

SKUTECZNOŚĆ PŁUKANIA JAM NOSA W TERAPII ZAPALEŃ ZATOK PRZYNOSOWYCH

lek. Katarzyna Stańska¹, dr med. Anna Tuszyńska²,
lek. Martyna Waniewska-Łęczyccka¹, prof. dr hab. med. Antoni Krzeski¹

THE EFFECTIVENESS OF THE NASAL IRRIGATION IN THE RHINOSINUSITIS TREATMENT

This article gives an overview of current literature on the clinical efficacy of saline nasal irrigation in the treatment of acute and chronic rhinosinusitis. Many aspects of the saline nasal irrigation have its roots in yoga and alternative medicine. It pretends to become an indispensable part of a personal nose hygiene playing a key role in the treatment of nasal and sinus disorders. In recent years, systematic reviews on the efficacy of the nasal irrigation have brought important results. Multiple research papers analyze various techniques and their effectiveness in healthcare. Moreover, head positions have been considered in the studies. Among distinctive irrigation methods scientists, through computed tomography images and its modifications, have accentuated high or low pressure and high or low volume.

(Mag. ORL, 2017, 64, XVI, 107–124)

Key words:

nasal irrigation, saline irrigation, acute rhinosinusitis, chronic rhinosinusitis

Jama nosowa stanowi początkowy odcinek dróg oddechowych człowieka. Przedzielona jest przegrodą nosa – strukturą chrzęstno-kostną, która wyznacza dwie samodzielnie funkcjonujące przestrzenie – jamy nosa. W obrębie jamy nosowej i zatok przynosowych wdychane powietrze jest nawilżane do około 90% wilgotności, ogrzewane do temperatury 31–34°C oraz oczyszczane z zawartych w nim zanieczyszczeń. Objętość każdej z jam nosa wynosi około 20 ml, przy powierzchni całkowitej ocenianej na około 160 cm², czyli 4,5 raza większej niż powierzchnia kuli o tej samej objętości. Przez tę przestrzeń w ciągu doby przepływa około 10 tys. litrów powietrza, czyli ponad 115 ml na sekundę.

Przedsionek nosa jest wysłany skórą pokrytą nabłonkiem wielowarstwowym płaskim rogowaciejącym. Występujące w rejonie przedsionka włosy stanowią mechaniczny filtr wdychanego powietrza. Okolicę zastawki nosa, granicy pomiędzy skórą a błoną śluzową nosa, pokrywa nabłonek przejściowy z licznymi mikrokosmkami na zewnętrznej powierzchni, co zapewnia jej stałą wilgotność. Jamę nosową i zatoki przynosowe pokrywa błona śluzowa zbudowana z trzech warstw: 1) nabłonka wielorzędowego walcowatego urzęsionego, 2) kolagenowej błony podstawnej, 3) warstwy podśluzowej zbudowanej z obficie unaczynionej tkanki łącznej.

Grubość błony śluzowej waha się od kilkadziesiąt nanometrów do kilku milimetrów. Najcieńsza błona śluzowa występuje w zatokach przynosowych, a najgrubsza w rejonie małżowiny nosowej dolnej i środkowej oraz w środkowej części przegrody nosa. W części oddechowej jamy nosa oraz w zatokach przynosowych błona śluzowa przechodzi bez wyraźnej granicy w okostną lub chrzęstną, dlatego też określa się ją odpowiednio jako *mucoperiosteum* lub *mucoperichondrium*.

Błona śluzowa nosa odgrywa istotną rolę jako pierwsza linia obrony przed potencjalnie

¹ Klinika Otorynolaryngologii, Wydział Lekarsko-Dentystyczny, Warszawski Uniwersytet Medyczny
Kierownik: prof. dr hab. med. Antoni Krzeski
Szpital Czerniakowski,
ul. Stępińska 19/25, 00-739 Warszawa

² Indywidualna Praktyka Lekarska, Warszawa

szkodliwymi cząsteczkami organicznymi i nieorganicznymi zawartymi we wdychanym powietrzu. Bakterie, wirusy, grzyby, alergeny, zanieczyszczenia chemiczne i fizyczne osadzają się na jej pokrytej lepkiem śluzem powierzchni. Śluz ten składa się w 95% z wody i w 3% z mucyny (zawierającej glikoproteiny kwasowe – sialomucyny i sulfomucyny, oraz glikoproteiny obojętne – fukomucyny). Pozostałe 2% stanowią inne składniki, w tym immunoglobuliny, albuminy, enzymy, interleukiny. Śluz pokrywający drogi oddechowe człowieka różni się składem chemicznym w poszczególnych odcinkach, ale głównym jego składnikiem zawsze pozostaje woda. Z tego powodu odpowiednie nawodnienie organizmu jest niezbędnym warunkiem prawidłowego funkcjonowania błony śluzowej nosa.

Grubość powłoki śluzowej pokrywającej błonę śluzową jamy nosa wynosi od 0,5 do 1 mm. Według Lucasa i Douglasa, śluz można podzielić na surowiczą warstwę okołorzęskową, w której poruszają się rzęski, zwaną „fazą sol”, oraz gęstą i lepką powłokę śluzową przesuwaną przez rzęski, zwaną „fazą żel”. Wydzielina ta jest wytwarzana przez komórki kubkowe nabłonka błony śluzowej oraz gruczoły surowicze warstwy podśluzowej. Jej transport, zwany transportem śluzowo-rzęskowym, odbywa się dzięki zsynchronizowanym ruchom rzęsek w kierunku nozdrzy tylnych i gardła, gdzie śluz jest połykany bez świadomego udziału człowieka.

W temperaturze ciała ludzkiego rzęski nabłonka oddechowego poruszają się z częstotliwością od 12 do 20 Hz (*ciliary beat frequency* – CBF), a przemieszczanie śluzu odbywa się z prędkością od 3 do 25 mm na minutę. Mechanizm zsynchronizowanego ruchu rzęsek jest bardzo czuły na działanie wielu czynników. Stierna podaje, że jedną z funkcji tlenu azotu wytwarzanego przez komórki nabłonka zatok szczękowych jest stymulacja ruchu rzęsek. Jego duże stężenie zwiększa częstość ruchu rzęsek, a małe koreluje z ich dysfunkcją (Stierna, 2001). W alergicznym zapaleniu błony śluzowej nosa obserwuje się zwiększenie stężenia tlenu azotu, natomiast w przewlekłym zapaleniu zatok przynosowych czy też w zespole Kartagenera – jego zmniejszenie. Według Proetza, przy zmniejszeniu wilgotności względnej do 50% ruchy rzęsek ustają po 10 minutach, a przy jej ograniczeniu do 30% – już po 3–5 minutach (Proetz, 1956). Dla prawidłowej pracy rzęsek nabłonka oddechowego optymalną temperaturą powietrza wdychanego jest 18–37°C, a przy temperaturze 7–12°C ruch rzęsek ustaje całkowicie. Upośledzona w przebiegu ostrej infekcji wirusowej czynność rzęsek wraca do normy po ustąpieniu

ostrej fazy choroby, jeśli proces chorobowy nie przejdzie w fazę bakteryjną. Podczas ropnego zapalenia zatok przynosowych częstość ruchu rzęsek ulega zmniejszeniu lub ustaje on całkowicie, a powraca po oczyszczeniu zatok przynosowych i jamy nosa z ropnej wydzieliny, m.in. w następstwie płukania tych regionów fizjologicznym roztworem chlorku sodu (Huizing, 2003).

Na znaczenie higieny jamy nosa dla zachowania zdrowia prawdopodobnie jako pierwsi zwrócili uwagę jogini już około 3 tys. lat temu. Według Mircei Eliade w *hathajodze*¹ przypisuje się wielkie znaczenie wstępnym „oczyszczeniom”, do których należy zabieg *neti*, polegający na oczyszczaniu jamy nosa za pomocą wprowadzanych do nozdrzy naturalnych włókien. Natomiast w *kapālabhāti*² można zastosować jeden z trzech wariantów oczyszczania jamy nosa, w tym wciąganie wody przez nos, a następnie jej wypluwanie (Eliade, 1997).

Kuvalayananda podaje, że w starożytnych tekstach opisane są trzy rodzaje zabiegów służących oczyszczaniu jamy nosa i zwiększeniu odporności błony śluzowej na działanie pyłu i innych zanieczyszczeń. Należą do nich: *dźalakapālabhāti*, *neti* i *watakarma-kapālabhāti* (Kuvalayananda, 1971).

Dźala-kapālabhāti, dziś nazywana dźalaneti, to oczyszczanie jamy nosa wodą. Dawniej wykonywano ten zabieg dwiema metodami:

1. *Wjutkrama-kapālabhāti*. Nabierano wody w zagłębienie dłoniowej powierzchni ręki i, trzymając dłoń pod górną wargą, zanurzano w niej nos. Głowę należało nieco pochylić do przodu. Podniebienie miękkie i żuchwa powinny być opuszczone. Aspirowana przez nos woda przepływała przez dolne partie jamy nosa, a potem przez nozdrza tylne do nosogardła i jamy ustnej, a następnie była wypluwana. Zabieg powtarzano dwa albo trzy razy.

2. *Sitkrama-kapālabhāti*. Oczyszczanie zaczynało się od jedno- lub dwukrotnego wyplukania jamy ustnej i gardła wodą. Następnie należało nabrać wody w usta, relaksując podniebienie miękkie i żuchwę, po czym „pochylając się nieco ku przodowi, dmuchnąć przez nos i równocześnie wessać wodę w głąb jamy ustnej, przyciskając podstawę języka do tylnej części podniebienia twardego, jak przy wydawaniu dźwięków gardłowych”. Woda ulegała wtedy przemieszczaniu do jamy nosa i wypluwała na zewnątrz.

¹ *Hathajoga* – jedna z najbardziej znanych na Zachodzie tradycji indyjskiej jogi.

² *Kapālabhāti* – jedna ze stosowanych w jodze technik oczyszczania ciała.

Osoby początkujące mogą współczesny zabieg *džalaneti* wykonywać przy użyciu naczynia z dziobkiem, najlepiej o gładkich brzegach, nazywanego *neti-pot* (dzbanek *neti*) (ryc. 1). Głowę należy przechylić w bok i trochę w dół, wprowadzić dziobek naczynia do otworu jamy nosa położonego przy tej pozycji wyżej, a następnie otworzyć usta i oddychać przez nie tak długo, aż woda zostanie zaaspirowana do jamy nosa, aby po chwili wypłynąć częściowo przez drugie nozdrze, a częściowo przez usta. Tę część się wypłukuje. Zabieg powtarza się, przechylając głowę w drugą stronę i wprowadzając wodę do drugiego otworu nosowego.



Ryc. 1. Dzbanek *neti*

W *džala-kapālabhāti* i *džalaneti* stosuje się solanki o różnym stężeniu – od hipotonicznego do hipertonicznego, oraz o różnej temperaturze – od wysokiej do niskiej. Rozpoczyna się od letniego fizjologicznego roztworu chlorku sodu. Jego stężenie i temperaturę należy stopniowo zwiększać aż do osiągnięcia roztworu hipertonicznego i gorącego, a następnie zmniejszać aż do osiągnięcia roztworu hipotonicznego i zimnego, aby z kolei przejść do zwykłej zimnej wody, uznawanej przez joginów za substancję niedrażniącą jamy nosa.

