

# WPLYW KĄPIELI WODNYCH Z OZONEM LUB BEZ SKOJARZONYCH Z KINEZYTERAPIĄ NA PERFUZJĘ MIĘŚNI KOŃCZYN DOLNYCH U PACJENTÓW Z CHOROBA ZWYRODNIENIOWĄ STAWÓW KOLANOWYCH

Jolanta Kujawa<sup>1 (A,D,E,F)</sup>, Joanna Szmaga<sup>1 (B,D,E,F)</sup>, Kamila Gworys<sup>1 (D,E,F)</sup>, Katarzyna Dudek<sup>1 (B)</sup>, Marta Chrzanowska<sup>1 (B)</sup>, Ireneusz Pieszyński<sup>2 (C)</sup>, Przemysław Gworys<sup>3 (C,E)</sup>, Zbigniew Maziarz<sup>4 (A,D,E,F)</sup>, Mariusz Gadzicki<sup>4 (B,C,D,E,F)</sup>, Wiesław Tryniszewski<sup>4 (A,B,C,D,E,F)</sup>.

<sup>1</sup> Klinika Rehabilitacji Uniwersytetu Medycznego w Łodzi, Centrum Ortopedii i Rehabilitacji Narządu Ruchu dla Dorosłych w Łodzi

<sup>2</sup> Studium Wychowania Fizycznego i Sportu, Uniwersytet Medyczny w Łodzi

<sup>3</sup> Wojewódzki Szpital Specjalistyczny im. Kopernika w Łodzi Oddział Kardiologii i Chorób Wewnętrznych

<sup>4</sup> Zakład Diagnostyki i Terapii Radiologicznej i Izotopowej, Uniwersytet Medyczny w Łodzi

## Streszczenie

**Tło i cele:** Terapia ozonowa – to często stosowana metoda fizjoterapeutyczna. Istnieją opinie mówiące o szerokim spektrum możliwych skutków działania ozonu.

Celem badań było sprawdzenie możliwego oddziaływania kąpeli wodnych z ozonem na perfuzję mięśni kończyn dolnych u pacjentów z chorobą zwyrodnieniową stawów kolanowych.

**Materiały i metody:** Badanie przeprowadzono w grupie 30 pacjentów (średnia wieku 62,3±11,0 lat) z chorobą zwyrodnieniową stawów kolanowych (II-III stopień według skali Seyfrieda). Pacjenci zostali podzieleni na trzy grupy:

- Grupa A (10 pacjentów) – zastosowano masaż wodny z ozonem + ćwiczenia (kinezyterapia)
- Grupa B (9 pacjentów) – zastosowano masaż wodny bez ozonu + ćwiczenia (kinezyterapia)
- Grupa C (11 pacjentów) – zastosowano samą kinezyterapię.

U wszystkich pacjentów zrealizowano ten sam program kinezyterapeutyczny. Badania radioizotopowe nad perfuzją mięśni kończyn dolnych w trakcie spoczynku wykonano przed i po zakończonym leczeniu.

**Rezultaty:** Badania wykazały znaczne zwiększenie perfuzji mięśni kończyn dolnych w grupie A (w której zastosowano masaż wodny z ozonem). Nieznaczne zwiększenie perfuzji zaobserwowano również w pozostałych grupach (B i C), jednak różnice były statystycznie nieistotne. Po zastosowanym leczeniu u żadnego z pacjentów nie wystąpiły reakcje niepożądane.

**Wnioski:** Badania wykazały znaczne zwiększenie perfuzji mięśni kończyn dolnych po zastosowaniu hydroterapii skojarzonej z procedurami ozonem. Rezultaty potwierdzają pozytywny wpływ ozonu na mikrokrążenie. Ozonoterapię można uznać za bezpieczną metodę, ponieważ nie zaobserwowano żadnych reakcji niepożądanych zarówno w trakcie, jak i po leczeniu.

*Słowa kluczowe: ozonoterapia, masaż wodny, perfuzja, choroba zwyrodnieniowa stawów kolanowych*

## Wstęp

Ozon – to jedna z odmian alotropowych tlenu. Występuje w stratosferze, gdzie pochłania promieniowanie ultrafioletowe. Ozon jest również znany jako środek odkażający (np. w procesach wyjaławiających wodę). W medycynie ozon używany jest do zabiegów zewnętrznych i wewnętrznych jako tlenowo-ozonowa mieszanina (zastrzyki, autohemotransfuzja ozonowa).

