

Badania właściwości fizyczno-chemicznych suchego aerozolu solnego w komorze naziemnej

INVESTIGATION OF PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF DRY SALT AEROSOL IN ARTIFICIAL CAVES

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СУХОГО СОЛЯНОГО АЭРОЗОЛЯ В НАЗЕМНОЙ КАМЕРЕ

IRENA PONIKOWSKA¹, TERESA LATOUR², ALINA CZERWINSKAJA³, JACEK CHOJNOWSKI¹, BEATA BŁASZKIEWICZ², WŁODZIMIERZ SZMURŁO¹

¹ Z Katedry Balneologii i Medycyny Fizykalnej Collegium Medicum w Bydgoszczy, UMK w Toruniu

² Z Zakładu Tworzyw Uzdrawiskowych PZH w Poznaniu

³ Z St. Petersburg Medical Institut

Streszczenie

Leczenie chorych z chorobami dróg oddechowych w naturalnych komorach solnych znane jest od bardzo dawna. W ostatnich latach w Polsce skonstruowano liczne komory solne, które miały stanowić alternatywę dla naturalnych komór solnych. Jednak w komorach tych nie udało się uzyskać takiego stężenia aerozolu, które miałyby działanie lecznicze, nie należy więc traktować je jako urządzenia medyczne. Komory te jednak można w pewien sposób wykorzystać w lecznictwie, jeżeli wprowadzi się do nich aerozol solny o odpowiednich parametrach medycznych.

W tym celu zastosowano generator rozpylający wysokodyspersyjny aerozol o odpowiednim stężeniu. Przeprowadzono badania warunków mikroklimatu badanej komory, określono wielkość cząstek aerozolu i jego stężenie. Badania te, które traktujemy jako wstępne pozwoliły na wybór soli o największej wartości leczniczej, jako źródła aerozolu, którą dodatkowo wzbogacono w jod. Badania wielkości cząstek aerozolu wytworzonych przez generator wykazały, że jest to aerozol w 98% o wielkości 1-5 µm, a więc taki, który dociera do pęcherzyków płucnych. Stężenie aerozolu badano w różnych warunkach i w różnych miejscach komory. Wynosiło ono średnio 4,42-6,03 NaCl mg/m³ powietrza. Stwierdzono, że wielkość absorpcji chlorku sodu podczas jednego zabiegu inhalacyjnego wynosi przeciętnie 13 mg, co oznacza, że dostarczamy w ten sposób bardzo niewielkich ilości chlorku sodu do organizmu. Jak należy sądzić taka ilość chlorku sodu nie ma ujemnego wpływu na ustrój chorego. Badania mikroklimatu komory zaopatrzonej w generator aerozolowy wykazały, że optymalne stężenie aerozolu wynosi 10-15 mg/m³, wilgotność 60%, temperatura powietrza 20-24°C, czas zabiegu 45 minut. Wyniki tych badań zostaną wykorzystane do dalszych badań u chorych z POCHP.

Słowa kluczowe: komora solna, stężenie aerozolu

Summary

Treatment in natural salt caves (speleotherapy) has been known for years. In Poland, numerous artificial salt caves have been constructed during the last few years that were supposed to be a good alternative for natural salt chambers. Still, in artificial caves

it was impossible to reach such levels of salt aerosol that would bring medical effect. Consequently, they cannot be treated as "medical equipment." However, artificial salt caves can be used in medical treatment provided that special salt aerosol demonstrating certain medical parameters is introduced.

The aim of the research was to examine physical and chemical properties of high-dispersive salt dry aerosol of certain concentration that is produced by a generator. The microclimate of the caves were checked together with the size of aerosol particles and its concentration. This investigation, treated as primary work, enabled to select the salt that has the greatest medical value to be a source of aerosol produced by the nebulizer that is additionally enriched with iodine. The examination of the size of particles generated by the apparatus showed that 98 per cent of aerosol particles are 1- 5 μm making them reach to pulmonary alveoli. Concentration of aerosol was examined in various conditions and places within the cave. It was 4.42-6.03 NaCl mg/m³ on average. It was stated that sodium chloride absorption during one procedure came to 13 mg NaCl on average, which means it was very small amount of salt that was absorbed by human organism. Yet, it should be speculated that such amount of sodium chloride does not have any negative influence on the patient. Examination of the microclimate of artificial caves shows that dry salt aerosol concentration came to 10-15 mg/m³, humidity – to 60 per cent, air temperature – to 20-24 degrees Celsius, procedure duration – 45 minutes. These results we will be later adopted in treatment of patients with POCHP.

Key words: salt caves, concentration of aerosol

Резюме:

Лечение больных, страдающих болезнями дыхательных путей, в естественных соляных камерах известно издавна. За последние годы в Польше конструировались многочисленные соляные камеры, которые должны были стать альтернативой для естественных соляных камер. Но в этих камерах не удалось получить такой концентрации аэрозоля, которая могла бы иметь лечебное действие, следовательно, их не следует рассматривать как медицинское устройство.

Однако эти камеры можно в какой-то мере использовать в лечении, если в них ввести соляной аэрозоль с соответствующими медицинскими параметрами.