Neti (*sutraneti*) to w istocie masaż mechaniczny, którego celem jest uodpornianie błony śluzowej nosa. Klasycznie wykonywany był przy użyciu taśm bawełnianych o długości około 45 cm, nazywanych *neti* lub *sutraneti*. Jedną trzecią taśmy skręcano i zanurzano w wosku pszczelim, a następnie chłodzono, aby w efekcie otrzymać elastyczną wstęgę. Tę część wprowadzano do jednego z nozdrzy przy zrelaksowanym podniebieniu i opuszczonej żuchwie. Gdy jej koniec dochodził do tylnej ściany gardła, otwierano usta i, pociągając palcami, wyciągano na zewnątrz całą nawoskowaną część taśmy przez jamę ustną. Drugą ręką chwytało wystający z nosa miękki koniec wstęgi i przeciągano ją w obie strony 10–15 razy. Po zakończeniu zabiegu usuwano taśmę przez usta, a po wypłukaniu jej w wodzie, powtarzano zabieg po przeciwnej stronie (ryc. 2). *Neti* należało stosować po *džala-kapālabhāti*, czyli po płukaniu nosa.

Od czasu rewolucji przemysłowej w XIX wieku środowisko człowieka ulega coraz większemu zanieczyszczeniu. Do atmosfery



Ryc. 2. Technika zabiegu *sutraneti kapālabhāti*, czyli oczyszczanie jamy nosa i zatok przynosowych powietrzem przy użyciu odpowiedniej techniki oddychania – jogini wykonywali ten zabieg jako trzeci i ostatni

emitowane są niezliczone ilości pyłów, dymów, spalin samochodowych i gazów, takich jak tlenki siarki, tlenki azotu czy chlor. W 1895 r. w *British Medical Journal* opisano „nos cywilizowany” jako jeden z najbrudniejszych organów człowieka. Do utrzymania higieny jamy nosa zalecano zanurzanie twarzy w naczyniu z czystą, zimną lub letnią wodą i delikatne wciąganie wody, a następnie wydmuchiwanie.

Od około 60 lat do szerokiego spektrum problemów cywilizacyjnych dopisano *sick building syndrome* – zespół objawów związanych z przebywaniem w wieżowcach z zamkniętymi na stałe oknami i sztucznym, wymuszonym systemem wentylacji. Pracownicy tych budynków zauważalnie często zgłaszają takie dolegliwości, jak suchość gardła, śluzowy katar, swędzenie i podrażnienie błony śluzowej nosa, uczucie blokady nosa i bóle głowy. Wśród etiologicznych czynników tych dolegliwości wymienia się mikroorganizmy, zanieczyszczenia chemiczne oraz mikroklimat panujący w zamkniętych pomieszczeniach. Z reguły temperatura i wilgotność powietrza wewnątrz sztucznie wentylowanych budynków jest stała (Berardi i in., 1991; Rios i in., 2009; Erdmann i Apte, 2004). Przypuszcza się, że przyczyną dolegliwości pracujących w nich ludzi jest nieprawidłowo funkcjonujący system dostarczania powietrza bądź niedostateczna lub niewłaściwa wentylacja, sprawiająca, że zbyt mała ilość powietrza jest wtłaczana z zewnątrz. Dotychczas brak dostatecznych podstaw naukowych do twierdzenia, że przebywanie w pomieszczeniach z wymuszonym systemem wentylacji wpływa na samopoczucie ludzi, a formułowane na ten temat hipotezy wymagają potwierdzenia w badaniach naukowych (Mendell i Fine, 1994; Abbritti i Muzi, 2006), niemniej jednak objawy związane z suchością błony śluzowej nosa, takie jak swędzenie, podrażnienie czy zasychanie wydzieliny w jamach nosa, zgłasza także m.in. personel

pokładowy samolotów oraz pasażerowie linii lotniczych podczas długich rejsów. Również w tych przypadkach dolegliwości ze strony jam nosa wiąże się ze sztucznym systemem wentylacji.

Współcześnie płukanie jam nosa zaleca się w różnych schorzeniach błony śluzowej nosa. W przypadkach alergii jego znaczenie polega na oczyszczaniu powierzchni błony śluzowej nosa z alergenów. Krótszy okres stymulacji błony śluzowej alergenami zmniejsza objawy alergicznego nieżytu nosa. Oczyszczanie jam nosa zmniejsza również penetrację alergenów do dolnych dróg oddechowych. Jest to efekt odwrotny do zwiększonej penetracji alergenów, jaką obserwuje się po zastosowaniu leków zmniejszających obrzęk błony śluzowej nosa i hamujących kichanie. Wyniki badań cytologicznych pacjentów cierpiących na alergię wziewną stosujących płukanie jam nosa potwierdzają, że zabieg ten zmniejsza objawy choroby. Dowody na jego efektywność spowodowały, że międzynarodowe stowarzyszenie Allergy Foundation zdecydowało się rekomendować płukanie jam nosa fizjologicznym roztworem soli jako rutynową metodę stosowaną w leczeniu nieżytów nosa.

Aktualna wiedza medyczna nie pozwala na wyjaśnienie wszystkich patomechanizmów biorących udział w ostrym oraz przewlekłym zapaleniu zatok przynosowych (OZZP oraz PZZP). Jednakże w ciągu ostatnich 20 lat rozwój nauki w zakresie immunologii, histologii oraz biologii molekularnej umożliwił zrozumienie różnych procesów uczestniczących w patogenezie tych chorób. Niewątpliwie w OZZP znaczenie ma obrzęk błony śluzowej wywołany przez mediatory stanu zapalnego oraz obfita sekrecja wydzieliny początkowo surowiczej, później śluzowej. Przy tych objawach celowe staje się wspomaganie klirensu śluzowo-rzęskowego, którego zadaniem jest oczyszczanie błony śluzowej nosa z zalegającego śluzu, aby przyspieszyć powstanie odpowiednich warunków do ustąpienia stanu zapalnego (Fokkens i in., 2012).

W PZZP jednym z elementów stymulujących rozwój procesu chorobowego jest upośledzony transport śluzowo-rzęskowy. Dysfunkcja ta prowadzi do spowolnienia naturalnego procesu oczyszczania jam nosa i zatok przynosowych z zalegających zanieczyszczeń oraz takich patogenów, jak bakterie i wirusy. W konsekwencji regeneracja nabłonka jest upośledzona, a nakładające się na to nawracające miejscowe zakażenia stymulują przewlekły stan zapalny (Bachmann i in., 2000).

Od wielu lat chirurdzy operujący w obrębie jam nosa polecają po zabiegach ich płukanie, po-

nieważ stwarza ono korzystne warunki do prawidłowego przebiegu procesu gojenia, dzięki mechanicznemu usuwaniu skrzepów krwi i zalegającego śluzu.

Dotychczas brak jednolitego poglądu co do optymalnego składu i stężenia roztworu do płukania jam nosa. Z reguły stosuje się 0,9% roztwór chlorku sodu, określany jako fizjologiczny (izotoniczny) roztwór soli lub sól fizjologiczna. W przypadku PZZP badania kliniczne wykazują dużo większą skuteczność hipertonicznych roztworów soli. Niezależnie od stężenia poleca się roztwory soli morskiej, roztwory naturalnej solanki mineralnej wydobywanej z dużych głębokości lub płyn wieloelektrolitowy. Rozważa się wzbogacanie płynów do płukania dodatkowymi substancjami działającymi leczniczo i wspomagająco. Osobnym problemem jest buforowanie płynu w celu uzyskania odpowiedniej alkaliczności, czyli stężenia jonów wodorowych (pH).

ROZTWORY STOSOWANE DO PŁUKANIA JAM NOSA

Roztwory izotoniczne

Izotoniczne roztwory soli znalazły zastosowanie w płukaniu jam nosa u chorych na alergiczny nieżyt nosa. Poprzez mechaniczne oczyszczanie jam nosa izotoniczny płyn usuwa alergeny i substancje drażniące, co wpływa na osłabienie objawów (Ural i in., 2009).

Nuutinen i współpracownicy przeprowadzili badania w grupie 93 osób, w tym chorych na przewlekłe alergiczne atroficzne lub suche zapalenie błony śluzowej nosa, ozenę, przewlekłe zapalenie zatok przynosowych i polipy nosa oraz pacjentów po operacjach w obrębie jamy nosowej. Badani stosowali roztwór soli fizjologicznej dozowany za pomocą pompki. Zmniejszenie objawów ze strony nosa zgłosiło 85 chorych (91% badanych), a 22 (71%) chorych przyjmujących leki przeciwalergiczne (głównie glikokortykosteroidy donosowe) podało dodatkowo zwiększenie efektywności działania stosowanych zwykle leków. Badany roztwór skutecznie nawilżał atroficzną, suchą błonę śluzową nosa, „splukiwał” zaschniętą wydzielinę oraz odegrał wspomagającą rolę w leczeniu objawów uczuleniowych (Nuutinen i in., 1986).

Ural i współpracownicy oceniali wpływ płukania jam nosa roztworem izotonicznym i hipertonicznym na klirens śluzowo-rzęskowy u pacjentów z różnymi chorobami górnych dróg oddechowych. W ich badaniach wzięło udział 132 pacjentów, w tym 21 z alergicznym nieżytem nosa, 24 z ostrym zapaleniem zatok przynosowych, 42 z przewlekłym zapaleniem zatok przynosowych, a 45 pacjentów stanowiło grupę

kontrolną. Za pomocą testu sacharynowego u badanych oceniano klirens śluzowo-rzęskowy. Przed płukaniem jam nosa był on w grupach chorych spowolniony w porównaniu do grupy kontrolnej. Płukanie jam nosa roztworem hipertonicznym spowodowało przyspieszenie klirensu śluzowo-rzęskowego u pacjentów z przewlekłym zapaleniem zatok przynosowych. Natomiast stosowanie roztworu izotonicznego okazało się skuteczne u pacjentów z alergicznym nieżytem nosa i ostrym zapaleniem zatok przynosowych (Ural i in., 2009).

Holmström i współpracownicy przeprowadzili badania wśród 48 pracowników przemysłu drzewnego. Przed zastosowaniem izotonicznego roztworu soli morskiej do płukania jam nosa u wszystkich pracowników przeprowadzono badanie laryngologiczne, badanie szczytowej objętości wydechowej mierzonej przy wydechu przez nos (*nasal peak expiratory flow* – NPEF) i przez usta (*lung peak expiratory flow* – LPEF), badanie transportu śluzowo-rzęskowego oraz poproszono ich o wypełnienie ankiety objawów klinicznych. Na jej podstawie u 11 (23%) osób rozpoznano alergiczny nieżyt błony śluzowej nosa. U 22 (46%) osób stwierdzono objawy nadreaktywności błony śluzowej nosa, zdefiniowanej jako podrażnienie (kichanie, wodnisty wyciek, uczucie blokady nosa) w wyniku ekspozycji na dym, zapachy, czynniki dietetyczne lub klimatyczne. Połowa pracowników nie zgłaszała dolegliwości ze strony nosa. Badani płukali jamę nosa przez 3 tygodnie 4 razy dziennie sterylnym izotonicznym roztworem wody morskiej.

Ocenę stanu błony śluzowej w badanej grupie oraz badania NPEF i LPEF przeprowadzono ponownie po trzech tygodniach płukania jam nosa oraz po trzech tygodniach od jego zakończenia. Wykazano, że podczas stosowania izotonicznego roztworu soli morskiej u badanych nastąpiło zmniejszenie upośledzenia drożności nosa, swędzenia, kichania, spływania wydzieliny po tylnej ścianie gardła oraz zmniejszenie ilości wydzieliny. Transport śluzowo-rzęskowy uległ poprawie, a w grupie z rozpoznanymi w ankiecie objawami alergicznej choroby nosa stwierdzono zwiększenie NPEF. Wartości LPEF nie uległy zmianie w trakcie badań. Po zakończeniu badań 88% pracowników wyraziło chęć kontynuowania proponowanej metody leczenia. W grupie tej znaleźli się także pracownicy, którzy pierwotnie nie zgłaszali dolegliwości ze strony nosa. Autorzy uznali, że przedstawiciele tej grupy również mogli odczuwać dolegliwości, których co prawda nie wymienili w ankiecie, ale które uległy osłabieniu podczas leczenia (Holmstrom i in., 1997).