Efekty zmniejszenia perfuzji mięśni kończyn dolnych dają różne symptomy u pacjentów i sportowców (1–4). Zaburzenia krążenia i uszkodzenia naczyń u sportowców spowodowane są przez dużą aktywność fizyczną. Są one trudne do zdiagnozowania. Sportowcy są

podatni na wiele odmian kontuzji, które potrafią być bezobjawowe lub o słabozauważalnych objawach. Drobne zaburzenia krążenia powodują często obniżenie sprawności mięśni i pogorszenie wyników w zawodach sportowych. Poprawa perfuzji mięśni kończyn dolnych jest niezbędnym warunkiem przywrócenia sprawności fizycznej. Różnorodne formy leczenia i procesy odnowy biologicznej mogą poprawić perfuzję mięśni i przyspieszyć ich regenerację.

Choroba zwyrodnieniowa stawów kolanowych jest najczęstszą chorobą układu lokomocyjnego. Ma ona kierunek progresywny i prowadzi do uszkodzenia

układu lokomocyjnego. Chorobie towarzyszy ból, który stwarza nie tylko medyczny, ale i socjalny problem. Do głównych celów leczenia choroby zwyrodnienia stawów kolanowych należą: ograniczenie postępu choroby, powstrzymanie bólu i poprawa kondycji fizycznej stawów kolanowych.

Metody, które poprawiają sprawność fizyczną i zmniejszają zaburzenia funkcjonalne kończyn dolnych, stosowane są w leczeniu i odnowie biologicznej. Masaże wodne i ćwiczenia wywierają pozytywny troficzny wpływ na kończyny dolne. Ozonoterapia mogłaby odgrywać ważną rolę jako leczenie nieinwazyjne w przypadkach, gdzie rutynowe metody nie dają efektów. Ozon produkowany podczas kąpieli wirowych posiada następujące cechy: 15-krotnie lepiej rozpuszcza się w wodzie niż tlen, poprawia mikrokrążenie i natlenienie tkanek, zmniejsza metabolizm erytrocytów, wstrzymuje produkcję białek ostrej fazy i poprawia dostarczanie leków i substancji odżywczych do tkanek. Hydromasaż z ozonem powoduje rozszerzenie się kapilar, co poprawia rozprowadzanie ozonu we krwi i natlenienie organów. W rezultacie maleje lepkość krwi, wzrasta tempo metabolizmu, i regeneracji tkanek (5,6). Skuteczność ozonoterapii została potwierdzona w przypadku wielu chorób, np., układu lokomocyjnego (łagodne choroby tkanek i kości różnego pochodzenia) (7).

## Cel

Celem badania było sprawdzenie możliwego wpływu masażu wodnych z ozonem, masażu wodnych bez ozonu i kinezyterapii na perfuzję mięśni kończyn dolnych u pacjentów z chorobą zwyrodnieniową stawów kolanowych.

## Materiały i metody

Protokół badań zaakceptowany został przez Komisję Bioetyczną Uniwersytetu Łódzkiego (zgoda numer RNN/243/07/KB).

W badaniu wzięło udział 30 pacjentów (średnia wieku  $62,3 \pm 11,0$  lat). Pacjenci zostali podzieleni na trzy grupy:

- Grupa A (10 pacjentów, średnia wieku  $67,9 \pm 9,7$  lat) – zastosowano masaże wodne z ozonem + ćwiczenia (kinezyterapia)
- Grupa B (9 pacjentów, średnia wieku  $61,4 \pm 6,6$  lat) – zastosowano masaże wodne bez ozonu + ćwiczenia (kinezyterapia)
- Grupa C (11 pacjentów, średnia wieku  $58,3 \pm 12,6$  lat) – zastosowano samą kinezyterapię.

U wszystkich pacjentów z grup A, B i C zrealizowano ten sam program kinezyterapeutyczny w ciągu 10 dni. Pacjenci byli przypadkowo zakwalifikowani do grup po uprzednim rozpoznaniu choroby zwyrodnieniowej stawów kolanowych (II-III stopień według skali Seyfrieda). Masaże wirowe obydwu stawów kolanowych wykonywane były jednocześnie.