С этой целью был применен генератор, распыляющий высокодисперсный аэрозоль соответствующей концентрации. Проведены исследования условий микроклимата обследуемой камеры, определена величина частиц аэрозоля и его концентрация. Эти исследования, которые мы рассматриваем как предварительные, позволили выбрать в качестве источника аэрозоля соль самой высокой лечебной ценности, которую дополнительно обогатили йодом. Исследования величины частиц аэрозоля, созданных генератором, показали, что 98% этого аэрозоля состоит из частиц величиной 1-5 μm , то есть он доходит до легочных пузырьков. Концентрация аэрозоля исследовалась в разных условиях и в разных местах камеры. Она составляла в среднем 4,42 – 6,03 NaCl mg/m³ воздуха.

Установлено, что абсорбция хлористого натрия во время одной ингаляционной процедуры составляет в среднем 13 мг, а это значит, что таким образом мы вводим очень небольшие количества хлористого натрия в организм. Следует полагать, что такое количество хлористого натрия не оказывает отрицательного влияния на организм больного. Исследования микроклимата камеры, оснащенной аэрозольным генератором, показали, что оптимальная концентрация аэрозоля составляет 10-15 mg/m³, влажность 60%, температура воздуха 20-24°C, продолжительность процедуры 45 минут. Результаты этих исследований будут использованы для дальнейших исследований у больных с ПОЧП.

Ключевые слова: соляная камера, концентрация аэрозоля

Balneol. Pol. Tom 52 Nr 2 (116), str. 92-100

Wstęp

Od ponad 20 lat prowadzone są próby odtworzenia i przystosowania właściwości bioklimatycznych komór podziemnych do warunków naziemnych tzw. grot

solnych. Powstało w całym kraju, w tym we wszystkich uzdrowiskach wiele grot solnych, które oferują usługi rzekomo lecznicze. Komory te zbudowane są

z solnych cegiełek często z systemem wentylacyjnym między ściankami, co ma uwalniać aerozol solny. Badania balneochemiczne wykazały, że niemożliwe jest stworzenie mikroklimatu o cechach leczniczych drogą uwalniania cząstek soli z płyt solnych. Technika ta nie pozwala na otrzymanie aerozolu o parametrach leczniczych. Komora taka więc może służyć jedynie jako dekoracja do wypoczynku i relaksu.

Badania autorów Czajka, Latour i wsp. wykazały że opisana technika konstruowania komór pozwala na uzyskanie jedynie śladowych ilości aerozolu solnego, w granicach stężeń $0,45 \text{ mg NaCl/m}^3$ powietrza oraz nieoznaczalnych ilości jodu. Jeżeli porównamy te wartości do mikroklimatu tężniowego, gdzie przeciętne stężenie aerozolu wynosi $8,8 \text{ mg NaCl/m}^3$, a nad Morzem Bałtyckim na plaży $4,70 \text{ mg/m}^3$, w komorach Wieliczki $22,0 \text{ mg/m}^3$, to widzimy ogromne różnice w stężeniu aerozolu naturalnego w stosunku do komór naziemnych (1).

Stworzenie więc sztucznego mikroklimatu komór solnych naziemnych o znaczeniu leczniczym w tych warunkach jest niemożliwe, wymaga dodatkowego urządzenia wytwarzającego aerozol. Urządzenie to powinno generować odpowiednie stężenie aerozolu solnego oraz umożliwiać monitorowanie parametrów mikroklimatycznych i jego dozowanie. Czynnikiem leczniczym w tak zaadaptowanej komorze jest wysokodispersyjny aerozol suchy w granicach stężeń od 5 do 20 mg/m^3 powietrza.

Właściwości fizyczne i chemiczne suchego aerozolu są inne niż wilgotnego, stąd jak wykazały badania kliniczne ich działanie lecznicze cechuje się pewnymi odrębnościami i większą efektywnością leczniczą (2, 3).

Podjęto badania nad zastosowaniem generatora suchego aerozolu. Jest to model GDA- 0,1.17, zarejestrowany unijnie nr EE 1609, producenta VAB Halomed Litwa. Aparat jest wyposażony w czujnik pozwalający na kontrolę stężenia aerozolu w granicach do 20 mg/m^3 .

Aparat umieszczono w komorze solnej specjalnie przygotowanej do celów badawczych. Komora solna typu inhalatorium zajmuje pomieszczenie o powierzchni 12 m^2 o wystroju zbliżonym do grot solnych naziemnych. Generator do wytwarzania suchego aerozolu znajdował się poza pomieszczeniem. Czujnik pomiarowy do ciągłego pomiaru stężenia aerozolu jest usytuowany w narożniku pomieszczenia. Aby uzyskać szybkie i równomierne rozprowadzenie aerozolu, w inhalatorium jest dodatkowo wentylator zainstalowany w pobliżu czujnika. Całe pomieszczenie jest klimatyzowane, wilgotność powietrza i temperatura monitorowane.

Końcowym celem badań jest sprawdzenie możliwości adaptacji komory i jej mikroklimatu do celów leczniczych. Konstrukcje solne zbudowane w wielu uzdrowiskach często bardzo atrakcyjne architektonicznie mają jedynie znaczenie dekoracyjne, pozwalają na stworzenie przyjaznego, relaksowego środowiska do wypoczynku.