Taccariello i współpracownicy porównali stosowanie fizjologicznego roztworu chlorku sodu i izotonicznego roztworu soli morskiej w przewlekłym zapaleniu zatok przynosowych. Wykazali, że już samo płukanie jam nosa zmniejsza widoczne w badaniu endoskopowym objawy zapalenia błony śluzowej nosa i poprawia jakość życia osób cierpiących na to schorzenie. Zastosowanie soli fizjologicznej znacznie poprawiło stan błony śluzowej nosa oceniany w badaniu endoskopowym, natomiast pacjenci stosujący roztwór soli morskiej zgłaszali istotną poprawę jakości życia (Taccariello i in., 1999).

Zauważono, że stosowanie izotonicznych roztworów soli zmniejsza stężenie mediatorów zapalnych w błonie śluzowej nosa, takich jak histamina oraz leukotrien C₄. Sprzyja także zachowaniu lepszej kontroli chorób alergicznych, zwłaszcza alergicznego nieżytu nosa (Ural i in., 2009; Georgitis, 1994). Dodatkowo długotrwałe stosowanie fizjologicznego roztworu soli zmniejsza częstość zakażeń górnych dróg oddechowych oraz zapobiega typowym objawom przeziębienia (Tano i Tano, 2004; Slapak i in., 2008).

Izotoniczne stężenie soli jest fizjologiczne dla błony śluzowej górnych dróg oddechowych, toteż przedłużone stosowanie zabiegów płukania nie pociąga za sobą negatywnych konsekwencji, a wręcz przeciwnie – może korzystnie wpływać na stan błony śluzowej nosa. Warto zwrócić uwagę, że płukanie jam nosa znajduje zastosowanie u osób skarżących się na suchość błony śluzowej nosa, zwłaszcza w sezonie grzewczym. Wykazano, że zmniejsza dolegliwości osób pracujących w nowoczesnych biurach, personelu pokładowego i pasażerów samolotów, a także osób pracujących w zapylnym środowisku (Krzeski, 2004).

Roztwory hipertoniczne

Zastosowanie hipertonicznych roztworów soli do płukania jam nosa wpływa korzystnie na aktywność rzęsek nabłonka górnych dróg oddechowych poprzez aktywację wydzielania przez komórki prostaglandyn E₂ (PGE₂) oraz neuropeptydu P, które stymulują ruch rzęsek. Dodatkowo stężony roztwór soli przyczynia się do uwolnienia wapnia (Ca²⁺) z retikulum endoplazmatycznego, który zwiększając dostępność ATP dla rzęsek, poprawia ich ruchomość, a tym samym przyspiesza transport śluzowo-rzęskowy (Daviskas i in., 1996; Garavello i in., 2003; Ural i in., 2009). W efekcie hipertoniczne roztwory regulują oczyszczanie błony śluzowej, przyczyniają się do usuwania antygenów oraz mediatorów stanu zapalnego, wpływają na biofilm bakteryjny,

usprawniają regenerację nabłonka oraz zmniejszają stan zapalny, poprawiając w ten sposób stan błony śluzowej chorego, a tym samym przyspieszając proces leczenia (Talbot i in., 1997; Brown i Graham, 2004; Ural i in., 2009).

Ważnym działaniem hipertonicznych roztworów soli jest zmniejszanie obrzęku błony śluzowej na drodze dyfuzji wywołanej różnicą gradientów osmolarnych po zastosowaniu stężonych roztworów (Talbot i in., 1997).

Talbot i współpracownicy opisali badanie kliniczne śluzowo-rzęskowego mierzonego za pomocą testu sacharynowego u 21 niepalących ochotników, którzy nie przebywali w zadymionych pomieszczeniach, nie mieli objawów alergii, nie przyjmowali leków sympatykomimetycznych, parasympatykomimetycznych ani przeciwhistaminowych. Test sacharynowy powtórzono u nich po zastosowaniu 0,9% lub 3% roztworu soli (oba roztwory były buforowane do pH 7,6), a następnie procedurę powtórzono jeszcze raz – innego dnia, z roztworem alternatywnym. Doświadczenie wykazało, że u 15 (71%) badanych po zastosowaniu hipertonicznego (3%) roztworu soli czas testu sacharynowego uległ skróceniu, natomiast zastosowanie roztworu izotonicznego (0,9%) poprawiło sprawność transportu śluzowo-rzęskowego tylko u 10 (48%) badanych. Procentowe skrócenie czasu testu sacharynowego to, odpowiednio, 17% i 2% po użyciu hipertonicznego i izotonicznego roztworu soli. Autorzy doszli do wniosku, że chorzy na przewlekłe zapalenie zatok przynosowych (także po operacjach w obrębie zatok) powinni korzystać z hipertonicznego roztworu soli do płukania jam nosa, natomiast chorzy na inne schorzenia błony śluzowej nosa mogą odnieść korzyści, stosując fizjologiczny roztwór soli. Do rozważenia pozostawili kwestię wpływu alkaliczności stosowanych roztworów na transport śluzowo-rzęskowy (Talbot i in., 1997).

Boek i współpracownicy badali *in vitro* wpływ stężenia roztworów soli na częstotliwość ruchu rzęsek. Fragmenty prawidłowej błony śluzowej nosa pobrano do badania podczas operacji przysadki mózgowej z dojścia przez zatokę klinową. Po pobraniu materiał przepłukiwano i przechowywano w roztworze Locke'a-Ringera, który nie ma wpływu na CBF. Częstotliwość ruchu rzęsek mierzono metodą fotoelektryczną opisaną przez Ingelsa i współpracowników wyjściowo w roztworze Locke'a-Ringera, a także w 0,9, 7,0 i 14,4% roztworach soli. Autorzy wykazali, że 0,9% (fizjologiczny) roztwór soli i 14,4% roztwór soli nieodwracalnie hamują ruch rzęsek. Zasugerowali, że fizjologicznego roztworu soli nie powinno się stosować ani do badań nad transportem śluzowo-

-rzęskowym w grupie kontrolnej, nawet w charakterze rozpuszczalnika, ani jako preparatu do płukania jam nosa. Roztwór 7% soli powodował odwracalne zahamowanie ruchu rzęsek, dlatego też jako jedyny został zarekomendowany dla chorych na astmę i mukowiscydozę. Rozbieżność między wynikami tych badań a pozytywnymi efektami stosowania soli fizjologicznej we wcześniejszych badaniach u chorych na przewlekłe zapalenie zatok przynosowych i inne choroby błony śluzowej nosa wynika prawdopodobnie raczej z korzystnego wpływu oczyszczania w procesie płukania jamy nosowej ze skrzepów i zalegającej wydzieliny niż z protekcyjnego wpływu soli fizjologicznej na transport śluzowo-rzęskowy (Boek i in., 1999; Ingels i in., 1991).

W badaniach przeprowadzonych przez Tamooka i współpracowników pacjenci stosowali roztwór sporządzany w warunkach domowych według następującej recepty: 250 ml wody z kranu zmieszanej z solą stołową w ilości około połowy łyżeczki do herbaty. Temperaturę wody, ilość dodawanej soli oraz ciśnienie podawania każdy pacjent regulował indywidualnie, zależnie od własnej wygody i komfortu. Hipertoniczny roztwór stosowano 2 razy dziennie przez 3–6 tygodni. W badanej grupie, liczącej 211 osób, autorzy zanotowali korzystny wpływ takiego leczenia u 76% pacjentów. Polegał on na zmniejszeniu nasilenia 23 spośród 30 badanych objawów, do których należały: przekrwienie błony śluzowej nosa, wydzielina z nosa, wydzielina spływająca po tylnej ścianie gardła, uczucie ograniczenia drożności nosa, świąd nosa i oczu, częste bóle głowy i twarzy, zaburzenia węchu, kaszel, zaburzenia snu i ogólny stres. Stwierdzone objawy niepożądane to: podrażnienie nosa, uczucie dyskomfortu i ból podczas aplikacji, otalgia oraz gromadzenie się roztworu w zatokach przynosowych, wymagające w konsekwencji drenażu (Tomooka i in., 2000).

Stosowanie hipertonicznych roztworów soli do płukania jam nosa pozwala osłabić takie objawy związane ze stanem zapalnym, jak: ból w rzucie zatok przynosowych, ból głowy, uczucie pulsowania, niedrożność nosa, nadmierna ilość wydzieliny w nosie. Pacjenci zgłaszają także poprawę jakości życia. Dodatkowym, ważnym aspektem stosowania stężonych roztworów soli jest obserwowane zmniejszenie stosowania antybiotyków i donosowych glikokortykosteroidów oraz poprawa ogólnego stanu zdrowia (*health status score*) (King i in., 2015; Papsin i McTavish, 2003; Rabago i in., 2002; Ural i in., 2009; Ślapak i in., 2008).

W wielu badaniach zajmowano się porównaniem rodzajów soli stosowanych do sporządzania roztworu do płukania jam nosa. Po ich analizie

można stwierdzić, że w porównaniu do chlorku sodu większą efektywność wykazywały roztwory solanek z Morza Martwego oraz sól emska (Friedman i in., 2012; Bachmann i in., 2000; Friedman i in., 2006).

Roztwory buforowane

Wpływ stężenia jonów wodorowych na ruchy rzęsek i transport śluzowo-rzęskowy jest nadal dyskutowany. Van de Donk i współpracownicy udowodnili, że rzęski zarodków kurzych i nabłonka tchawicy szczura poruszają się prawidłowo w pH pomiędzy 7,0 a 10,0 (van de Donk i in., 1980). Clary-Meinesz i współpracownicy wykazali, że u człowieka pH od 3,5 do 10,5 nie powoduje nieodwracalnych zaburzeń ruchu rzęsek nabłonka oddechowego. W swoim doniesieniu sugerowali, że dla prawidłowej częstości ruchu rzęsek korzystne jest pH zasadowe (Clary-Meinesz i in., 1998), co znalazło potwierdzenie w badaniach przeprowadzonych przez Luka i Dulfano, w których stwierdzono, że optymalne dla ruchu rzęsek jest pH pomiędzy 7,0 a 7,9 (Luk i Dulfano, 1983). Także Homer i współpracownicy zajmowali się wpływem stężenia jonów wodorowych w hipertonicznym roztworze soli do płukania jam nosa na częstość ruchu rzęsek. W ich badaniach, w których stosowano roztwór niebuforowany i buforowany do pH 8,0, nie stwierdzono różnic w transporcie śluzowo-rzęskowym (Homer i in., 1999). Talbot i współpracownicy uważają, że optymalne dla ruchu rzęsek pH płynu do płukania jam nosa wynosi 7,6. Roztwory o tej warto-

ści pH wpływają mukolitycznie, upłynniają wydzielinę, co dodatkowo ułatwia oczyszczanie błony śluzowej. Prawdopodobnie zasadowy odczyn płynu do płukania jam nosa wpływa na utrzymanie odpowiedniej grubości „fazy sol” śluzu pokrywającego błonę śluzową (Talbot i in., 1997). Dodanie do roztworu zasady, którą jest soda oczyszczona, zwiększa pH, w pewien sposób buforując roztwór. Rabago i współpracownicy podkreślają wysoką efektywność zbuforowanych roztworów soli, które uzyskali, dodając do nich sodu oczyszczonej (Rabago i in., 2002).

Bonnomet i współpracownicy porównywali wpływ roztworów izotonicznych o różnym pH i różnej zawartości jonów na częstotliwość ruchu rzęsek (CBF) oraz na szybkość gojenia się ran nabłonka (*wound repair speed* – WRS). Badania przeprowadzili w warunkach *in vitro*, w których nabłonek błony śluzowej nosa poddawano działaniu: 0,9% roztworu soli o pH 5,21, izotonicznego nierozcieńczonego roztworu wody morskiej o pH 7,9 oraz rozcieńczonego roztworu wody morskiej o pH 7,28. W tabeli 1 przedstawiono CBF po 4–6 dniach stosowania odpowiednich roztworów.