Hydromasaże z ozonem zostały wykonane z zastosowaniem urządzenia do kąpieli perełkowych Balsan Futura doręczonego przez K.H. Leader. Jest to wyrób medyczny klasy IIa reguła 9 zgodnie z MDD 93/42 EEC, klasa bezpieczeństwa IIB zgodnie z EN 60601/1:1999, IP 44. Urządzenie posiada certyfikat medyczny CE 0494 numer 103990N5 i jest chronione przez prawo patentowe (patent numer 196060). Urządzenie produkuje ozon o stężeniu  $64 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $0.032 \text{ ppm}$ ) podczas kąpieli ozonowej. Jest to zgodne z dyrektywami EG Unii Europejskiej (92/72/EGW), zgodnie z którymi maksymalne dopuszczalne stężenie ozonu w powietrzu wynosi  $120\text{-}200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $0.05\text{-}0.1 \text{ ppm}$ ).

Pierwsza procedura trwała 10 minut, natomiast kolejne 9-20 minut. Temperatura wody wynosiła  $37^\circ\text{C}$ . Program hydromasaży ustawiony był na program ze zmienną wzrastającą i malejącą intensywnością.

Masaże wodne bez ozonu wykonane były w ten sam sposób, przy użyciu tego

samego programu i tego samego urządzenia do kąpeli perełkowych (Balsan Futura), ale funkcja produkcji ozonu była wyłączona.

Każdy pacjent wykonywał ćwiczenia po każdym masażu wodnym (z ozonem lub bez).

Kinezyterapia stawów kolanowych polegała na następujących ćwiczeniach: ruchy bez obciążenia, swobodne ruchy, ruchy z 1,5kg obciążeniem, ćwiczenia izometryczne mięśni czworogłowych i mięśni pośladków oraz ćwiczenia na stacjonarnym ergometrze rowerowym firmy THERA VITAL. Intensywność i siła oporu podczas ćwiczeń dostosowane były do indywidualnych zdolności pacjentów. Każde ćwiczenie trwało 20 minut.

Radioizotopowe badania perfuzji mięśni kończyn dolnych podczas spoczynku były wykonane za pomocą kamery scyntylicyjnej (gamma-kamery) ELSCINT SP6-HR. Zastosowano w tym

Zakres odniesienia wartości PI dla ud i goleni przedstawiony został w tabeli 1. Wartości otrzymano na podstawie wielu badań kontrolnych przeprowadzonych wśród zdrowych pacjentów w Zakładzie Diagnostyki i Terapii Radiologicznej i Izotopowej Uniwersytetu Medycznego w Łodzi (8) (tabela 1).

Tabela 1. Zakres odniesienia wartości PI (perfusion index – wskaźnik perfuzji) dla ud i goleni (PI nie posiada żadnych jednostek)

	Wskaźnik perfuzji w spoczynku	
	goleń	udo
Górna granica wartości odniesienia	8,02	7,08
Dolna granica wartości odniesienia	5,28	4,54

Analiza statystyczna wskaźnika PI została przeprowadzona przy pomocy testu rangowanych znaków Wilcozona. Przyjęto poziom istotności równy  $\alpha = 0,05$ .

celu własną metodę i program ALLP [Assessment Limb Lower Perfusion – Ocena Perfuzji Kończyn Dolnych](8). Pacjentowi podano dożylnie radiofarmaceutyk  $Tc^{99m}$ MIBI o aktywności 11,11 MBq/kg masy ciała. Po 5 minutach od iniekcji wykonano scyntygram całego ciała. Następnie wykonywano scyntygramy statyczne ud i goleni. Akwizycje przeprowadzono w projekcji tylnej, o rozdzielczości 256x256, w trakcie 300s. Badania wykonano dwukrotnie – przed i po leczeniu.

Otrzymane dane pozwoliły ocenić perfuzję mięśni ud i goleni (wskaźnik PI) zgodnie z następującym równaniem:

$$PI = (1 - \frac{A}{B}) \times 100$$

Gdzie:

A – średnia liczba wykryć przez jeden piksel (gęstość wykrycia) w badanym mięśniu

B – gęstość wykryć w całym ciele

Odchylenia średnie, medialne i standardowe zostały obliczone dla każdej z grup za pomocą programu Statistica v. 8.0.