Komory te jeżeli miałyby służyć do celów leczniczych muszą być wyposażone w opisane urządzenie produkujące aerozol. W badaniach oparto się na wieloletnich doświadczeniach prof. Czerwińskiej z St. Petersburga, która przeprowadziła bardzo dużo badań chemicznych, bioklimatycznych, mikrobiologicznych i klinicznych nad przydatnością suchego aerozolu do leczenia chorych z chorobami dróg oddechowych (4, 5, 6, 7, 8, 9).

W celu realizacji założeń pracy przeprowadzono badania ukierunkowane na:

1. Badania chemiczne kilku rodzajów soli w celu wyboru najlepszego źródła aerozolu
2. Badania nad wzbogaceniem wybranej soli w jod i opracowanie technologii jodowania soli.
3. Określenie wielkości cząstek aerozolu solnego i ich procentowej zawartości w aerozolu.
4. Badania stężenia i składu aerozolu w komorze z urządzeniem generującym, w tym:
 - ◆ sprawdzenie prawidłowości działania czujnika generatora w zakresie stężeń aerozolu poprzez równoczesne badania balneochemiczne:
 - ocena wielkości zużycia soli i jodku potasowego w czasie jednego seansu
 - ocena ilości pochłoniętej przez pacjenta soli i jodu w czasie jednego seansu
 - porównanie stężeń aerozolu w komorze z wartościami aerozolu morskiego i tężniowego oraz w komorze w Wieliczce
 - porównanie absorpcji składników aerozolu w ciągu 45 min w strefie nadmorskiej i w Wieliczce, w stosunku do komory solnej naziemnej
 - badania nad równomiernością rozprzestrzeniania się aerozolu w komorze
 - ustalenie parametrów leczniczych inhalacji solnych dla chorych z POCHP

Metodyka badań i wyniki

1. Sól jako źródło aerozolu w komorze

Pod uwagę brano następujące sole: Bocheńska, Kłodawska, Zabłocka, sól z Morza Martwego. Najkorzystniejsza pod względem składu chemicznego jest sól Bocheńska, ale badany generator nie jest przystosowany do wytwarzania aerozolu z miążkiej i wilgotnej soli. Również sól Zabłocka o podobnych cechach fizykochemicznych, okazała się być nieprzydatna do tych celów. Pozostały do dyspozycji sól kamienna z Wieliczki i Kłodawy. Przy wyborze soli kierowano się: składem chemicznym oraz zawartością składników rozpuszczalnych i nierozpuszczalnych w wodzie. Im więcej sól zawiera składników rozpuszczalnych tym jest wartościowsza do celów leczniczych.

Sól Kłodawska ma mało składników nierozpuszczalnych i korzystny skład chemiczny. Zawiera znaczne ilości wapnia i magnezu, ale mało jodu. Na rynku jest jeszcze dostępna sól z Morza Martwego, która zawiera znaczne ilości wapnia, potasu i magnezu, ale również

mało jodku. Jak wiadomo przy dostępie powietrza jodki utleniają się do wolnego jodu. Dlatego w soli warzonej i morskiej odparowanej przez dłuższy czas na powietrzu, pozostaje niewielka ilość jodków. Utlenianie jodków i sublimacja jodu do powietrza zachodzi też i w tym przypadku, jest korzystnym czynnikiem w powstawaniu i składzie chemicznym aerozolu tęźniowego.

Na podstawie przedstawionych wyżej uwarunkowań dla optymalnego tworzenia się aerozolu, wybrano sól Kłodawską, której skład chemiczny podano w tabeli 1. Ponieważ sól kłodawska zawiera mało jodu podjęto

Tabela 1. Skład chemiczny soli kłodawskiej (spożywczej)

Składnik	Wartości w mg / kg soli
Sód Na +	385.000,0
Potas K+	900,0
Wapń Ca+	2472,0
Magnez Mg 2+	81,0
Amon NH4 +	4,0
Chlorki CL -	596.000,0
Siarczki SO4-2	5833,0
Wodorowęglan HCO3	12,0
Bromki Br -	28,0
Jodek J -	10,0
Suma:	990 340 mg = 990,3g

Zawartość składników nierozpuszczalnych 0,8% (8,0g/kg)
(badanie wykonała dr Latour 2007 r.)

działania zmierzające do wzbogacenia tej soli w jod.

2. Jodowanie soli

Jodowanie soli przeprowadzono wg własnej metody. Proporcje soli i jodku potasu tak dobierano, aby ilość jodu w podanej soli w czasie seansu leczniczego była nieco większa niż dobowe zapotrzebowanie na ten pierwiastek.

Wzbogacanie soli rozpylanej przez generator w jod ma swoje pełne uzasadnienie. Jod jest generalnie pierwiastkiem niedoborowym w organizmie współczesnego człowieka, stąd istnieje potrzeba jego suplementacji. Wprowadzenie dodatkowo jodu do organizmu wpłynie

również korzystnie w leczeniu chorób dróg oddechowych oraz chorób układu krążenia. Ma to również pewne swoje ograniczenia np. w nadczynności tarczycy.

