Vietnam Journal of Community Medicine, Vol. 67, No. 8, 246-250

EFFECTS OF NASAL IRRIGATION SOLUTIONS ON HUMAN SINONASAL CILIARY BEAT FREQUENCY: A SCOPING REVIEW

Trinh Thi Hien Luong[1]*, Do Ba Hung[2]

[1]Hanoi Medical University - 1 Ton That Tung, Kim Lien ward, Hanoi, Vietnam
[2]National Otolaryngology Hospital - 78 Giai Phong, Kim Lien ward, Hanoi, Vietnam

Received: 05/05/2026
Reviced: 24/07/2026; Accepted: 23/08/2026

ABSTRACT

Objectives: This scoping review aims to synthesize current evidence regarding the effects of different saline-based solutions on human sinonasal ciliary beat frequency.

Methods: A literature review was conducted across PubMed, Google Scholar, and Semantic Scholar databases. Studies published in English focusing on the interaction between nasal irrigation constituents and human sinonasal ciliary motility were included for qualitative analysis.

Results: 10 studies meeting the eligibility criteria were analyzed, all utilizing ciliary beat frequency as the primary outcome measure. The findings indicate that ciliary beat frequency is significantly modulated by both tonicity and ionic composition. Hypotonic and the majority of isotonic solutions (4/6 studies) demonstrated no significant inhibitory effects on ciliary beat frequency. Conversely, hypertonic solutions (≥ 3.0%) exhibited divergent results, suppressing ciliary beat frequency in vitro while enhancing it exvivo. Electrolyte presence proved critical: solutions enriched with Ca^{2+}, K^{+}, or Cu^{2+}/Mn^{2+} supplements maintained or stimulated ciliary beat frequency, whereas Ca^{2+} deficiency led to marked ciliary depression. Furthermore, intracellular Cl^{-} accumulation or depletion significantly inhibited ciliary motility, reducing activity to 0.91 of the baseline value.

Conclusion: An optimal nasal irrigation solution should achieve a balance between mechanical clearance and the preservation of ciliary physiology. Clinical preference should be given to isotonic formulations enriched with essential minerals (Ca^{2+}, K^{+} Cu^{2+}, Mn^{2+}) and buffered systems with low Cl^{-} content to maximize mucociliary function.

Keywords: Nasal irrigation, ciliary beat frequency, sinonasal mucosa, human.

*Corresponding author
Email: dobahung@hmu.edu.vn **Phone**: (+84) 333001111 **DOI:** 10.52163/yhc.v67i8.6329

TỔNG QUAN ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC DUNG DỊCH RỬA MŨI LÊN VẬN ĐỘNG LÔNG CHUYỂN NIÊM MẠC MŨI XOANG NGƯỜI

Trịnh Thị Hiền Lương[1]*, Đỗ Bá Hưng[2]

[1]Trường Đại học Y Hà Nội - 1 Tôn Thất Tùng, phường Kim Liên, Hà Nội, Việt Nam
[2]Bệnh viện Tai Mũi Họng Trung ương - 78 Giải Phóng, phường Kim Liên, Hà Nội, Việt Nam

Ngày nhận bài: 05/05/2026
Ngày chỉnh sửa: 24/07/2026; Ngày duyệt đăng: 23/08/2026

Mục tiêu: Đánh giá tổng quan này nhằm mục đích tổng hợp các bằng chứng hiện có liên quan đến tác động của các dung dịch muối sinh lý khác nhau lên tần số đập của lông chuyển xoang mũi ở người.

Phương pháp: Tổng quan luận điểm, lấy dữ liệu PubMed, Google Scholar, Semantic Scholar, bài báo tiếng Anh về ảnh hưởng của dung dịch muối rửa mũi lên tần số đập lông chuyển.

Kết quả: 10 bài báo đo tần số đập lông chuyển, chịu ảnh hưởng bởi nồng độ và thành phần dung dịch. Dung dịch nhược trương và đa số đẳng trương (4/6 nghiên cứu) làm tần số đập lông chuyển không đổi. Dung dịch ưu trương (≥ 3,0%) gây giảm tần số đập lông chuyển trên invitro nhưng tăng trên exvivo. Với vi khoáng chất: các dung dịch giàu Ca^{2+}, K^{+} hoặc bổ sung Cu^{2+}, Mn^{2+} giúp duy trì hoặc tăng tần số đập lông chuyển; thiếu hụt Ca^{2+} làm giảm tần số đập lông chuyển. Với hệ đệm: tăng nồng độ Cl^{-} nội bào hoặc loại bỏ anion đều gây giảm tần số đập lông chuyển.

Kết luận: Dung dịch rửa mũi tối ưu cần an toàn với tế bào và kích thích lông chuyển. Nên ưu tiên dạng đẳng trương bổ sung khoáng chất (Ca^{2+}, K^{+}, Cu^{2+}, Mn^{2+}), cùng hệ đệm giàu , ít Cl^{-} để duy trì sinh lý tế bào và tăng tần số đập lông chuyển tối đa.

Từ khóa: Nước muối rửa mũi, vận động của lông chuyển, niêm mạc mũi xoang, người.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hệ thanh thải lông nhầy là cơ chế bảo vệ tự nhiên cốt lõi của đường hô hấp, phụ thuộc vào tần số đập lông chuyển (ciliary beat frequency - CBF), sóng vận động và tính chất dịch nhầy. Suy giảm chức năng lông chuyển gây ứ đọng dịch làm viêm nhiễm hô hấp.