## Wyniki

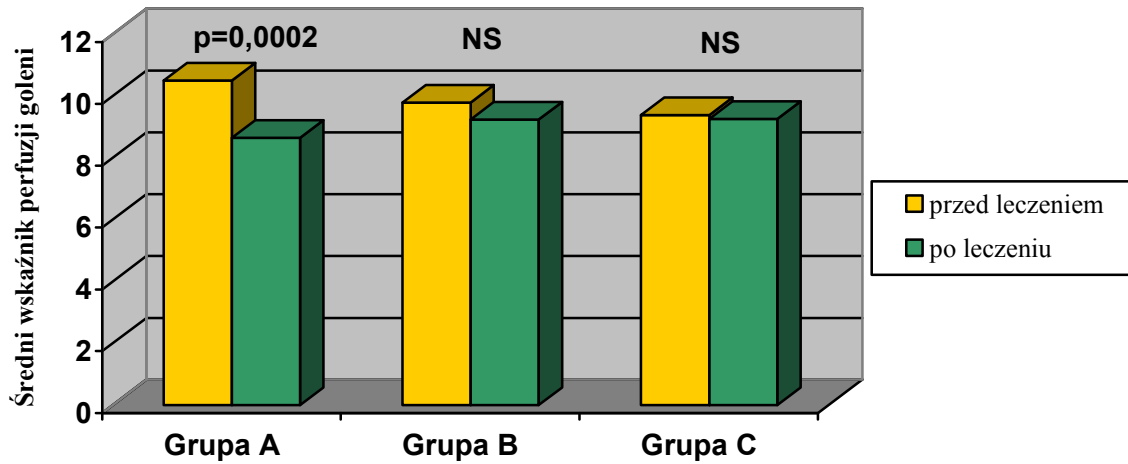
Analiza statystyczna oznaczonych wskaźników perfuzji kończyn dolnych wykazała zmniejszenie znamienego PI w grupie A (hydromasaże z ozonem) – patrz tabela 2. Zmniejszenie wskaźnika PI zaobserwowano w zakresie perfuzji goleni (od  $10,50 \pm 2,24$  do  $8,65 \pm 1,49$ ) (wykres 1) i ud (od  $8,34 \pm 0,81$  do  $7,46 \pm 0,69$ ) (wykres 2). Wskaźnik perfuzji ud i goleni nie uległ istotnemu zmniejszeniu w grupach B i C (tabela 2, wykres 1 i 2).

Żaden z pacjentów nie cierpiał z powodu jakichkolwiek reakcji niepożądanych w rezultacie zastosowanego leczenia.

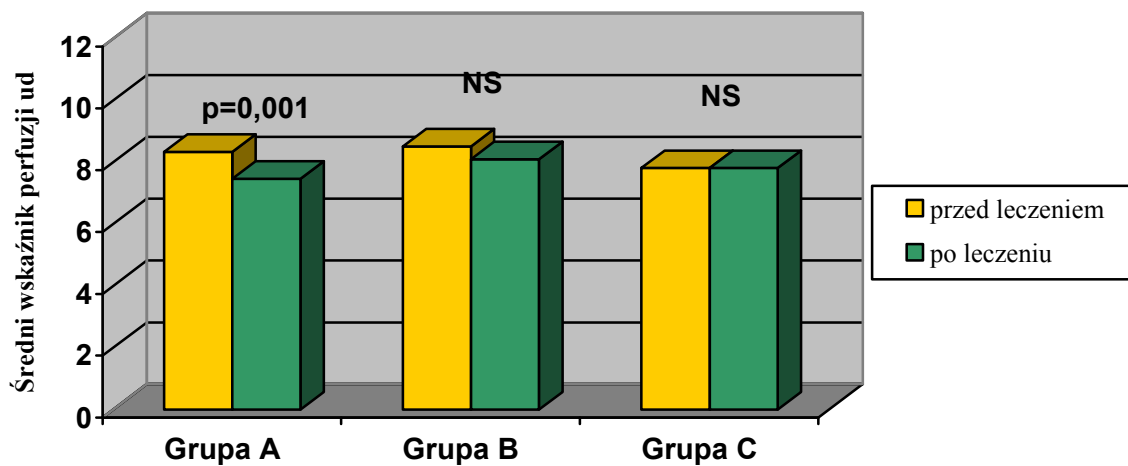
Zmiany wskaźnika perfuzji goleni i ud (PI) w zależności od zakresu odniesienia wartości PI zostały przeanalizowane w grupie A (10 pacjentów, hydromasaże z ozonem +

ćwiczenia), B (9 pacjentów, hydromasaże bez ozonu + ćwiczenia) i C (11 pacjentów, same ćwiczenia). Wzrost wartości wskaźnika perfuzji wykazuje, że perfuzja

mięśni kończyn dolnych uległa poprawie. Wyniki przedstawiono w tabeli 3.