Przystosowanie generatora do gruboziarnistej suchej soli przez producenta, sprawia trudności w jej jodowaniu. Najczęściej jodowanie polega na zraszaniu soli roztworem jodku potasu, ale takiej soli nie zmieli badane urządzenie. Wprowadzono więc własną modyfikację w jodowaniu soli pozwalającą na otrzymanie suchej soli jodowanej.

3. Określenie wielkości cząstek aerozolu w próbkach powietrza w komorze solnej wyposażonej w generator

Badania te wykonano w Zakładzie Usług i Ekspertyz Analitycznych w Warszawie (prof. dr hab. Z. Dąbkowski).

Oznaczenia wykonano metodą mikroskopowo-fotograficzną. Zastosowano skaningowy mikroskop elektronowy BS 301 firmy Tesla, przy powiększeniu 500, 1000 i 1500 razy. Wyniki badań podano w tabeli 2.

Tabela 2. Określenie wielkości i składu procentowego cząstek aerozolu w próbkach powietrza w komorze solnej z generatorem

Wielkość cząstek aerozolu	Ilość cząstek – zakres wartości procentowych	Ilość cząstek średnia w %
1 – 2 µm	69 - 80	75
2 - 5 µm	18 - 28	23
5-10 µm	1,5 - 2,5	1,5
> 10 µm	0,5 - 1	1,0

Badanie wykonano metodą mikroskopowo-fotograficzną (Prof. Dąbkowski)

Stwierdzono, że średnio 98% cząstek miało wielkość 1- 5 um, w tym z dużą przewagą cząstek o wielkości 1- 2 um.

Badania te wykazały, że aerozol jest jednolity o małych cząsteczkach, których wielkość pozwala na dotarcie do pęcherzyków płucnych.

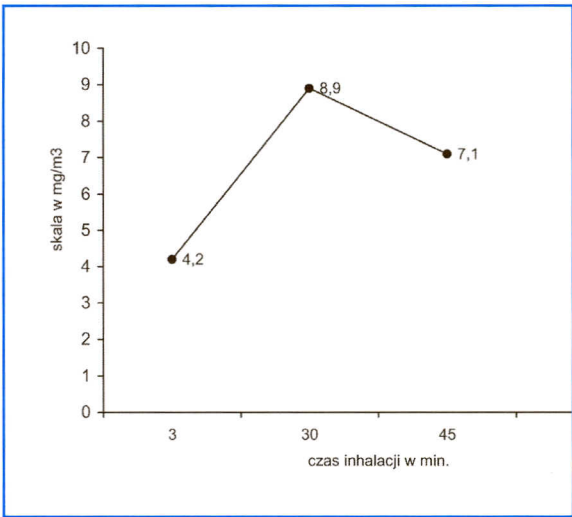
4. Badania nad stężeniem i składem suchego aerozolu solnego

W tej części badań skoncentrowano się na: 1) sprawdzeniu jak szybko rozprzestrzeni się aerozol w całej komorze. 2) określeniu przeciętnego stężenia aerozolu w komorze – w badaniach laboratoryjnych. 3) określeniu zużycia soli na jeden seans. 4) obliczeniu ilości zaabsorbowanego chlorku sodu i jodu w czasie jednego seansu przez osobę przebywającą w komorze.

Badania nad szybkością i równomiernością rozprzestrzeniania się aerozolu w komorze miały na celu stwierdzenie, czy wszystkie uczestniczące w seansie aerozolowym osoby oddychają powietrzem o tym samym stężeniu aerozolu i jaka jest dynamika zmian stężeń aerozolu podczas 45-minutowego seansu. We wstępnych naszych badaniach zaobserwowano dużą nierównomierność w rozprowadzaniu aerozolu w komorze, co skłoniło nas do spowodowania przeprogramowania komputera generatora, które zostało dokonane przez przedstawiciela firmy. Następnie wykonano pomiary stężenia aerozolu w różnym czasie trwania seansu aerozolowego (tab. 3, ryc 1). Stwierdzono że w pierwszych 3 minutach stężenie aerozolu było stosunkowo niskie i najwyższe wartości osiąga po 30 minutach a w dalszych 45 min seansu stężenie obniżało się ale nie dochodziło do wartości wyjściowych.

Tabela 3. Zmiany stężeń aerozolu w ciągu 45 minut seansu aeroterapii przy ustawieniu wskaźnika generatora na wartość 10 mg/m³

Czas w minutach od włączenia generatora	Stężenie odczytu na generatorze w mg/m ³		
	Badanie 1	Badanie 2	Średnia
1-3	0,6 - 5,7	1,3 - 8,9	0,95 - 7,3
4 -30	9 - 12,4	7,7 -10,9	8,3 - 11,6
31- 45	6,7- 8,8	5,8 - 7,4	6,2 - 8,1



Ryc. 1. Stężenie aerozolu w ciągu 45-minutowego seansu aeroterapii

Poza tym przeanalizowano wielkości stężenia aerozolu w różnych punktach komory tj. w różnych odległościach od generatora (tab. 4 i 5). Stwierdzono, że próbki pobrane w pobliżu generatora cechują się wyższym stężeniem

chlorku sodu niż próbki pobrane z dalszej odległości. Zmiany te dotyczą przede wszystkim chlorku sodu, w mniejszym stopniu jodu.