W swoich badaniach autorzy oceniali również szybkość gojenia się ran nabłonka. Otrzymane wyniki przedstawia tabela 2.

Na podstawie powyższych wyników autorzy stwierdzili, że fizykochemiczne cechy roztworu, takie jak pH i osmolarność, mają znaczenie, gdyż determinują efektywność roztworu stosowanego do płukania jam nosa. Wykazali, że większą

Tabela 1. Częstotliwość ruchu rzęsek w zależności od zastosowanego roztworu (Bonnomet i in., 2016)

Zastosowany roztwór	pH	Częstotliwość ruchu rzęsek – CBF
Izotoniczny 0,9% roztwór soli	5,21	11,16 Hz
Nierozcieńczony roztwór wody morskiej	7,9	13,83 Hz
Rozcieńczony roztwór wody morskiej	7,28	12,61 Hz
Wartość średnia		12,80 Hz

Tabela 2. Szybkość gojenia się ran nabłonka w zależności od zastosowanego roztworu (Bonnomet i in., 2016)

Zastosowany roztwór	pH	Szybkość gojenia się ran – WRS
Izotoniczny 0,9% roztwór soli	5,21	5036,18 $\mu\text{m}^2/\text{h}$
Nierozcieńczony roztwór wody morskiej	7,9	74793,38 $\mu\text{m}^2/\text{h}$
Rozcieńczony roztwór wody morskiej	7,28	49237,74 $\mu\text{m}^2/\text{h}$
Wartość średnia		69825,18 $\mu\text{m}^2/\text{h}$

skutecznością cechują się nierozcieńczone roztwory o zasadowym pH w porównaniu do roztworów soli o pH 5,21 (Bonnomet i in., 2016).

Roztwory wzbogacane

Middleton i współpracownicy badali klirens śluzowo-rzęskowy za pomocą testu sacharynowego w grupie 12 chorych na mukowiscydozę i w 12-osobowej grupie kontrolnej przed i po zastosowaniu w nebulizacji soli fizjologicznej albo roztworu amiloridu (leku o udowodnionym wpływie na płucny klirens śluzowo-rzęskowy). Przeprowadzona próba była podwójnie ślepa. Celem badań było określenie, czy zastosowany powierzchniowo amilorid ma wpływ na klirens śluzowo-rzęskowy. Badacze nie wykazali wpływu tego preparatu na transport śluzowo-rzęskowy, natomiast udowodnili, że roztwór soli podany w nebulizacji znacząco poprawia transport śluzowo-rzęskowy zarówno u osób zdrowych, jak i chorych (Middleton i in., 1993).

W Nasal Dysfunction Clinic Uniwersytetu Kalifornijskiego roztwór soli z tobramicyną zaleca się rutynowo i obowiązkowo do płukania jam nosa po operacji zatok przynosowych u pacjentów z przewlekłym ich zapaleniem w przebiegu mukowiscydozy oraz w celu zahamowania wzrostu bakterii z rodzaju *Pseudomonas* (Davidson i in., 1995).

Unal i współpracownicy przeprowadzili badania porównujące wpływ płukania jam nosa 0,9% roztworem chlorku sodu i roztworem Ringer lactate, także w fizjologicznym stężeniu, na transport śluzowo-rzęskowy u pacjentów ze skrzywieniem przegrody nosa zakwalifikowanych do leczenia operacyjnego. Roztwory stosowano za pomocą atomizera 4 razy dziennie przez 3 tygodnie. Transport śluzowo-rzęskowy oceniano za pomocą testu sacharynowego przed i po septoplastyce. Uległ on poprawie po leczeniu operacyjnym w grupie stosującej roztwór Ringer Lactate (Unal i in., 2001).

Skuteczność stosowania płukania jam nosa roztworami z dodatkiem leków przeciwgrzybiczych nie jest do dzisiaj odpowiednio poznana. Dwa najważniejsze badania, przeprowadzone przez Ponikaua i współpracowników oraz Rocchetti i współpracowników, dotyczące stosowania do płukania jam nosa amfoterycyny B, donoszą o skuteczności takiego postępowania, ale zostały przeprowadzone bez odpowiedniej grupy kontrolnej (Ponikau i in., 2002; Ricchetti i in., 2002). Kuhn i Swain przypominają, że amfoterycyna B w roztworze soli ma niestabilną strukturę (Kuhn i Swain, 2003).

Przesłanką do stosowania roztworu soli morskiej wzbogaconego jonami miedzi do płukania

jam nosa są obserwacje zaburzeń odporności stwierdzane u chorych z niedoborem miedzi. Percival podaje, że niedostateczne stężenie miedzi powoduje niedobory stężenia interleukiny 2, co wiąże się ze zmniejszoną zdolnością do proliferacji limfocytów T. Przy znacznych niedoborach miedzi liczba granulocytów obojętnochłonnych maleje, a ich zdolność do wytwarzania nadtlenków i zabijania sfagocytowanych mikroorganizmów jest upośledzona (Percival, 1998).

SPOSOBY PŁUKANIA JAM NOSA

Obecnie dostępnych jest wiele sposobów płukania jam nosa, które różnią się skutecznością, a w każdym z nich można wskazać zarówno zalety, jak i wady.

Sposób płukania jam nosa powinien być dobierany indywidualnie, w zależności od stopnia zaawansowania schorzenia. Wybierając metodę, należy brać pod uwagę także możliwości finansowe pacjenta.

Stosowane metody można podzielić ze względu na ciśnienie wytwarzane podczas aplikacji roztworu do jam nosa oraz ze względu na objętość stosowanego płynu (tabela 3). Większość autorów zalicza płukanie jam nosa z użyciem nebulizatora do osobnej grupy (Brown i Graham, 2004).

Tabela 3. Podział sposobów płukania jam nosa ze względu na wytwarzane ciśnienie oraz stosowane objętości roztworu (Adam i in., 1998; Djupesland, 2013; Brown i Graham, 2004)

Ciśnienie	Objętość roztworu
Dodatnie (wysokie)	duża: <ul style="list-style-type: none"> ● irygator – urządzenie wytwarzające pulsy strumienia
	mała: <ul style="list-style-type: none"> ● spray
Dodatnie (niskie)	duża: <ul style="list-style-type: none"> ● dzbanek <i>neti</i> ● plastikowa elastyczna butelka (<i>squeeze bottle</i>) ● podawanie płynu przez włożoną do nosa końcówkę drenu (metoda Preca) ● strzykawka do płukania
	mała: <ul style="list-style-type: none"> ● krople

Najefektywniejsze okazują się metody z użyciem dużej objętości płynu. Najgorzej w ocenie wypada irygacja przy użyciu nebulizatora, kropli do nosa oraz aerozoli z małą dawką objętości (Brown i Graham, 2004; Adam i in., 1998; Olson i in., 2002).

W praktyce najczęściej używa się elastycznych butelek (*squeeze bottle*), które umożliwiają wprowadzenie płynu pod dodatnim ciśnieniem. Zwrócono uwagę, że elastyczne butelki dość łatwo ulegają zanieczyszczeniu różnymi patogenami z jam nosa ze względu na możliwość wstecznego zasysania roztworu podczas płukania (Welch i in., 2009; Keen i in., 2010). Z tego powodu zaleca się częste ich zmienianie. Ważne jest również, aby butelki te były przechowywane osuszone, bez zalegania w nich resztek płynu.

Jednym ze sposobów dostarczania dużej objętości roztworu soli do jam nosa jest zastosowanie dzbanka *neti*. Wykorzystywane podczas jego użycia zjawisko grawitacji umożliwia wprowadzenie roztworu do jam nosa bez wytwarzania wysokiego ciśnienia. Zaletą tej metody jest możliwość dezynfekowania naczynia i utrzymywania go w czystości.

Warto wspomnieć o jeszcze jednej metodzie, która nie wymaga kupna żadnego dodatkowego urządzenia, mianowicie o płukaniu jam nosa przy wykorzystaniu ujemnego ciśnienia. Zaleca się pacjentowi nabranie roztworu soli na dłońową powierzchnię ręki, a następnie zanurzenie w nim nosa i energiczne wciąganie powietrza przy zamkniętym jednym nozdrzu. Takie postępowanie spowoduje wytworzenie ujemnego ciśnienia w jamie nosa oraz aspirację płynu. Wadą tej metody jest brak możliwości kontroli ilości oraz dróg rozprzestrzeniania się roztworu, gdyż podciśnienie wytwarzane w jamach nosa może się różnić, wskutek czego roztwór może się rozprzestrzeniać asymetrycznie.

Opisane powyżej metody płukania jam nosa z użyciem dużych objętości roztworu w różnym stopniu umożliwiają penetrację płynu do zatok szczękowych, czołowych oraz sitowych, jednak żadna z nich nie zapewnia płukania zatoki klinowej (Brown i Graham, 2004).

W Klinice Otorynolaryngologii Wydziału Lekarsko-Dentystycznego Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego zalecamy w opiece pooperacyjnej początkowo płukanie jam nosa dwa razy dziennie z użyciem elastycznej butelki wytwarzającej ciśnienie dodatnie. Zbyt wczesne wdrożenie metody z ciśnieniem dodatnim może traumatycznie wpływać na błonę śluzową nosa, mimo to procedura ta jest stosowana, gdyż korzyści z płukania jam nosa przewyższają możliwe

działania niepożądane. Z naszych doświadczeń wynika, iż metoda ta jest skuteczna w oczyszczeniu nosa z zalegającego śluzu i skrzepów pooperacyjnych. W obserwacjach autorów pojawia się sporadycznie problem możliwej penetracji roztworu do ucha środkowego podczas płukania jam nosa przy użyciu elastycznych butelek. Większość pacjentów dobrze toleruje tę terapię, a podczas pooperacyjnych badań kontrolnych z użyciem endoskopii widoczny jest korzystny efekt jej stosowania.

Radiologiczne obrazowanie skuteczności irygacji jam nosa

Irygacja jam nosa usprawnia ruch rzęsek nabłonka oddechowego oraz ułatwia oczyszczenie jam nosa i zatok przynosowych z zalegającej wydzieliny. Jest zalecana w terapii przewlekłego zapalenia zatok przynosowych, a także w opiece pooperacyjnej. Niektórzy autorzy zalecają ją również w ostrym zapaleniu zatok przynosowych. O jej skuteczności decyduje rodzaj stosowanego roztworu oraz sposób jego aplikacji.

Olson i współpracownicy przeprowadzili badania na grupie zdrowych osób bez dolegliwości ze strony zatok przynosowych oraz górnych dróg oddechowych w wywiadzie ani innych schorzeń rynologicznych. Analizowali trzy sposoby wprowadzania roztworów soli do jam nosa:

- płukanie jam nosa z wykorzystaniem dodatniego ciśnienia przy użyciu plastikowej butelki,
- płukanie jam nosa z wykorzystaniem ujemnego ciśnienia poprzez wciąganie nosem roztworu z powierzchni dłońowej ręki,
- wprowadzanie roztworu soli do nosa za pomocą nebulizatora.

Do płukania jam nosa używano 40 ml izotonicznego, niejonowego, jodowego środka kontrastowego. Sprawdzano jego rozmieszczenie, posługując się trójwymiarową rekonstrukcją zatok przynosowych w tomografii komputerowej tuż po zastosowaniu irygacji. W celu zniwelowania naturalnego cyklu nosowego, przed badaniem podawano pacjentom do każdej jamy nosa fenylefrynę w aerozolu. Procedurę powtarzano co 24 godziny, aby dać czas na całkowite oczyszczenie błony śluzowej z wcześniej podanego środka kontrastowego. Pomiaru dokonywano przy zastosowaniu specjalnego programu obliczającego rozmieszczenie środka kontrastowego oraz objętość powietrza w jamach nosa. W przeprowadzonych badaniach najgorzej pod względem dystrybucji środka kontrastowego do zatok oceniono irygację nosa metodą nebulizacji.

