnikami Ritchiego, wykazano, że im następował większy przyrost gęstości masy kostnej, tym stwierdzono mniejsze wartości wskaźnika Ritchiego, co manifestowało się wysokim ujemnym współczynnikiem korelacji (-0,75). Podobne zależności obserwo-

wano w grupie porównawczej, gdzie współczynnik korelacji wynosił -0,72. Oceniając stan kliniczny, stwierdzono, że przyrost gęstości masy kostnej korelował z poprawą stanu klinicznego, czego dowodem są wysokie ujemne współczynniki korelacji wskaźników przyrostu gęstości masy kostnej oraz oceny punktowej stanu klinicznego. W badanej grupie współczynnik korelacji wynosił -0,84, a w grupie kontrolnej -0,74 (tab. VI).

Analizując zależności pomiędzy przyrostem gęstości masy kostnej a niektórymi wskaźnikami biomechanicznymi, stwierdzono niską korelację między tym przyrostem a tonusem spoczynkowym mięśni. W badanej grupie współczynnik korelacji wynosił +0,24, a w grupie kontrolnej +0,19.

W zakresie siły dynamicznej stwierdzono ujemną istotną korelację pomiędzy jej wzrostem, a przyrostem gęstości masy kostnej. W grupie badanej współczynnik korelacji wynosił -0,69, a w grupie kontrolnej -0,72. Podobne zależności obserwowano w zakresie zachowania się siły w warunkach statyki, gdzie współczynnik

Tabela V. Wartości wybranych wskaźników biomechanicznych przed kinezyterapią i po zastosowaniu kinezyterapii w poszczególnych grupach

Rodzaj badanego parametru	Grupa badana					Grupa kontrolna				
	przed kinezyterapią		po kinezyterapii			badanie wyjściowe		badanie końcowe		
	x	SD	x	SD	p	x	SD	x	SD	p
napięcie spoczynkowe mięśni (w niutonach)	53,9	11,9	41,4	13,7	0,001	54,4	13,7	41,6	12,3	0,001
czas połówkowy narastania siły maksymalnej (w ms)	148,3	10,9	132,8	13,8	0,001	146,9	12,9	145,3	13,7	nieistotne
wskaźnik zmęczenia statycznego mięśni (w niutonach)	46,9	15,7	38,4	14,3	0,001	45,8	11,9	44,3	12,3	nieistotne
zakres ruchomości (w % normy)	70,8	20,5	82,8	19,5	0,001	71,9	14,6	73,6	15,4	nieistotne

Tabela VI. Wartości współczynników korelacji między przyrostem gęstości masy kostnej a wskaźnikiem Ritchiego i oceny punktowej badania klinicznego

	Grupa badana	Grupa kontrolna
wskaźnik Ritchiego	-0,75	-0,72
ocena punktowa badania klinicznego	-0,84	0,78

korelacji w grupie badanej wynosił -0,77, a w grupie kontrolnej -0,79.

Stwierdzono, że przyrost gęstości masy kostnej koreluje dodatnio ze wzrostem zakresu ruchomości. Współczynnik korelacji wynosił w grupie badanej +0,78, a w grupie kontrolnej +0,68 (tab. VII).

Dyskusja

Zależność pomiędzy morfologią kości a działającą na nią siłą znana była już Galileuszowi, a niemiecki anatom Julius Wolff sformułował następujące twierdzenie: *każda zmiana funkcji kości pociąga za*

sobą określone, widoczne zmiany jej wewnętrznej struktury [5].

Wszyscy autorzy zajmujący się osteoporozą uważają kinezyterapię za jeden z najistotniejszych czynników wspomagających i leczących w tej chorobie, różnie natomiast oceniają rolę elektroterapii w zapobieganiu i leczeniu. Istnieje teoria potwierdzona badaniami epidemiologicznymi, która ocenia stymulację fizyczną jako najważniejszy czynnik zapobiegający wystąpieniu osteoporozy. Większość autorów docenia rolę aktywności fizycznej, lecz dostrzega także ograniczenia tego sposobu leczenia i profilaktyki. Najważniejszym ograniczeniem jest fakt, iż rehabilitacja odgrywa dużą rolę w zapobieganiu spadkowi masy kostnej tak długo, jak długo jest wykonywana, po zaprzestaniu ćwiczeń masa kostna powraca do stanu wyjściowego [6, 8].

Okres, w którym kość po zaprzestaniu fizjoterapii powraca do stanu wyjściowego, opisywany jest zwykle jako nieprzekraczający 6 mies.