Tabela 4. Stężenie jonu sodowego i chlorku sodu w różnych miejscach badanej komory

Punkt pomiaru	Na+ w mg/ m3	NaCL w mg/ m3
A	2,373	6,03
B	0,856 0,733 3,606_ Σ 5,195 x = 1,73	2,19 1,89 9,18_ Σ 13,26 x = 4,42
C	1,165 1,336 2,926_ Σ 5,427 x = 1,809	2,98 3,31 7,38_ Σ 13,67 x = 4,55
D	0,619 3,277 2,858_ Σ 6,754 x = 2,25	1,58 8,34 7,24_ Σ 17,16 x = 5,72

A - najbliższej generatora
B – w części centralnej
C - w części centralnej
D – najdalej od generatora
Badanie wykonała dr Latour, 20 próbek
(25.02.2008)
Wskaźnik stężenia na generatorze ustawiony na 10 mg/ m³

Wielkość zużycia soli w ciągu jednego seansu aeroterapii świadczy pośrednio o stężeniu aerozolu w komorze. Dokonano 20 pomiarów próbek soli przed i po seansie. Pojemnik nasypowy generatora, do którego dodano 25 g soli ważono na wadze aptecznej, przed włączeniem generatora i ponownie po zakończeniu seansu. Stwierdzono, że wykorzystanie soli w czasie jednego seansu było różne, wahało się w granicach 1,5-7g, przeciętnie 4 gramy soli zostało zużyte do rozpylenia. Duża rozbieżność w ilości zużytej soli w ciągu różnych seansów świadczy o nierównomiernej pracy generatora (tab. 6), na co zwrócono uwagę konstruktorowi.

Określenie średnich wartości stężenia chlorku sodu w aerozolu w badanej komorze solnej

Stężenie aerozolu określono na podstawie oznaczeń chemicznych chlorku sodu. Badania wykonano w Zakładzie Tworzyw Uzdrowiskowych PZH (dr Latour). Badania chemiczne stężenia sodu, potasu, magnezu wykonano metodą fotometrii płomieniowej ASA (czułość metody 0,005 mg/l). Jodek oznaczono metodą spektrofotometrii

Tabela 5. Badanie chemiczne stężenia chlorku sodu i jodu w objętości powietrza pobranej w komorze w różnych miejscach od generatora

Objętość powietrza	Próbka najbliższej generatora			Próbka najdalej od generatora		
	Na+ mg/m ³	Na Cl mg/m ³	J- mg/m ³	Na+ mg/m ³	Na Cl mg/m ³	J- mg/m ³
207/210	16,8	59,9	8,21	6,7	23,7	1,32
198/200	9,9	35,1	7,13	9,1	32,1	5,72
200/202	11,5	40,8	2,51	11,2	39,7	4,36
		$\bar{x}$ 45,26	$\bar{x}$ 5,95		$\bar{x}$ 31,8	3,8

Jod zachowuje się różnie, co związane jest z różną prędkością sedimentacji jodu i chlorku sodu.

Tabela 6. Badanie zużycia soli w ciągu 45 min. jednego seansu

Lp.	Masa soli przed zmieleniem w g.	Masa soli pozostała po seansie 45 min. w g.	Wartości soli wykorzystanej w ciągu 1 seansu w g.
1.	25	21,15	3,85
2.	25	20,04	4,96
3.	25	20,7	4,30
4.	25	20,15	4,85
5.	25	21,70	3,30
6.	25	21,60	3,40
7.	25	20,10	4,90
8.	25	21,15	3,85
9.	25	21,4	3,35
10.	25	17,83	7,17
11.	25	17,20	7,80
12.	25	20,6	4,40
13.	25	21,2	3,80
14.	25	21,35	3,65
15.	25	23,20	1,80
16.	25	23,30	1,70
17.	25	20,80	4,8
	25 suma: śr.:	$\bar{x}$ 353,47 x 20,79	$\bar{x}$ 71,88 x 4,22 (1,8 - 7,8)

z wykorzystaniem reakcji katalitycznego utleniania soli ceru, czułość metody 0, 005 ug/l). Probki powietrza w o objętości 198-210 ml, przeciętnie 200 ml pobierano za pomocą automatycznego aspiratora w 4 punktach komory. W tym punkt A – najbliższej generatora, punkt B i C w części środkowej oraz punkt D w części przeciwległej do generatora.

Wyniki oznaczeń jonu sodowego i chlorku sodowego w mg/m³ powietrza przedstawiono w tabeli 4.