Najmniej skuteczne okazało się płukanie zatok czołowych oraz klinowych, bez względu na metodę. Podczas płukania jamy nosa z wykorzystaniem ujemnego ciśnienia roztwór częściej docierał do komórek sitowych, jednak jego relokacja była asymetryczna. Natomiast płukanie jamy nosa z wykorzystaniem dodatniego ciśnienia okazało się najbardziej skuteczne w płukaniu zatok szczękowych, zapewniając także symetryczne rozmieszczenie płynu (Olson i in., 2002).

W badaniach Wormalda i współpracowników porównywano efektywność stosowania roztworów soli przy użyciu nebulizatora, sprayu oraz butelki elastycznej w pozycji na kolanach, z głową na podłodze. Rozmieszczenie płynu analizowano w obrazach radiologicznych. Najmniej skuteczne okazało się płukanie jamy nosa z wykorzystaniem małej objętości roztworu w nebulizacji oraz sprayu. Najefektywniejsze było płukanie jamy nosa i zatok szczękowych przy wykorzystaniu dużych objętości roztworu (Wormald i in., 2004).

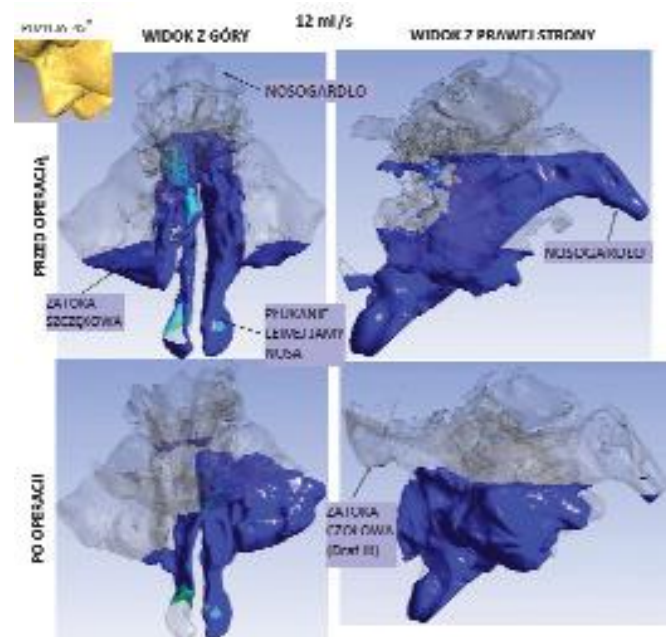
Snidvongs i współpracownicy przeprowadzili badania poświęcone ilościowej i jakościowej ocenie dystrybucji środka kontrastowego w jamach nosa po ich płukaniu. W badaniach wzięli udział chorzy na przewlekłe zapalenie zatok przynosowych leczeni do tej pory wyłącznie metodami zachowawczymi. Irygacje przeprowadzano roztworem aplikowanym pod ciśnieniem za pomocą strzykawki oraz roztworem w aerozolu. W celu wyeliminowania cyklu nosowego stosowano obustronnie 0,05% roztwór oksymetazolinę. Następnie do jednej jamy nosa podawano 40 ml roztworu za pomocą strzykawki, a do drugiej 10 ml roztworu za pomocą nosowego rozpylacza (aerozolu). W tych badaniach dystrybucja środka kontrastowego w zatokach przynosowych była bardzo niewielka. Autorzy podejrzewali, że mogło to być związane z odmiennościami w budowie anatomicznej bocznej ściany jamy nosa (nieodróżność kompleksów ujściowo-przewodowych zatok przynosowych), które uniemożliwiały dotarcie roztworu do zatok. Sugerowali również, że na penetrację płynu do zatok przynosowych może mieć wpływ ułożenie głowy pacjenta podczas płukania jamy nosa (Snidvongs i Chusakul, 2008).

Zhao i współpracownicy analizowali rozmieszczenie płynu przed operacją nosa i zatok przynosowych oraz po niej u pacjenta poddanego operacji mikrochirurgicznej nosa (obustronna nasoantrostomia środkowa, całkowita etmoidektomia, otwarcie zatoki klinowej oraz operacja zatok czołowych – Draf III). Autorzy dokładnie prześledzili, w jaki sposób płyn opłukuje zatoki, porównując wyniki otrzymane przed operacją oraz po niej przy użyciu metod numerycznych stosowanych

w obliczeniowej mechanice płynów (*computation fluid dynamics* – CFD) z trójwymiarową rekonstrukcją. Pacjentowi do każdej jamy nosa podano po 120 ml roztworu. Zastosowano zmienne warunki aplikacji – prędkość irygacji: 60 mL/s vs 12 mL/s oraz pochylenie głowy podczas płukania jamy nosa: 45° vs 90°.

Podczas płukania przed operacją zatoki czołowe w ogóle nie miały kontaktu z płynem do irygacji, niezależnie od ciśnienia podawanego płynu oraz stopnia pochylenia głowy. Po operacji typu Draf III lokalizacja płynu uległa diametralnej zmianie – opłukiwane były głównie zatoki czołowe, podczas gdy efektywność płukania zatok szczękowych i sitowych znacznie zmalała, co można było nieco skorygować, zwiększając nachylenie głowy badanego względem podłoża do 90°. Najprawdopodobniej było to związane z usunięciem fragmentu przegrody nosa w części górnej, co zmieniło trajektorię opłukiwania. Nie zaobserwowano dostatecznej penetracji płynu do zatoki klinowej (Zhao i in., 2016).

Podobne wnioski wyciągnęli Harvey i współpracownicy, którzy badali efektywność płukania jamy nosa i zatok przynosowych na zwłokach, przed operacją FESS (*functional endoscopic sinus surgery*) oraz po jej wykonaniu. Największą efektywność zaobserwowali przy płukaniu jamy nosa z użyciem dzbanka *neti* w porównaniu do użycia



Ryc. 3. Porównanie płukania zatok przynosowych przed operacją i po operacji. Źródło: Zhao K. i in., *Sinus irrigations before and after surgery – visualization through computational fluid dynamics simulations*. *Laryngoscope*, 2016, 126(3), s. 90-96

elastycznej butelki oraz sprayu. Ich obserwacje były podobne do obserwacji Zhao i współpracowników, którzy skonstatowali, że operacja zatok wpłynęła przede wszystkim na efektywność irygacji zatok czołowych (Harvey i in., 2008).

Żadne z przedstawionych badań nie były niestety wykonane na reprezentatywnie dużej grupie pacjentów. W trzech pierwszych badaniach kontrowersyjna była ocena płukania przy użyciu codziennie wykonywanej tomografii komputerowej, co wiązało się z bardzo dużą dawką napromieniowania. Trudno na podstawie powyższych badań sformułować nie pozostawiające wątpliwości zasady postępowania terapeutycznego wobec chorych z zapaleniem zatok przynosowych, ale można wysnuć pewne hipotezy. U pacjentów z PZZP, u których przyczyną choroby są odmienności w budowie anatomicznej bocznej ściany jamy nosa, wskazane jest przeprowadzenie czynnościowej operacji mikrochirurgicznej jamy nosa w celu umożliwienia prawidłowego oczyszczenia zatok z zalegającej wydzieliny. Operacja taka stwarza dostęp do światła zatok przynosowych dla preparatów farmakologicznych, które można aplikować w roztworach do płukania jamy nosa.

WPŁYW PŁUKANIA JAMY NOSA NA PRZEBIEG LECZENIA ZAPALEŃ ZATOK PRZYNOSOWYCH

Ostre zapalenie zatok przynosowych

W przypadku terapii pacjentów cierpiących na ostre zapalenie zatok przynosowych (OZZP) europejskie wytyczne (*European Position Paper on Rhinosinusitis and Nasal Polyps 2012* – EPOS 2012) podają w wątpliwość skuteczność płukania jamy nosa roztworami soli. Należy jednak zaznaczyć, że większość cytowanych w EPOS 2012 artykułów dotyczy badań z użyciem sprayów, a nie płukania jamy nosa większymi objętościami płynu (Fokkens i in., 2012). Wytyczne Amerykańskiej Akademii Otorynolaryngologii (AAO) z 2015 roku zalecają w przypadkach OZZP stosowanie buforowanych hipertonicznych roztworów soli (ok. 3%) (Rosenfeld i in., 2015).

Inanli i współpracownicy oceniali wpływ różnych stosowanych miejscowo preparatów na klirens śluzowo-rzęskowy u 60 pacjentów z ostrym bakteryjnym zapaleniem zatok przynosowych, których podzielono na 5 grup. Wszyscy oni przyjmowali doustnie 500 mg amoksycyliny z 125 mg kwasu klawulanowego. W pierwszej grupie, kontrolnej, nie stosowano dodatkowego leczenia, w grupie drugiej podawano glikokortykosteroid donosowo, w trzeciej – 0,05% oksymetazolinę, w czwartej – 3% roztwór soli, a w piątej – 0,9% roztwór soli. Badania trwały 3 tygodnie. Co tydzień

klirens śluzowo-rzęskowy oceniano za pomocą testu sacharynowego. Autorzy stwierdzili, że jedynie u pacjentów w dwóch grupach: w tej, w której stosowano oksymetazolinę, oraz w tej, w której stosowano 3% roztwór soli, doszło do poprawy klirensu śluzowo-rzęskowego (Inanli i in., 2002).

Opracowanie z bazy Cochrane z 2015 roku zawiera analizę badań dotyczących płukania jamy nosa z wykorzystaniem roztworów soli w ostrym zapaleniu górnych dróg oddechowych (King i in., 2015). Poniżej przedstawiono analizowane w opracowaniu badania.

Ślapak i współpracownicy przeprowadzili badania na grupie 401 dzieci w wieku od 6 do 10 lat z rozpoznaniem ostrym zapaleniem górnych dróg oddechowych, które zostały podzielone na dwie grupy:

- badaną, w której stosowano płukanie jamy nosa jako terapię wspomagającą,
- kontrolną, w której nie stosowano dodatkowej irygacji.

Do płukania jamy nosa użyto izotonicznego roztworu soli. Po zakończeniu badań w grupie badanej wytwarzanie wydzieliny w jamach nosa oraz niedrożność były mniejsze niż w grupie kontrolnej (średnia liczba punktów 1,79 vs 2,10 oraz 1,25 vs 1,58, odpowiednio). Badania trwały 12 tygodni, dzięki czemu oceniono również częstość nawrotów zakażeń górnych dróg oddechowych oraz innych dolegliwości, takich jak ból gardła, kaszel, katar – były one mniej nasilone w grupie badanej. W tabeli 4 przedstawiono dodatkowe parametry oceniane w badaniach Ślapaka i współpracowników.

Tabela 4. Zestawienie danych uzyskanych w grupie badanej oraz grupie kontrolnej w badaniach Ślapaka i współpracowników (King i in., 2015; Ślapak i in., 2008)

Parametr	Grupa badana vs grupa kontrolna
Stosowanie leków przeciwgorączkowych	9% vs 33%
Stosowanie leków obkurczających błonę śluzową	5% vs 47%
Stosowanie mukolityków	10% vs 37%
Stosowanie doustnych leków przeciwzapalnych	6% vs 21%
Czas trwania choroby	31% vs 75%
Nieobecność w szkole	17% vs 31%
Powikłania	8% vs 32%

Autorzy wykazali skuteczność stosowania płukania jamy nosa roztworem izotonicznym w ostrym zapaleniu górnych dróg oddechowych

u dzieci, albowiem terapia ta pomogła im szybciej zlikwidować objawy choroby oraz zmniejszyć ryzyko jej nawrotu w badanej grupie w porównaniu z grupą kontrolną (King i in., 2015).