Prądy niskiej częstotliwości jako prądy zmienne są ekstremalnie niebezpieczne dla serca, szczególnie wtedy kiedy przechodzą bezpośrednio przez klatkę piersiową. U pacjentów z rozrusznikami serca mogą

Tabela VII. Wartości współczynników korelacji między przyrostem gęstości masy kostnej a niektórymi wskaźnikami biomechanicznymi

Rodzaj badanego parametru	Grupa badana	Grupa kontrolna
napięcie spoczynkowe mięśni	+0,24	+0,19
czas połówkowy narastania siły maksymalnej	-0,67	-0,72
wskaźnik zmęczenia statycznego mięśni	-0,77	-0,79
zakres ruchomości (w % normy)	+0,78	+0,68

powodować niebezpieczne zaburzenia rytmu. W związku z tym poddaje się je często prostowaniu, aby zmniejszyć ich zdolność penetracji przez skórę. W wyniku tego ich działanie staje się bardziej bolesne, ale przez to mniej niebezpieczne. Do tego rodzaju wyprostowanych prądów zmiennych zaliczamy prądy diadynamiczne [7].

Można stwierdzić, że w niektórych sytuacjach klinicznych elektroterapia horyzontalna ma większe znaczenie niż inne starsze metody. Wynika to ze specyfikacji i charakterystycznych własności stosowanych prądów.

Obecnie elektroterapia oferuje dużą różnorodność prądów leczniczych. Kiedy próbujemy dokonać wyboru najbardziej optymalnego prądu dla indywidualnego przypadku, terapeuta musi bazować w swoim osądzie na jasno zdefiniowanych kryteriach wyboru. Kryteria te powinny obejmować ocenę w kategorii skuteczności oraz tolerancji różnych typów prądów.

Kiedy oceniamy skuteczność prądów elektrycznych, rozważmy podlegają 2 główne kryteria:

- 1) zakres efektu leczniczego,
- 2) ewentualne objawy uboczne.

Po pierwsze, lekarz powinien różnicować, który z efektów jest wskazany w poszczególnym przypadku, a po drugie, selekcja musi być zgodna z możliwościami wpływu elektroterapii, tzn.:

- zniesieniem bólu,
- efektem stymulacji motorycznej,
- wpływem na przepływ krwi,
- działaniem przeciwzapalnym,
- przyspieszeniem regeneracji,
- wpływem na mięśnie gładkie i inne organy.

Z tego punktu widzenia lekarz może dokonywać selekcji znanych form terapeutycznych, aby uzyskać upragniony efekt.

Efekty prądów średniej częstotliwości to:

- 1) łagodny terapeutyczny odczyn zapalny,
- 2) uwolnienie endorfin w CNS,
- 3) dystrybucja mediatorów bólowych,
- 4) zablokowanie włókien przewodzących ból.

Piąty efekt (terapii prądami interferencyjnymi) jest kombinacją dwóch grup – efektu stymulacyjnego i efektów prądów średniej częstotliwości.

Pojawienie się procesów hamowania na różnych poziomach centralnego układu nerwowego powoduje efekt średniego zmniejszenia odczuwania bólu.

Dystrybucja mediatorów bólowych powoduje długotrwałe zniesienie bólu.

Osiąga się to poprzez tzw. *efekt wstrząsu*, który może być wyjaśniony w sposób następujący: wpływ zmiennego pola może spowodować zwiększenie ruchu

ładunku molekuł z dodatkowym ruchem rotacyjnym cząsteczek. Może to być spowodowane specyfiką grup chemicznych o przeciwnych ładunkach, które mogą reagować ze sobą, aby oznaczyć wymaganą reakcję. Ten elektryczny *efekt wstrząsu* może wytworzyć równowagę koncentracji, gdzie fizjologiczne lub patologiczne zmiany metaboliczne mają różne podłoże. Pośredni lub końcowy produkt metabolizmu jest obecny w ograniczonej przestrzeni. Osiąga się to poprzez dodatkową energię kinetyczną powodującą przyspieszenie procesów dyfuzyjnych, które mają tendencje określania kierunku zgodnie z występującym stopniem koncentracji. Terapeutyczne efekty towarzyszące wstrząsowi to:

- zniesienie bólu,
- zmniejszenie obrzęku,
- aktywizacja metabolizmu, tropizmu i regeneracji.

Zablokowanie obwodowych włókien przewodzących ból poprzez efektywne oddziaływanie modulowanymi prądami średniej częstotliwości powoduje reaktywną depolaryzację.