Z tabeli wynika, że przeciętne stężenie jonu sodowego Na+ w komorze waha się 1,73-2,25 mg/m³, a stężenie NaCl w granicach 4,42-6,03 mg/m³. Stężenie jonu sodowego i chlorku sodu jest najwyższe w pobliżu generatora i obniża się nieznacznie w punktach centralnych i przeciwległych do generatora. W komorach bez generatora, (zgodnie z badaniami Latour) stężenie chlorku sodowego wynosi przeciętnie 0,68- 1,29 mg/m³, a jonu sodowego 0,19 -0,51 mg/m³ (8). W tabeli 7 podano wartości stężeń aerozolu w komorach podziemnych w Wieliczce, Bochni i dla porównania w badanej przez nas komorze naziemnej.

Następnie dokonano obliczeń na podstawie przeprowadzonych badań chemicznych, ilości zaabsorbowanej z wdychanym powietrzem soli i jodu w ciągu jednego seansu i w ciągu całej serii zabiegów. W ciągu jednego zabiegu objętość wdychanego powietrza wynosi 0,34/ m³. Stężenie NaCl w 1 m³ w badanej komorze wynosi przeciętnie 38 mg/m³ (tab. 7). W związku z tym w ciągu jednego zabiegu pacjent pobiera przeciętnie 13 mg soli. W dłuższym czasie trwania inhalacji (7 godzin) w Wieliczce pacjent pochłania 76 mg chlorku sodu, nad morzem w ciągu 6 godz. 8,5-13, w strefie okołotężniowej przez 2 godziny 8,8 mg (tab. 8).

Jeżeli chodzi o absorpcję jodu (tab. 9), to zgodnie z wynikami badań, stężenie tego pierwiastka w aerozolu wynosiło 0,90-2,95 mg/m³, przeciętnie 1,50 mg/m³. Pobrana ilość jodu w czasie 45-minutowego zabiegu w komorze jest zbliżona do ilości pobranej w czasie jednorazowej inhalacji roztworu soli jodo-bromowej. Dobowe zapotrzebowanie na jod wynosi 0,15-0,20 mg na dobę. Jednorazowa inhalacja w komorze przekracza zapotrzebowanie

Tabela 7. Stężenie chlorku sodu i jodu w powietrzu w komorach podziemnych i naziemnej (badanej)

Miejsce badań	NaCL w mg/ m ³ wartość średnia	J – w mg/ m ³ wartość średnia	Inne pierwiastki
Komora w Wieliczce	24,0	< 0,000 1	Ca, Mg, K
Komora w Bochni	16,0	< 0,000 1	Ca, Mg, K
Komora naziemna	38,0	4,8	Ca, Mg

Wyniki badań w komorach podziemnych podano wg badań opublikowanych w pracy Czajki, Latour i WSP, *Balneologia Polska* 2006, nr 3, 176-183(8) Wyniki badań w komorze naziemnej badanej obliczono jako wartość średnią z 8 badań wykonanych przez dr Latour z dnia 07.03.2008

Tabela 8. Wielkość absorpcji chlorku sodu i jodu w czasie jednego 45-minutowego seansu w badanej komorze naziemnej

Nr próbki	NaCL w mg w 360 litrach	Jod w mg w 360 litrach
1	21,56	2,95
2	12,63	1,25
3	13,90	2,29
4	8,53	0,47
5	12,64	0,56
6	11,56	2,05
7	14,69	0,90
8	14,29	1,56
Suma	109,8	12,3
Średnia	(13,72)	(1,50)
Zakres	8,53- 21,56	0,47-2,95

Próbki pobrano w różnych miejscach komory na wysokości głowy człowieka siedzącego

dobowe na jod. W ciągu minuty człowiek pochłania około 8 litrów powietrza, w ciągu 45 minut pochłonie zatem 360 litrów. W 360 litrach powietrza zawarte jest przeciętnie 1,50 mg jodu (tab. 9).

Wyżej przedstawione badania pozwoliły na częściowe wyeliminowanie błędów w programowaniu stężenia aerozolu, zwiększenie możliwości lepszego rozprzestrzeniania się aerozolu poprzez zastosowanie dodatkowego wentylatora, wybranie najlepszej z możliwych soli do wytwarzania aerozolu, wzbogacenie jej w jod

Tabela 9. Wielkość absorpcji chlorku sodu podczas jednego seansu w komorach podziemnych, naziemnych, strefie okołotężniowej, przy przeciętnym stężeniu aerozolu

	Objętość powietrza w m ³	Stężenie NaCL w mg/ m ³	Ilość pochłoniętego NaCL, mg
Komora w Wieliczce 7h	3,17	24	76,1
Komora naziemna 45 min.	0,34	38	13,0
Strefa okołotężniowa Ciechocinek 2h	0,91	8,8	8,0

oraz ustalenie prawidłowych parametrów leczniczych zabiegu inhalacyjnego. Wg naszej opinii optymalne stężenie aerozolu wynosi 8-15 mg/m³, zawartość jodu 4,8 mg/m³, wielkość cząsteczek 2-5 um w 90%, wilgotność powietrza około 50%, temperatura w komorze 21° C. Czas trwania jednego seansu 45 min z następującą przerwą 15 min na wietrzenie i dezynfekcję pomieszczenia. W czasie seansu dla chorych z chorobami dróg oddechowych wskazane jest wykonywanie ćwiczeń oddechowych przez 10 minut po 10 minutach przebywania w komorze. Proponujemy również aby inhalacje dla chorych odbywały się 2 razy dziennie, w serii łącznej zabiegów przynajmniej 20. Między zabiegami komorę naświetlano lampą bakteriobójczą dla większego zabezpieczenia przed zakażeniami. Chociaż badania Czerwinskiej wykazały, że po 15 min przerwy między zabiegami, powietrze w komorze jest całkiem czyste bakteriologicznie.