Wykres 1. Średni wskaźnik perfuzji goleni w grupie A, B i C przed i po leczeniu (NS – nieistotne statystycznie)



Wykres 2. Średni wskaźnik perfuzji ud w grupie A, B i C przed i po leczeniu (NS – nieistotne statystycznie)

Tabela 2. Wyniki testów radioizotopowych – wskaźnik perfuzji (PI) goleni i ud przed i po leczeniu (NS – nieistotne statystycznie)

	PI goleni przed leczeniem	PI goleni po leczeniu	p	PI ud przed leczeniem	PI ud po leczeniu	p
Grupa A	10,50±2,24	8,65±1,49	0,0002	8,34±0,81	7,46±0,069	0,001
Grupa B	9,79±1,20	9,24±1,58	NS	8,52±0,84	8,10±1,30	NS
Grupa C	9,39±2,03	9,26±1,94	NS	7,82±0,92	7,82±0,94	NS

Tabela 3. Zmiany wskaźnika perfuzji goleni i ud (PI) w zależności od zakresu odniesienia wartości PI

	przed leczeniem		po leczeniu	
	liczba goleni w obrębie zakresu odniesienia wartości PI	liczba goleni z poprawą wartości PI	liczba goleni w obrębie zakresu odniesienia wartości PI	liczba goleni z poprawą wartości PI
Grupa A (n=20)	3	17	9	11
Grupa B (n=18)	2	16	5	13
Grupa C (n=22)	8	14	9	13
	przed leczeniem		po leczeniu	
	liczba ud w obrębie zakresu odniesienia wartości PI	liczba ud z poprawą wartości PI	liczba ud w obrębie zakresu odniesienia wartości PI	liczba ud z poprawą wartości PI
Grupa A (n=20)	1	19	5	15
Grupa B (n=18)	2	16	5	13
Grupa C (n=22)	3	19	5	17

### Omówienie wyników

Większość poprzednich badań dotyczyła efektów wewnętrznego zastosowania mieszaniny tlenowo-ozonowej (zastrzyki i autohemoterapia ozonowa) (9,10).

Zastosowanie ozonoterapii, zwłaszcza wewnętrzne, budzi obawy przed możliwym toksycznym oddziaływaniem na tkanki. Jednak badania Tylickiego i jego współpracowników tego nie potwierdzają. Celem ich dociekań było przestudiowanie wpływu autohemoterapii ozonowej na stres oksydacyjny. Terapia nie spowodowała ani wzrostu poziomu białek i peroksydacji lipidów, ani uszkodzenia erytrocytów. Znaczący spadek poziomu glutationu najprawdopodobniej odzwierciedla proces przeciwutleniania stymulowany przez ozon.

Bocci w swoich badaniach również podkreśla, że odpowiednio i adekwatnie zastosowany ozon może być medycznie niezwykle pożyteczny. Krótkotrwały stres oksydacyjny (zwłaszcza w trakcie ozonoterapii wewnętrznej) okazał się bezpieczny. Ozon poprawia rozpuszczanie tlenu we krwi i wychwytywanie tlenu przez komórki.

Ozon jest także pożyteczny w chorobach wieńcowych i zakaźnych oraz w

przypadku trudno gojących się ran, gdzie tradycyjne metody zawiodły (14).

Ozon może wpływać na właściwości reologiczne krwi i poprawiać mikrokążenie. Ozonoterapia prowadzi do zmian hipokoagulacyjnych poprzez wstrzymanie agregacji płytkowej, obniżenie stężenia fibrynogenu, wydłużenie czasu koalinowo-kefalinowego (czasu częściowej tromboplastyny po aktywacji) i wzmożenie aktywności fibrynolitycznej (15).