Wang i współpracownicy oceniali wpływ płukania jam nosa izotonicznym roztworem soli na przebieg OZZP. W ich badaniach wzięło udział 69 dzieci w wieku od 3 do 12 lat, chorych na OZZP. W grupie kontrolnej zastosowano typowe leczenie OZZP, obejmujące doustne antybiotyki, mukolityki, a także miejscowo stosowane leki obkurczające błonę śluzową nosa. W grupie badanej oprócz podstawowej terapii OZZP zastosowano płukanie jam nosa jako leczenie uzupełniające. W wynikach grupy badanej zaobserwowano poprawę jakości życia pacjentów oraz poprawę szczytowego przepływu powietrza przez nos, a także osłabienie objawów OZZP (Wang i in., 2009; King i in., 2015).

Adam i współpracownicy badali zastosowanie hipertonicznego roztworu soli do płukania jam nosa u pacjentów z objawami przeziębienia. Celem ich obserwacji było stwierdzenie, czy takie leczenie zmniejszy dolegliwości lub skróci czas przebiegu zapalenia. Pacjentów podzielono na trzy grupy.

W pierwszej grupie zastosowano płukanie jam nosa hipertonicznym roztworem soli w sprayu 3 razy dziennie, w drugiej grupie – płukanie jam nosa izotonicznym roztworem soli w sprayu 3 razy dziennie. Pacjenci z trzeciej grupy, w której nie wykonywano żadnych procedur, stanowili grupę kontrolną.

Pacjenci codziennie wypełniali formularz dotyczący oceny dobrego samopoczucia. Oddzielny formularz, dotyczący objawów ze strony jam nosa, takich jak obrzęk błony śluzowej, wyciek z nosa, ból głowy, miał każdy pacjent wypełnić trzeciego dnia choroby oraz w dniu, kiedy uznał, że powrócił do zdrowia. W badaniach wzięły udział 143 osoby, ale tylko 119 osób uczestniczyło w nich do końca. Poszczególne grupy nie różniły się pod względem czasu trwania choroby. W tabeli 5 przedstawiono średnią liczbę dni dobrego samopoczucia badanych

Tabela 5. Porównanie skuteczności roztworów izotonicznego i hipertonicznego w stosunku do grupy kontrolnej

Terapia	Dobre samopoczucie	Objawy
Roztwór izotoniczny	9,2	3,7
Roztwór hipertoniczny	8,3	3,8
Grupa kontrolna	8,0	4,1

opracowaną na podstawie pierwszego formularza oraz średnią liczbę objawów opracowaną na podstawie drugiego formularza, wypełnionego przez pacjentów w trzecim dniu badania.

Poza powyższymi danymi podsumowanie badań ujawniło, że 32% osób stosujących roztwór hipertoniczny odczuwało pieczenie po płukaniu nosa, w porównaniu do 13% osób używających płynu fizjologicznego. Jedynie 44% osób stosujących hipertoniczny roztwór soli zadeklarowało, że użyłoby go ponownie. Autorzy wykazali, że hipertoniczny roztwór soli zastosowany do płukania jam nosa u chorych z ostrym zakażeniem górnych dróg oddechowych nie jest przez nich dobrze tolerowany. Natomiast roztwór izotoniczny zmniejsza objawy ze strony błony śluzowej nosa, skraca czasu trwania choroby oraz jest dobrze tolerowany przez chorych (Adam i in., 1998).

Przewlekłe zapalenie zatok przynosowych

W 2007 roku ukazał się w bazie Cochrane przegląd piśmiennictwa dotyczącego wpływu płukania jam nosa roztworami soli na objawy PZZP (Harvey i in., 2007). Analizowane w opracowaniu badania przedstawiono poniżej.

Rabago i współpracownicy oceniali wpływ płukania jam nosa hipertonicznym 2% roztworem soli na jakość życia, występowanie objawów PZZP i ilość zużywanych z powodu tej choroby leków. W ich badaniach pacjenci z grupy badanej płukali jamy nosa, stosując 150 ml hipertonicznego roztworu soli, natomiast grupa kontrolna nie stosowała żadnej terapii. Badania trwały 6 miesięcy. Ich uczestnicy z grupy badanej zgłaszali zmniejszenie liczby zaostrzeń PZZP, przebiegających z takimi objawami, jak: zatokowe bóle głowy, ucisk okolicy czołowej i blokada nosa. Stosowali mniej antybiotyków i aerozoli donosowych. Aż 91% badanych zgłosiło ogólną poprawę jakości życia, natomiast nikt nie zgłosił jej pogorszenia. Objawy uboczne były niewielkie i rzadkie. Pacjenci byli zadowoleni zarówno z metody, jak i efektów leczenia (Rabago i in., 2002).

Garavello i współpracownicy przeprowadzili badania z zastosowaniem hipertonicznego 3% roztworu soli do płukania jam nosa u dzieci. W grupie 10 pacjentów stosowano płukanie jam nosa przez 5 tygodni. Oprócz występowania objawów alergii, takich jak świąd nosa, wodnisty wyciek z nosa, blokada nosa i kichanie, oceniano także ilość zużytych leków przeciwhistaminowych. Od 3. tygodnia leczenia u dzieci stosujących hipertoniczny roztwór soli zaobserwowano zmniejszenie objawów alergii sezonowej i zmniejszenie ilości przyjmowanych leków przeciwhistaminowych (Garavello i in., 2003).

Dwa lata później ci sami autorzy przeprowadzili badania w grupie 44 dzieci. Oceniali wpływ stosowania hipertonicznego 3% roztworu do płukania jam nosa na objawy alergicznego nieżytu nosa. Grupa 22 pacjentów płukała jamy nosa 3 razy dziennie przez 7 tygodni, podczas gdy grupa kontrolna nie stosowała tej terapii. W badaniach brano pod uwagę takie objawy, jak: drożność nosa, wyciek wydzieliny z nosa, świąd nosa, zaczerwienienie oraz pieczenie oczu, a także ilość przyjmowanych doustnie leków przeciwhistaminowych. W trakcie badań dzieci nie zgłaszały niepożądanych skutków terapii. Po 6 tygodniach stwierdzono zmniejszenie nasilenia objawów w porównaniu do grupy kontrolnej, a po 5 tygodniach – zmniejszenie ilości przyjmowanych doustnie leków przeciwhistaminowych. Badania potwierdziły wcześniejsze wyniki autorów, świadczące o skuteczności stosowania hipertonicznego roztworu soli do płukania jam nosa (Garavello i in., 2005).

Heatley i współpracownicy przeprowadzili badania, których celem była ocena skuteczności hipertonicznego roztworu soli stosowanego do płukania jam nosa w grupie 150 pacjentów z objawami PZZP. Każdy pacjent stosował 2,7% roztwór soli przygotowywany przez siebie w domu z wody i gotowego do rozpuszczenia pakietu z chlorkiem sodu. W grupie pierwszej roztwór był aplikowany za pomocą strzykawki, w grupie drugiej – przy użyciu naczynia do płukania jam nosa. Grupa trzecia stosowała refleksoterapię – masaż polegający na uciskaniu wskazanych punktów na powierzchni dłoniowej palców rąk i powierzchni podeszwy palców nóg. We wszystkich grupach zaobserwowano ponad 70-procentową poprawę rozumianą jako zmniejszenie nasilenia objawów wymienionych w ankiecie wypełnianej przez uczestników na początku badania. Lepsze wyniki uzyskano u mężczyzn (84%) niż u kobiet (68%). Nieco gorsze wyniki uzyskano u palaczy (58%) w porównaniu do osób niepalących (76%). Autorzy zauważyli, że porównywalnie dobre efekty refleksoterapii i płukania jam nosa nie wykluczają skuteczności stosowania hipertonicznego roztworu soli w PZZP. Wyniki przedstawionych badań mogą sugerować złożony mechanizm powstawania dolegliwości w PZZP, w którym mogą odgrywać rolę takie czynniki, jak na przykład stres (Heatley i in., 2001).

W badaniach Rogkakou i wsp. 14 pacjentów z alergicznym nieżytem nosa podzielono na dwie grupy. W pierwszej grupie (badanej) pacjenci przyjmowali doustnie 10 mg cetyryzyny i 4 razy dziennie stosowali irygacje jam nosa hipertonicznym roztworem soli w sprayu, w drugiej grupie (kontrolnej) przyjmowali jedynie doustnie cetyry-

zynę. Badania trwały 4 tygodnie. Na podstawie otrzymanych wyników autorzy stwierdzili, iż uzupełnienie standardowej terapii płukaniem jam nosa powoduje zmniejszenie nasilenia objawów choroby i poprawę jakości życia (Rogkakou i in., 2005).

Bachmann i współpracownicy porównywali stosowanie hipertonicznego roztworu soli emskiej i soli fizjologicznej. Do badań zakwalifikowali pacjentów z objawami PZZP trwającymi co najmniej od sześciu miesięcy, u których dominującym objawem była upośledzona drożność nosa. Aby potwierdzić występowanie zmian w błonie śluzowej, pacjentkom wykonano przeglądowe badanie radiologiczne zatok przynosowych. Leczenie polegało na stosowaniu 200 ml roztworu soli emskiej lub soli fizjologicznej do płukania jam nosa za pomocą irygatora 2 razy dziennie przez 7 dni. Przeprowadzona próba była podwójnie ślepa. Ponadto chorym zezwolono na dodatkowe stosowanie soli fizjologicznej w aerozolu w zależności od potrzeb. Pacjenci z obu grup zgłosili poprawę drożności nosa, bez statystycznie istotnej różnicy pomiędzy grupami. Pacjenci, którzy stosowali fizjologiczny roztwór soli, częściej wymagali dodatkowych aplikacji aerozolu. Badania endoskopowe i kontrolne zdjęcia przeglądowe zatok przynosowych wykazały u nich poprawę stanu błony śluzowej, polegającą na zmniejszeniu nasilenia trzech objawów: zaczerwienienia, obrzęku oraz wytwarzania wydzieliny. Objawy te oceniano w skali od 1 do 6 (tabela 6 i 7). Przeprowadzone testy sacharynowe wykazały poprawę

Tabela 6. Porównanie skuteczności roztworów hipertonicznego oraz izotonicznego w obrazie endoskopowym w badaniach Bachmanna i współpracowników (Harvey i in., 2007)

Terapia	Zaczerwienienie	Obrzęk	Wytwarzanie wydzieliny
Roztwór izotoniczny	1,23	1,0	0,35
Roztwór hipertoniczny	1,05	1,15	0,74

Tabela 7. Porównanie skuteczności roztworów hipertonicznego oraz izotonicznego w obrazie radiologicznym w badaniach Bachmanna i współpracowników (Harvey i in., 2007)

Terapia	Zatoki czołowe	Zatoki szczękowe	Zatoki sitowe
Roztwór izotoniczny	0,18	0,76	1,06
Roztwór hipertoniczny	0,42	0,63	0,84

sprawności transportu śluzowo-rzęskowego. Wyniki rynomanometrii nie uległy zmianie po zastosowanym leczeniu. Autorzy podkreślali, że płukanie jam nosa zarówno roztworem soli fizjologicznej (0,9%), jak i roztworem soli emskiej (1,1%) jest skuteczne w zachowawczym leczeniu PZZP (Harvey i in., 2007).