Podsumowanie i wnioski

1. Najodpowiedniejszą solą do wytwarzania aerozolu solnego przez badany generator jest Sól Kłodawska.
2. Celowe jest wzbogacenie soli Kłodawskiej w jod w odpowiedniej dawce nieznacznie przekraczającej zapotrzebowania dobowe na jod. Zwiększy to intensywność działania aerozolu w leczeniu chorób dróg oddechowych, oraz może stanowić okresową formę suplementacji tego pierwiastka
3. Wielkość cząsteczek uzyskanego aerozolu jest optymalna dla leczenia chorób dolnych dróg oddechowych
4. Na bieżąco należy kontrolować sprawność funkcjonowania czujnika, a w celu szybszego rozprzestrzeniania

nia aeroszdu po komorze, zastosować odpowiedni system wentylacyjny

5. Z badań wynika, że optymalnymi parametrami środowiska komory solnej do leczenia dróg oddechowych jest:

- Stężenie aeroszdu 10–15 mg/m³
 - Wilgotność powietrza 60%
 - Temperatura powietrza 20–24 stopnie C
 - Czas zabiegu 45 minut na jeden seans, celowe jest zastosowanie u chorych z chorobami pulmonologicznymi inhalacji 2-krotnie w ciągu dnia po 45 minut.
6. W ciągu jednego seansu wykorzystuje się średnio 4,2 g soli na wytworzenie aeroszdu.
 7. W czasie jednego zabiegu inhalacyjnego pacjent absorbuje przeciętnie 13,7 mg NaCl i 1,50 mg J.
 8. Ilość pochłoniętego chlorku sodu w czasie jednego zabiegu inhalacyjnego trwającego 45 minut jest większa niż w strefie okołotężniowej Ciechocinka podczas 2-godzinnego przebywania i mniejsza niż w komorze w Wieliczce podczas 7-godzinnego pobytu pacjentów.

- otrzymania suchego aeroszdu. Biuletyn nr 5, 1993
4. Czewinska A., Knowalow S.I. : Sposób leczenia chorób dróg oddechowych. Biuletyn nr 28, 1999.
5. Czewinska A.: Halotherapy for rehabilitation of pulmonary patients In Russia. Europ. Resp. Jour, Suppl. 1997, 25, 108
6. Czewinska A., Zilber N. : Halotherapy for treatment of respiratory diseases. J. Aerosol Medicine, 1995, 8, 221- 232
7. Czewinska A.: Respiratory hygiene with dry sodium chloride aerosol. 14 th Annual Congress of European Respiratory Society. Galsgow, 2004, Abstract Book, 2004, ref 2514
8. Czewinska A.: Halotherapy in controlled salt chamber. Balneol. Pol. 2007, 49, 133- 141.
9. Czewinska A.: Possibilities of halotherapy application in dermatology and cosmetology in sanatoria and health resorts. Kurotnyje Vedomosti, 2006, k 3(36) 34 – 75

PIŚMIENNICTWO:

1. Czajka K., i wsp.: Porównanie właściwości mikroklimatu i aeroszdu w wyrobiskach kopalnianych i naziemnych grotach solnych. Balneol. Pol., 2006, 48, 176- 181.
2. Frijlink W.H., De Boer A.H.: Dry powder inhalers for pulmonology drug delivery. Expert Opin. Drug. Deliv., 2004,1, 67- 86
3. Knowalow S.I., Dubinska A.W.: Urządzenie dla

Adres do korespondencji:
Irena Ponikowska

Katedra Balneologii i Medycyny Fizykajnej
ul. Leśna 3, 87-720 Ciechocinek
tel.: 0 54 283 39 45
info@balneoklinika.com

Artykuł nadesłano: 16.12.2008
Zaakceptowano do druku: 28.03.2009

Korzystne działanie światła spolaryzowanego

W latach 80. ubiegłego stulecia zwrócono uwagę na szczególną cechę światła – możliwość polaryzacji fall. Rozpoczęto badania nad efektem działania światła spolaryzowanego na struktury biologiczne. Liczne prace tak eksperymentalne, jak kliniczne wykazują korzystny efekt działania światła spolaryzowanego.

W 2007 r. polska firma *Medicolux Sp. z o. o.* w wyniku współpracy z grupą polskich naukowców i konstruktorów opracowała całkowicie nowe urządzenie emitujące światło spolaryzowane – lampę SOLARIS®. Stosując opatentowany polaryzator interferencyjny, uzyskano ponad 98% polaryzacji światła oraz gęstość mocy promienistej 50 mW/cm² w zakresie światła widzialnego i bliskiej podczerwieni. Urządzenie SOLARIS® jest sprzętem bezpiecznym, nie wymagającym specjalistycznego szkolenia, przeznaczonym do stosowania zarówno w warunkach ambulatoryjnych, jak też domowych.