Efekty oddziaływania na mięśnie szkieletowe

Celem leczenia osteoporozy elektroterapią jest:

- wzmacnianie mięśni, które są stale rozciągnięte i które nie mogą się swobodnie kurczyć;
- podtrzymywanie i odtwarzanie ruchów stawów;
- częściowa redukcja napięcia mięśni jako przygotowanie do ćwiczeń fizycznych;
- zwężenie naczyń krwionośnych i naczyń limfy spowodowane depolaryzacją mięśni, wzmocnienie transportu krwi i limfy. Dodatkowe naśladowanie ruchu naczyniowego może być uzyskane przez wybór właściwej przerwy i czasu stymulacji. Kontroler czasu stymulacji, generator przerw pozwala na trwanie cyklu będącego sumą wyłączeń i włączeń w przedziale 1–60 s;
- ułatwienie metabolizmu z równoważnym poziomem enzymów i substratów;
- ułatwienie procesu dyfuzji (jako efekt różnicy koncentracji jonów);
- aktywizacja metabolizmu (jako efekt wzrostu cAMP).

Efekt wstrząsu, którego skutkiem jest aktywizacja dyfuzji, tworzy równowagę różnych stężeń produktów jako efekt wtórny, będący korzystny w terapii przez:

- rozcieńczenie substancji toksycznych, którego przyczyną jest ból lub stan zapalny;
- wzrost metabolizmu tkanki jako efekt poprawy przepływu krwi;
- poprawa wymiany płynów wewnątrz- i zewnątrzkapilarnych;
- poprawa absorpcji w tkance.

Wnioski

1. Odpowiednio zmodyfikowany program elektroterapii horyzontalnej u pacjentek z osteoporozą wpływa istotnie na zwiększenie przyrostu gęstości masy kostnej.
2. Zastosowanie odpowiedniego programu elektroterapii horyzontalnej w osteoporozie zmniejsza dolegliwości bólowe oraz wpływa na poprawę stanu klinicznego.
3. Najlepszych rezultatów, jeśli chodzi o przyrost gęstości kości u pacjentek poddawanych elektroterapii, można się spodziewać u osób, u których występuje duży deficyt masy kostnej.
4. Elektroterapia u kobiet z osteoporozą poprawia w sposób istotny niektóre wskaźniki biomechaniczne narządu ruchu, czego nie stwierdza się u osób, u których stosuje się tylko leczenie farmakologiczne.
5. Zarówno elektroterapia, jak i leczenie farmakologiczne wpływają istotnie na zmniejszenie tonusu mięśniowego. Mechanizmem odpowiedzialnym za ten efekt jest prawdopodobnie zmniejszenie dolegliwości bólowych, a tym samym odruchowej spastyki mięśniowej.
6. Elektroterapia horyzontalna w osteoporozie może stanowić cenne uzupełnienie stosowanych dotychczas metod leczenia tego schorzenia.

Piśmiennictwo

1. Abraham S, Llewellyn-Jones D. Changes in Australian women's perception of the menopause and menopausal before and after the climacteric. *Maturitas* 1994; 20, 2-3: 121-8.
2. Brosseau LU, Pelland LU, Casimiro LY, et al. Electrical stimulation for the treatment of rheumatoid arthritis. *Cochrane Database Syst Rev* 2002; (2): CD003687.
3. Consensus Development Conference Hong-Kong 1-2.04. Diagnostyka, profilaktyka i leczenie osteoporozy. *Postępy Osteoartrologii* 1993; 6: 135-43.
4. Hudgins TH, Brander VA. Rehabilitation advances in the treatment of musculoskeletal disease. *Curr Opin Rheumatol* 1997; 9: 112-7.
5. Janiszewski M. Rehabilitacja w osteoporozie. Wydawnictwo ACAD, Łódź, 1996.
6. Kaplan RS, Sinaki M. Effect of back support on back strength in patients with osteoporosis. *Mayo Clin Proc* 1996; 71: 235-41.
7. Kahn J. Elektroterapia, zasady i zastosowanie. PZWL, Warszawa, 1996.
8. Mackiewicz S, Zimmermann-Górska I. Reumatologia. Wyd. Lek. PZWL, Warszawa, 1995.
9. Rhind VM, Unsworth A, Haslock I. Assessment of stiffness in rheumatology: The use of rating scales. *Br J Rheumatol* 1987; 26: 126-30.
10. Wyss OA. Nervenreizung mit mittel frequenz-stromstoben. *Helv Physiol Acta* 1976; 25: 85-102.
11. Żak T, Dziak A. Ortopedia z traumatologią narządów ruchu. Wyd. Lek. PZWL, Warszawa, 1993.