Niektóre badania sugerują, że wewnętrzna ozonoterapia ma pozytywny wpływ na poprawę mikrokążenia. (16). Romero Valdés ze współpracownikami (17) stosował ozon wśród pacjentów z miażdżycą zarostową tętnic (II stadium). Ozon był podawany na trzy różne sposoby: dożylnie, domięśniowo i per rectum w trzech różnych grupach pacjentów. Pacjenci w czwartej grupie (kontrolnej) traktowani byli zgodnie z przyjętymi zasadami. Zaobserwowano wyraźną poprawę poprzez wzrost pokonywanych odcinków drogi przy chromaniu przestankowym na bieżni we wszystkich trzech grupach ozonowych.

Valacchi i współpracownicy (18) próbowali wyjaśnić fenomen rozszerzania naczyń krwionośnych po zastosowaniu

autohemoterapii ozonowej u pacjentów z chronicznym niedokrwieniem kończyn. Zauważyli oni, że ozonoterapia zwiększa uwalnianie tlenku azotu (NO), który jest uznawany za najważniejszy rozszerzacz naczyń krwionośnych w ciele człowieka. Może to wyjaśniać mechanizm rozszerzania naczyń krwionośnych i redukcję hipoksji (niedotlenienia) po ozonoterapii.

Clavo i współpracownicy (19) zaobserwowali podobny efekt rozszerzania naczyń krwionośnych tętnic mózgowych. Siedmiu pacjentów poddano transfuzji krwi autologicznej wzbogaconej w ozon. Trzy autohemotransfuzje krwi spowodowały ok. 75% poprawę przepływu krwi w tętnicy szyjnej, ok. 22% wzrost przepływu skurczowego i ok. 33% wzrost przepływu rozkurczowego w tętnicy środkowej mózgu.

W badaniach nad zwierzętami Schelegle i współpracownicy (20) zaobserwowali unaczynienie oskrzeli poprzez rozszerzenie naczyń krwionośnych po ekspozycji na powietrze wzbogacone w ozon. Na skutek tego nastąpiła znaczna poprawa przepływu w tętnicy oskrzelowej bez wpływu na średnie ciśnienie aortalne, ciśnienie w tętnicy płucnej, pojemność minutową serca, stężenie tlenku węgla w krwi tętniczej i temperaturę tkanek wewnętrznych organizmu.

Perfuzja mięśni kończyn dolnych uległa poprawie po hydroterapii ozonowej opisywanej w danych badaniach, co dowodzi, że zewnętrzna ozonoterapia wpływa na własności naczyń krwionośnych i mikrokrążenie.

Podobne spostrzeżenia poczynił Kulikov i jego współpracownicy (21). Pacjenci z cukrzycą 2 typu leczeni byli z zastosowaniem zewnętrznej terapii tlenowo-ozonowej (metoda „buta ozonowego” i/lub leczenia dożylnego lub per rectum. Metoda zewnętrzna i mieszana (zewnętrzna i wewnętrzna w tym samym czasie) wpływają na zaburzenia troficzne w regionie dystalnych części kończyn dolnych.

Hydroterapia znalazła także zastosowanie w odnowie biologicznej sportowców (22). Zaleca się rozważne stosowanie hydroterapii ozonowej w medycynie sportowej. Poprawa perfuzji mięśniowej po ozonoterapii u pacjentów z chorobą zwyrodnieniową stawów kolanowych została potwierdzona badaniami. Dlatego też można założyć, że pozytywne efekty leczenia wystąpią również u pacjentów z innymi chorobami układu lokomocyjnego, jak i u sportowców. Poprawa mikrokrążenia może odgrywać ważną rolę w trakcie regeneracji i leczenia ran sportowców. Zaleca się przeprowadzenie dalszych badań na szerszej grupie pacjentów z wieloma innymi dysfunkcjami układu lokomocyjnego oraz na sportowcach, reprezentujących różne dyscypliny sportowe.

Współczesna medycyna nuklearna stosuje radiofarmaceutyki, metody i programy umożliwiające ocenę nawet najmniejszych zmian wskaźników perfuzji mięśni kończyn dolnych obliczanych dzięki perfuzyjnej scyntygrafii (23,24). Wprowadzenie kompleksu  $Tc^{99m}MIBI$  umożliwiło rozpoczęcie badań perfuzji mięśni (25—28).