Shoseyov i współpracownicy porównywali wpływ fizjologicznego roztworu soli (0,9% NaCl) i hipertonicznego roztworu soli (3,5% NaCl), stosowanych w postaci kropli donosowych u dzieci cierpiących na PZZP. W ich badaniach uczestniczyło 34 dzieci w wieku od 4 do 16 lat; 30 z nich ukończyło badania. Czworo dzieci (w tym troje stosujących roztwór hipertoniczny) przerwało badania ze względu na złą tolerancję kropli – uczucie pieczenia i swędzenia błony śluzowej nosa po zastosowaniu płynu. Oceny klinicznej dokonywano przed rozpoczęciem leczenia, a następnie co tydzień w trakcie stosowania płukania jam nosa oraz po 4 tygodniach od początku badań. Ponadto na początku badań i po 4 tygodniach leczenia oceniano stan błony śluzowej zatok szczękowych na podstawie wyników przeglądowego zdjęcia radiologicznego. Autorzy wykazali, że stosowanie roztworów soli w obu stężeniach spowodowało zmniejszenie ilości wydzieliny w jamach nosa oraz zmniejszenie spływania wydzieliny po tylnej ścianie gardła. U dzieci z grupy stosującej roztwór hipertoniczny dodatkowo zaobserwowano zmniejszenie nasilenia kaszlu i ograniczenie zmian zapalnych w błonie śluzowej zatok szczękowych. Krople hipertoniczne były gorzej tolerowane niż krople izotoniczne, ale po pierwszych 4 dniach objawy pieczenia i swędzenia w jamach nosa ustępowały i oba roztwory były przez dzieci dobrze tolerowane (Shoseyov i in., 1998).

W podsumowaniu obu badań stwierdzono, że nie znaleziono istotnej różnicy między hipertonicznym a izotonicznym roztworem soli, jeśli chodzi o ich pozytywny wpływ po zastosowaniu do płukania nosa u chorych na PZZP (Harvey i in., 2007).

W opublikowanych w 2012 roku wytycznych EPOS podkreśla się korzystny wpływ płukania jam nosa jako terapii uzupełniającej w PZZP (Fokkens i in., 2012). Zwraca się również uwagę na stosowanie odpowiedniej objętości płynu do płukania jam nosa. Pynnonen i współpracownicy porównywali efektywność płukania jam nosa w dwóch grupach: w grupie stosującej roztwór izotoniczny w sprayu oraz w grupie stosującej duże objętości roztworu izotonicznego wprowadzanego do jam nosa pod niskim ciśnieniem. Ich badania były randomizowane i wzięło w nich udział 127 pacjentów chorych na PZZP. Badacze

oceniali zmiany nasilenia objawów w skali SNOT-20 (Sino Nasal Outcome Test), częstotliwość objawów oraz zastosowanie farmakoterapii. Określone parametry analizowali 2, 4 oraz 8 tygodni po rozpoczęciu badań. W swoich badaniach wykazali, że stosowanie dużych objętości płynu do płukania jam nosa jest bardziej efektywne niż stosowanie roztworu w sprayu (Pynnonen i in., 2007).

W wytycznych EPOS 2012 znalazły się również zalecenia dotyczące stosowania płukania jam nosa po zabiegach operacyjnych u pacjentów z PZZP. Freeman i współpracownicy przeprowadzili badania w grupie 22 pacjentów po operacji zatok przynosowych. Wszyscy oni przez 6 tygodni stosowali płukanie jednej jamy nosa 3 razy dziennie, podczas gdy druga jama nosa nie była poddawana żadnym interwencjom. Po trzech tygodniach od rozpoczęcia badań w jamie nosa płukanej roztworem soli zaobserwowano mniejszą ilość wydzieliny, a także redukcję obrzęku błony śluzowej w porównaniu do niepłukanej jamy nosa. W badaniu rynologicznym dokonany 3 miesiące po operacji między jamami nosa nie stwierdzono różnicy w zakresie wymienionych objawów (Freeman i in., 2008).

Halderman i współpracownicy oceniali wpływ resekcji małżowiny nosowej środkowej (MNS) na dystrybucję do zatok przynosowych leków podawanych miejscowo w nebulizacji. Endoskopową operację zatok przeprowadzono na pięciu zwłokach. Przy użyciu nebulizatora podawano:

- fluoresceinę, przed operacją,
- zieleń brylantową, po częściowej resekcji MNS,
- błękit metylenowy, po resekcji całkowitej MNS.

Autorzy obserwowali większą penetrację stosowanych roztworów do zatoki czołowej i klinowej po resekcji częściowej i całkowitej MNS w porównaniu do rozmieszczenia płynu zastosowanego przed operacją. Natomiast dystrybucja płynu do zatoki szczękowej była największa po operacji całkowitej resekcji MNS (Halderman i in., 2016).

Autorzy wytycznych rekomendowanych przez Amerykańską Akademię Otorynolaryngologii (AAO) z 2015 roku zwracają uwagę, że nie można mylić stosowania do płukania jam nosa roztworów soli w sprayu ze stosowaniem dużych objętości roztworów. Według wytycznych AAO bardzo ważny jest wybór sposobu wprowadzania roztworów do jam nosa, ponieważ ma on wpływ na końcowe wyniki terapii. W wytycznych AAO, podobnie jak w wytycznych EPOS 2012, podkreśla się, że efektywniejsze w redukcji objawów

PZZP oraz polepszaniu jakości życia jest płukanie jam nosa większymi objętościami roztworu w porównaniu ze stosowaniem roztworów w postaci sprayu (Rosenfeld i in., 2015; van den Berg i in., 2014).

Van den Berg i współpracownicy zauważyli, iż brak doniesień naukowych o stosowaniu w płukaniu jam nosa większych objętości roztworów niż 150–200 ml (van den Berg i in., 2014). Warto podkreślić, że w opisywanych badaniach wielkość objętości podaje się w odniesieniu do jednej jamy nosa. W związku z tym zaleca się, aby nie przekraczać objętości 300–400 ml do płukania obu jam nosa.

PODSUMOWANIE

Płukanie jam nosa odgrywa istotną rolę w leczeniu zapalenia zatok przynosowych. Aktualne doniesienia naukowe wykazują skuteczność terapeutyczną płukania jam nosa roztworem izotonicznym w przypadkach ostrego zapalenia zatok przynosowych oraz potwierdzają efektywność stosowania roztworów hipertronicznych u chorych na przewlekłe zapalenie zatok przynosowych. Aplikowane do jam nosa roztwory soli zmniejszają gęstość wydzieliny, usprawniają transport śluzowo-rzęskowy, ułatwiają mechaniczne usuwanie patogenów oraz mediatorów stanu zapalnego, a także zmniejszają obrzęk błony śluzowej jam nosa.

Obecnie prowadzi się również badania skupiające się na dobraniu odpowiedniej objętości do płukania jam nosa. Wyniki bezdyskusyjnie wskazują na największą efektywność dużych objętości roztworu. Zastosowanie większej objętości płynu zapewnia jego lepszą penetrację do zatok przynosowych, a tym samym większą skuteczność stosowanej procedury.

Płukanie jam nosa może być elementem higieny osobistej. Codzienne płukanie jam nosa izotonicznym roztworem soli może być korzystne jako postępowanie przeciwdziałające skutkom zanieczyszczenia powietrza, którym oddychamy. Szczególne korzyści mogą z niego odnieść osoby żyjące/pracujące w pomieszczeniach z wymuszonym systemem wentylacji. Płukanie jam nosa izotonicznym roztworem soli nawilża błonę śluzową, przez co likwiduje nadmierną suchość, często odczuwaną w sezonie grzewczym oraz zgłaszaną przez osoby przebywające w klimatyzowanych pomieszczeniach.

Na rynku dostępny jest szeroki asortyment akcesoriów do płukania jam nosa. W zależności od potrzeb oraz możliwości finansowych pacjentów, można im zaproponować odpowiedni i dogodny dla nich sposób płukania. Zindywidualizowanie terapii daje możliwość stosowania nie tylko pożądanej objętości, lecz także odpowiedniego stężenia roztworu. Takie postępowanie pozwoli zmniejszyć działania niepożądane płukania jam nosa oraz zwiększyć jego efektywność. ●

PIŚMIENNICTWO

- ABBRITTI G. i MUZI G. (2006) Indoor air quality and health in offices and other non-industrial working environments. *Med. Lav.* 97, 410-417.
- ADAM P., STIFFMAN M. i BLAKE R.L., JR. (1998) A clinical trial of hypertonic saline nasal spray in subjects with the common cold or rhinosinusitis. *Arch. Fam. Med.* 7, 39-43.
- BACHMANN G., HOMMEL G. i MICHEL O. (2000) Effect of irrigation of the nose with isotonic salt solution on adult patients with chronic paranasal sinus disease. *Eur. Arch. Otorhinolaryngol.* 257, 537-541.
- BERARDI B.M., LEONI E., MARCHESINI B., CASCELLA D. i RAFFI G.B. (1991) Indoor climate and air quality in new offices: effects of a reduced air-exchange rate. *Int. Arch. Occup. Environ. Health.* 63, 233-239.
- BOEK W.M., KELES N., GRAAMANS K. i HUIZING E.H. (1999) Physiologic and hypertonic saline solutions impair ciliary activity *in vitro*. *Laryngoscope* 109, 396-399.
- BONNOMET A., LUCZKA E., CORAUX C. i DE GABORY L. (2016) Non-diluted seawater enhances nasal ciliary beat frequency and wound repair speed compared to diluted seawater and normal saline. *Int. Forum Allergy Rhinol.* 6, 1062-1068.
- BROWN C.L. i GRAHAM S.M. (2004) Nasal irrigations: good or bad? *Curr. Opin. Otolaryngol. Head Neck Surg.* 12, 9-13.
- CLARY-MEINESZ C., MOUROUX J., COSSON J., HUITOREL P. i BLAIVE B. (1998) Influence of external pH on ciliary beat frequency in human bronchi and bronchioles. *Eur. Respir. J.* 11, 330-333.
- DAVIDSON T.M., MURPHY C., MITCHELL M., SMITH C. i LIGHT M. (1995) Management of chronic sinusitis in cystic fibrosis. *Laryngoscope* 105, 354-358.
- DAVISKAS E., ANDERSON S.D., GONDA I., EBERL S., MEIKLE S., SEALE J.P. i BAUTOVICH G. (1996) Inhalation of hypertonic saline aerosol enhances mucociliary clearance in asthmatic and healthy subjects. *Eur. Respir. J.* 9, 725-732.
- DJUPESLAND P.G. (2013) Nasal drug delivery devices: characteristics and performance in a clinical perspective a review. *Drug Deliv. Transl. Res.* 3, 42-62.
- ELIADE M. (1997) Joga. Nieśmiertelność i wolność. PWN, Warszawa. 244-245.