Dzięki szczególnym cechom emitowanej wiązki światła spolaryzowanego SOLARIS® znajduje szerokie zastosowanie w terapii pomocniczej w medycynie, medycynie sportowej i w rehabilitacji. Urządzenia te są wykorzystywane z bardzo dobrym skutkiem w wielu sanatoriach i zakładach rehabilitacji w Polsce i za granicą. Przykłady możliwości zastosowania urządzenia do terapii światłem spolaryzowanym typ Solaris®:

- Zespoły bólowe: choroba zwyrodnieniowa stawów, choroba zwyrodnieniowa kręgosłupa, rwa kulszowa, reumatoidalne zapalenie stawów, zeszywniające zapalenie stawów kręgosłupa, zespół cieśni nadgarstka, łokieć tenisisty, bóle głowy o podłożu migrenowym
- Bóle związane z urazami (również w medycynie sportowej): naderwane więzadła stawowe, uraz lub stłuczenie mięśnia, stłuczenia i siniaki, rekonwalescencja po długim unieruchomieniu

- Regeneracja tkanek: leczenie oparzeń, rany pooperacyjne, pourazowe i trudno gojące się, owrzodzenia, owrzodzenia żylakowe, powikłania cukrzycy (stopa cukrzycowa), odleżyny

Urządzenie do terapii światłem spolaryzowanym typ SOLARIS®, wytwarzane przez firmę *Medicoux Sp. z o. o.*, zdobyło wyróżnienie na Targach Sprzętu Rehabilitacyjnego REHABILITACJA 2007 w Łodzi oraz Wyróżnienie Specjalne na XII Ogólnopolskim Sympozjum Diabetologicznym DIABETICA EXPO 2008 w Toruniu. Urządzenie SOLARIS® posiada pozytywną opinię Polskiego Towarzystwa Fizjoterapii oraz rekomendację Polskiego Stowarzyszenia Diabetyków.

Dzięki stosowaniu światła spolaryzowanego uzyskujemy skrócenie okresu leczenia, złagodzenie objawów bólowych oraz podniesienie komfortu życia pacjentów.

Więcej na: www.medicolux.com.pl
(Informacja prasowa)

Balneologia Polska

POLISH JOURNAL OF BALNEOLOGY

Kontynuacja czasopisma „Acta Balneologica” ukazującego się od 1905 r.

KWARTALNIK
QUARTERLY

KWIECIEŃ – CZERWIEC
APRIL – JUNE

TOM LI
TOM LI

NUMER 2 (116)/2009
NUMBER 2 (116)/2009

ISSN 0005-4402
ISSN 0005-4402

• MEDYCYNĄ UZDROWISKOWĄ • MEDYCYNĄ FIZYKALNĄ

• BIOKLIMATOLOGIA • BALNEOCHEMIA

• HEALTH-RESORT MEDICINE • PHYSICAL MEDICINE

• BIOCLIMATOLOGY • BALNEOCHEMISTRY



CZASOPISMO POLSKIEGO TOWARZYSTWA
BALNEOLOGII I MEDYCYNY FIZYKALNEJ

JOURNAL OF THE POLISH BALNEOLOGY
AND PHYSICAL MEDICINE ASSOCIATION

MEDI
P R E S S

Czasopismo jest indeksowane w MNiSW, Index Copernicus i Polskiej Bibliografii Lekarskiej

Zapraszamy na XXII Kongres Polskiego Towarzystwa Balneologii
i Medycyny Fizykalnej
03-06.09.2009 r. Połczyn Zdrój

SPIS TREŚCI

Balneologia Polska 2/2009

PRACE ORYGINALNE

Aleksandra Pytel, Zdzisława Wrzosek

Cele kompleksowej rehabilitacji w ostrym okresie udaru mózgu

..... str. 81

Agnieszka Manierak, Joanna Łebek, Jarosław Pasek, Andrzej Tomasik,
Brygida Przywara, Aleksander Sieroń

Zawał serca u pacjentów przed 40 rokiem życia

..... str. 87

PRACE KLINICZNE

Irena Ponikowska, Teresa Latour, Alina Czerwinskaja, Jacek Chojnowski,
Beata Błaszkiwicz, Włodzimierz Szmurło

Badania właściwości fizyczno-chemicznych suchego aerozolu solnego w komorze naziemnej

..... str. 92

Jolanta Krukowska, Ewa Świątek, Jan Czernicki

Wpływ przezskórnej elektrostymulacji nerwów z EMG-biofeedback na powrót funkcji ręki spastycznej u chorych po niedokrwinnym udarze mózgu

..... str. 100

Elżbieta Ciejka, Dominika Misiewicz-Kubik

Analiza wpływu procesu usprawniania na wydolność oddechową u pacjentów z bólami w odcinku szyjnym kręgosłupa

..... str. 109

Przemysław Minta, Marta Orzechowska

Zagadnienie wpływu ²²² radonu i jego pochodnych na wybrane markery obrotu kostnego i poziom DHEA-S u kobiet z obniżoną masą kostną

..... str. 115