Bazując na badaniach Maziarza i współpracowników (8,29,30), wskaźnik wartości odniesienia perfuzji mięśni kończyn dolnych był ustalony – osobno dla skóry i dla ud. Wyższe wartości wskaźnika perfuzji wskazują na gorszą perfuzję i niedokrwienie mięśni. Długotrwałe doświadczenia pozwoliły włączyć metody radioizotopowe do analizy perfuzji mięśni w różnych patologiach. Przekonało to autorów do zastosowania tej metody w celu oceny efektów hydroterapii ozonowej skojarzonej z kinezyterapią i ich wpływu na perfuzję kończyn dolnych.

Zaobserwowaliśmy poprawę wskaźnika perfuzji wśród 15 goleni (75% testowanych goleni) i 16 ud (80% testowanych ud) po zastosowaniu hydroterapii ozonowej (grupa A). Ozonoterapia poprawiła perfuzję mięśni w

76% przypadków testowanych goleni i ud (suma całkowita). Wśród badanych znaleźli się pacjenci, u których wskaźnik perfuzji powrócił do zakresu odniesienia, jak również pacjenci, których wskaźnik perfuzji poprawił się, ale nie osiągnął zakresu odniesienia. Różnice wskaźnika perfuzji zmierzone przed i po leczeniu były istotne statystycznie w tej grupie.

Niską poprawę, nieistotną statystycznie zanotowano po zastosowanej hydroterapii bez ozonu (grupa B). Zaobserwowaliśmy poprawę wskaźnika perfuzji wśród 9 goleni (50% testowanych goleni) i 6 ud (33% testowanych ud). Hydroterapia bez ozonu poprawiła perfuzję mięśni w 41% przypadków testowanych goleni i ud (suma całkowita). Wśród badanych znaleźli się pacjenci, u których wskaźnik perfuzji powrócił do zakresu odniesienia, jak również pacjenci, których wskaźnik perfuzji poprawił się, ale nie osiągnął zakresu odniesienia. Różnice wskaźnika perfuzji zmierzone przed i po leczeniu były nieistotne statystycznie w tej grupie.

Nieistotną statystycznie poprawę zanotowano również po samej kinezyterapii (grupa C). Zaobserwowaliśmy poprawę wskaźnika perfuzji wśród 6 goleni (27% testowanych goleni) i 4 ud (18% testowanych ud). Kinezyterapia bez hydroterapii poprawiła perfuzję mięśni w 22% przypadków testowanych goleni i ud (suma całkowita). Różnice wskaźnika perfuzji zmierzone przed i po leczeniu były nieistotne statystycznie w tej grupie.

Perfuzyjna scyntygrafia jest wyjątkowo ważnym testem, pozwalającym oszacować intensywność przepływu krwi w mięśniach kończyn dolnych. Dzięki wysokiej wrażliwości perfuzyjnej scyntygrafii perfuzja mięśni i zmiany mikrokrążenia są precyzyjnie oceniane. Nie można osiągnąć tak precyzyjnych szacunków przy użyciu standardowych metod.

Rezultaty naszych badań wykazują, że największa poprawa perfuzji wystąpiła

u pacjentów, u których podczas leczenia zastosowano terapię mieszaną – hydroterapia ozonowa i ćwiczenia. Nie zaobserwowaliśmy natomiast znaczącej poprawy u pacjentów, u których zastosowano hydroterapię bez ozonu z kinezyterapią i samą kinezyterapię.

Istnieje możliwość, iż ozon może odgrywać ważną rolę w rehabilitacji. Badania nad jego wpływem na tkanki powinny być kontynuowane – również po jego zewnętrznym podaniu.

### **Wnioski**

1. badania potwierdziły pozytywny wpływ ozonu na mikrokrążenie w mięśniach kończyn dolnych
2. spośród porównywanych trzech metod (hydroterapia z ozonem, hydroterapia bez ozonu i kinezyterapia), pierwsza daje najbardziej znaczącą poprawę perfuzji mięśni kończyn dolnych u pacjentów z chorobą zwyrodnieniową stawów kolanowych
3. u żadnego z pacjentów nie wystąpiły reakcje niepożądane po zastosowanym leczeniu – ozonoterapię można uznać za bezpieczną metodę leczenia.

### **Wkład autorów**

- A – projekt badań
- B – zbieranie danych
- C – analiza statystyczna
- D – interpretacja danych
- E – przygotowanie rękopisu
- F – poszukiwanie literatury
- G – zbieranie funduszy