- ERDMANN C.A. i APTE M.G. (2004) Mucous membrane and lower respiratory building related symptoms in relation to indoor carbon dioxide concentrations in the 100-building BASE dataset. *Indoor. Air.* 14 Suppl. 8, 127-134.
- FOKKENS W.J., LUND V.J., MULLOL J., BACHERT C., ALOBID I., BAROODY F., COHEN N., CERVIN A., DOUGLAS R., GEVAERT P., GEORGALAS C., GOOSSENS H., HARVE, R., HELTINGS P., HOPKINS C., JONES N., JOOS G., KALOGJERA L., KERN B., KOWALSKI M., PRICE D., RIECHELMANN H., SCHLOSSER R., SENIOR B., THOMAS M., TOSKALA E., VOEGELS R., WANG DE Y. i WORMALD P.J. (2012) EPOS 2012: European position paper on rhinosinusitis and nasal polyps 2012. A summary for otorhinolaryngologists. *Rhinology* 50, 1-12.
- FREEMAN S.R., SIVAYOHAM E.S., JEPSON K. i DE CARPENTIER J. (2008) A preliminary randomised controlled trial evaluating the efficacy of saline douching following endoscopic sinus surgery. *Clin. Otolaryngol.* 33, 462-465.
- FRIEDMAN M., HAMILTO, C., SAMUELSON C.G., MALEY A., WILSON M.N., VENKATESAN T.K. i JOSEPH N.J. (2012) Dead Sea salt irrigations vs saline irrigations with nasal steroids for symptomatic treatment of chronic rhinosinusitis: a randomized, prospective double-blind study. *Int. Forum Allergy. Rhinol.* 2, 252-257.
- FRIEDMAN M., VIDYASAGAR R. i JOSEPH N. (2006) A randomized, prospective, double-blind study on the efficacy of dead sea salt nasal irrigations. *Laryngoscope* 116, 878-882.
- GARAVELLO W., DI BERARDINO F., ROMAGNOLI M., SAMBARTARO G. i GAINI R.M. (2005) Nasal rinsing with hypertonic solution: an adjunctive treatment for pediatric seasonal allergic rhinoconjunctivitis. *Int. Arch. Allergy Immunol.* 137, 310-314.
- GARAVELLO W., ROMAGNOLI M., SORDO L., GAIN, R.M., DI BERARDINO C. i ANGRISANO A. (2003) Hypersaline nasal irrigation in children with symptomatic seasonal allergic rhinitis: a randomized study. *Pediatr. Allergy Immunol.* 14, 140-143.
- GEORGITIS J.W. (1994) Nasal hyperthermia and simple irrigation for perennial rhinitis. Changes in inflammatory mediators. *Chest* 106, 1487-1492.
- HALDERMAN A.A., STOKKEN J. i SINDWANI R. (2016) The effect of middle turbinate resection on topical drug distribution into the paranasal sinuses. *Int. Forum Allergy Rhinol.* 6, 1056-1061.
- HARVEY R., HANNAN S.A., BADIA L. i SCADDING G. (2007) Nasal saline irrigations for the symptoms of chronic rhinosinusitis. *Cochrane Database Syst. Rev.* Cd006394.
- HARVEY R.J., GODDARD J.C., WISE S.K. i SCHLOSSER R.J. (2008) Effects of endoscopic sinus surgery and delivery device on cadaver sinus irrigation. *Otolaryngol. Head Neck Surg.* 139, 137-142.
- HEATLEY D.G., MCCONNELL K.E., KILLE T.L. i LEVERSON G.E. (2001) Nasal irrigation for the alleviation of sinonasal symptoms. *Otolaryngol. Head Neck Surg.* 125, 44-48.
- HOLMSTROM M., ROSEN G. i WAHLANDER L. (1997) Effect of nasal lavage on nasal symptoms and physiology in wood industry workers. *Rhinology* 35, 108-112.
- HOMER J.J., ENGLAND R.J., WILDE A.D., HARWOOD G.R. i STAFFORD N.D. (1999) The effect of pH of douching solutions on mucociliary clearance. *Clin. Otolaryngol. Allied Sci.* 24, 312-315.
- HUIZING E.H., DE GROOT J.A.M. (2003) Functional reconstructive nasal surgery. Thieme Verlag, Stuttgart-New York, 21.
- INANLI S., OZTURK O., KORKMAZ M., TUTKUN A. i BATMAN C. (2002) The effects of topical agents of fluticasone propionate, oxymetazoline, and 3% and 0.9% sodium chloride solutions on mucociliary clearance in the therapy of acute bacterial rhinosinusitis *in vivo*. *Laryngoscope* 112, 320-325.
- INGELS K.J., KORTMANN M.J., NIJZIEL M.R., GRAAMANS K. i HUIZING E.H. (1991) Factors influencing ciliary beat measurements. *Rhinology* 29, 17-26.
- KEEN M., FOREMAN A. i WORMALD P.J. (2010) The clinical significance of nasal irrigation bottle contamination. *Laryngoscope* 120, 2110-2114.
- KING D., MITCHELL B., WILLIAMS C.P. i SPURLING G.K. (2015) Saline nasal irrigation for acute upper respiratory tract infections. *Cochrane Database Syst. Rev.* Cd006821.
- KORNKIAT S., PATRAPORN C., SONGKLOT A., SUPINDA C. i PUANGMALI P. (2008) Does nasal irrigation enter paranasal sinuses in chronic rhinosinusitis? *Am. J. Rhinol.* 22, 483-486.
- KRZESKI A. (2004) O właściwościach płukania nosa. *Magazyn Otorinolaryngologiczny. Wydanie Specjalne.*
- KUHN F.A. i SWAIN R., JR. (2003) Allergic fungal sinusitis: diagnosis and treatment. *Curr. Opin. Otolaryngol. Head Neck Surg.* 11, 1-5.
- KUALAYANANDA S. (1971) Joga – indyjski system leczniczy: podstawowe zasady i metody. PZWL, Warszawa, 74-80.
- LUK C.K. i DULFANO M.J. (1983) Effect of pH, viscosity and ionic-strength changes on ciliary beating frequency of human bronchial explants. *Clin. Sci. (London)* 64, 449-451.
- MENDELL M.J. i FINE L. (1994) Building ventilation and symptoms-where do we go from here? *Am. J. Public. Health* 84, 346-348.
- MIDDLETON P.G., GEDDES D.M. i ALTON E.W. (1993) Effect of amiloride and saline on nasal mucociliary clearance and potential difference in cystic fibrosis and normal subjects. *Thorax.* 48, 812-816.
- NUUTINEN J., HOLOPAINEN E., HAAHTELAT, RUOPPI P. i SILVASTI M. (1986) Balanced physiological saline in the treatment of chronic rhinitis. *Rhinology* 24, 265-269.
- OLSON D.E., RASGON B.M. i HILSINGER R.L., JR. (2002) Radiographic comparison of three methods for nasal saline irrigation. *Laryngoscope* 112, 1394-1398.
- PAPSIN B. i MCTAVISH A. (2003) Saline nasal irrigation: Its role as an adjunct treatment. *Can. Fam. Physician.* 49, 168-173.
- PERCIVAL S.S. (1998) Copper and immunity. *Am. J. Clin. Nutr.* 67, 1064-1068.
- PONIKAU J.U., SHERRIS D.A., KITA H. i KERN E.B. (2002) Intranasal antifungal treatment in 51 patients with chronic rhinosinusitis. *J. Allergy Clin. Immunol.* 110, 862-866.
- PROETZ A.W. 1956. Humidity, a problem in air-conditioning. *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.* 65, 376-384.
- PYNNONEN M.A., MUKERJI S.S., KIM H.M., ADAMS M.E. i TERRELL J.E. (2007) Nasal saline for chronic sinonasal symptoms: a randomized controlled trial. *Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg.* 133, 1115-1120.
- RABAGO D., ZGIERSKA A., MUND M., BARRETT B., BOBULA J. i MABERRY R. (2002) Efficacy of daily hypertonic saline nasal irrigation among patients with sinusitis: a randomized controlled trial. *J. Fam. Pract.* 51, 1049-1055.
- RICCHETTI A., LANDIS B.N., MAFFIOLI A., GIGER R., ZENG C. i LACROIX J.S. (2002) Effect of anti-fungal nasal lavage with amphotericin B on nasal polyposis. *J. Laryngol. Otol.* 116, 261-263.
- RIOS J.L., BOECHA, J.L., GIODA A., DOS SANTOS C.Y., DE AQUINO NETO F.R. i LAPA E., SIL, J.R. (2009) Symptoms prevalence among office workers of a sealed versus a non-sealed building: associations to indoor air quality. *Environ. Int.* 35, 1136-1141.
- ROGKAKOU A., GUERRA L., MASSACANE P., BAIARDINI I., BAENA-CAGNANI R., ZANELLA C., CANONICA G.W. i PASSALACQUA G. (2005) Effects on symptoms and quality of life of hypertonic saline nasal spray added to antihistamine in persistent allergic rhinitis a randomized controlled study. *Eur. Ann. Allergy Clin. Immunol.* 37, 353-356.
- ROSENFELD R.M., PICCIRILLO J.F., CHANDRASEKHAR S.S., BROOK I., ASHOK KUMAR K., KRAMPE, M., ORLAND, R.R., PALMER J.N., PATEL Z.M., PETERS A., WALSH S.A. i CORRIGAN M.D. (2015) Clinical practice guideline (update): adult sinusitis. *Otolaryngol. Head Neck Surg.* 152, 1-39.

- SHOSEYOV D., BIBI H., SHAI P., SHOSEYOV N., SHAZBERG G. i HURVITZ H. (1998) Treatment with hypertonic saline versus normal saline nasal wash of pediatric chronic sinusitis. *J. Allergy Clin. Immunol.* 101, 602-605.
- SLAPAK I., SKOUPA J., STRNAD P. i HORNIK P. (2008) Efficacy of isotonic nasal wash (seawater) in the treatment and prevention of rhinitis in children. *Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg.* 134, 67-74.
- STIERNA P. (2001) Physiology, mucociliary clearance, and neural control. W: *Diseases of the sinuses. Diagnosis and management.* B.C. Decker, London, 35-45.
- TACCARIELLO M., PARIKH A., DARBY Y. i SCADDING G. (1999) Nasal douching as a valuable adjunct in the management of chronic rhinosinusitis. *Rhinology* 37, 29-32.
- TALBOT A.R., HERR T.M. i PARSONS D.S. (1997) Mucociliary clearance and buffered hypertonic saline solution. *Laryngoscope* 107, 500-503.
- TANO L. i TANO K. (2004) A daily nasal spray with saline prevents symptoms of rhinitis. *Acta. Otolaryngol.* 124, 1059-1062.
- TOMOOKA L.T., MURPH, C. i DAVIDSON T.M. (2000) Clinical study and literature review of nasal irrigation. *Laryngoscope* 110, 1189-1193.
- UNAL M., GORUR K. i OZCAN C. (2001) Ringer-Lactate solution versus isotonic saline solution on mucociliary function after nasal septal surgery. *J. Laryngol. Otol.* 115, 796-797.
- URAL A., OKTEMER T.K., KIZIL Y., ILERI F. i USLU S. (2009) Impact of isotonic and hypertonic saline solutions on mucociliary activity in various nasal pathologies: clinical study. *J. Laryngol. Otol.* 123, 517-521.
- VAN DE DONK H.J., ZUIDEMA J. i MERKUS F.W. (1980) The influence of the pH and osmotic pressure upon tracheal ciliary beat frequency as determined with a new photo-electric registration device. *Rhinology* 18, 93-104.
- VAN DEN BERG J.W., DE NIER L.M., KAPER N.M., SCHILDER A.G., VENEKAMP R.P., GROLMAN W. i VAN DER HEIJDEN G.J. (2014) Limited evidence: higher efficacy of nasal saline irrigation over nasal saline spray in chronic rhinosinusitis an update and reanalysis of the evidence base. *Otolaryngol. Head Neck Surg.* 150, 16-21.
- WANG Y.H., YANG C.P., KU M.S., SUN H.L. i LUE K.H. (2009) Efficacy of nasal irrigation in the treatment of acute sinusitis in children. *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol* 73, 1696-1701.
- WELCH K.C., COHEN M.B., DOGHARAMJI L.L., COHEN N.A., CHANDRA R.K., PALMER J.N. i CHIU A.G. (2009) Clinical correlation between irrigation bottle contamination and clinical outcomes in post-functional endoscopic sinus surgery patients. *Am. J. Rhinol. Allergy* 23, 401-404.
- WORMALD P.J., CAIN T., OATES L., HAWKE L. i WONG I. (2004) A comparative study of three methods of nasal irrigation. *Laryngoscope* 114, 2224-2227.
- ZHAO K., CRAIG J.R., COHEN N.A., ADAPPA N.D., KHALILI S. i PALMER J.N. (2016) Sinus irrigations before and after surgery –Visualization through computational fluid dynamics simulations. *Laryngoscope* 126, E90-96.