Trên lâm sàng, rửa mũi là biện pháp hỗ trợ điều trị phổ biến. Tuy nhiên, các dung dịch truyền thống như NaCl 0,9% tinh khiết hoặc ưu trương nồng độ cao đơn thuần chỉ làm sạch cơ học mà chưa bảo tồn hay kích thích được CBF. Xu hướng hiện nay hướng tới dung dịch tối ưu sinh lý lông chuyển nhờ kết hợp nồng độ thẩm thấu phù hợp, hệ vi khoáng (canxi, kali, mangan, đồng) và hệ đệm anion (bicarbonate).

Bài tổng quan này tổng hợp, phân tích ảnh hưởng của nồng độ, thành phần ion và hệ đệm dung dịch muối rửa mũi lên vận động lông chuyển mũi xoang người, nhằm cung cấp cơ sở khoa học định hướng lựa chọn dung dịch phù hợp và bảo vệ hệ thống niêm mạc - lông chuyển.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Tổng quan luận điểm thực hiện dựa trên khung phương pháp của Arksey và O'Malley và báo cáo theo danh mục kiểm tra PRISMA -ScR (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews), phiên bản năm 2018 của Tricco A.C và cộng sự nhằm xác định, làm rõ và lập bản đồ các bằng chứng về ảnh hưởng của dung dịch muối rửa mũi lên vận động của lông chuyển mũi xoang người [1]. Do là tổng quan luận điểm nên không đánh giá chất lượng nghiên cứu hay nguy cơ sai lệch của các nghiên cứu riêng lẻ.

2.1. Cơ sở dữ liệu và chiến lược tìm kiếm

Tìm kiếm y văn trên cơ sở dữ liệu điện tử PubMed, Google Scholar và Semantic Scholar. Ngày tìm kiếm cuối cùng là 20/4/2026 với các từ khóa "ciliary beat frequency", "ciliary function", "ciliary motion", "ciliary active", "nasal irrigation solution", "nasal lavage", "sinonasal irrigation", "isotonic/hypertonic solution", "human" kết hợp bằng toán tử Boolean để tạo câu lệnh tìm kiếm: PubMed, Google Scholar, Semantic Scholar: ("ciliary beat frequency" OR "ciliary function" OR "ciliary motion" OR "ciliary active") AND ("nasal irrigation solution" OR "nasal lavage" OR "sinonasal irrigation" OR "isotonic/hypertonic solution") AND "human".

2.2. Lựa chọn nghiên cứu và quản lý dữ liệu

Các bài báo thu thập được tìm kiểm tra bằng phần mềm Zotero 5.0 để loại bỏ trùng lặp.

- Tiêu chuẩn lựa chọn: các bài báo toàn văn cung cấp dữ liệu gốc về ảnh hưởng của dung dịch muối rửa mũi lên CBF, phương pháp đo và cách đánh giá, viết bằng tiếng Anh.
- Tiêu chuẩn loại trừ: các bài báo tổng quan, ca lâm sàng, nghiên cứu trên tử thi, nghiên cứu trên động vật.

Quá trình đánh giá tài liệu do 2 nghiên cứu viên độc lập thực hiện. Bất đồng nếu có (chỉ số Kappa < 0,6) được giải quyết bằng thảo luận hoặc tham vấn nhà nghiên cứu thứ ba.

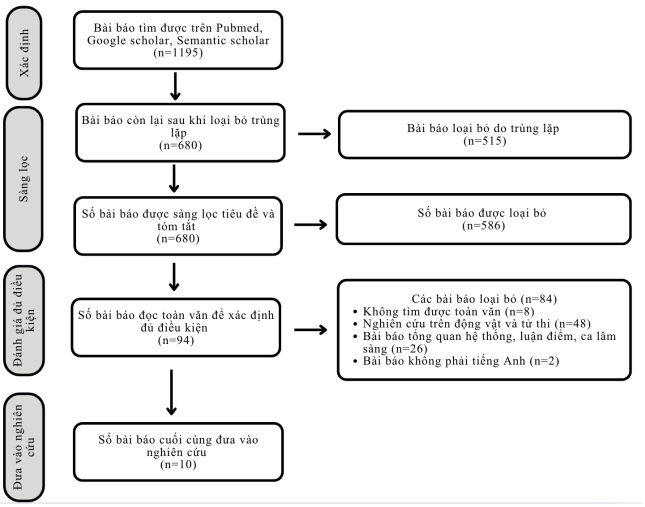
2.3. Trích xuất dữ liệu, tổng hợp và phân tích

Thông tin về tác giả, năm công bố, quốc gia, cỡ mẫu, mô hình, phương pháp và kết quả chính được trích xuất vào Excel. Dữ liệu sau đó được phân loại, tổng hợp để xác định khoảng trống nghiên cứu và đề xuất hướng phát triển tương lai.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Trong 1195 bài báo tìm thấy, loại bỏ 515 bài trùng lặp. Sau khi đọc tiêu đề và tóm tắt, loại tiếp 586 bài; đánh giá toàn văn 94 bài còn lại và loại trừ 84 bài. Cuối cùng, còn 10 nghiên cứu đủ tiêu chuẩn được đưa vào tổng quan (sơ đồ 1).

*Tác giả liên hệ
Email: dobahung@hmu.edu.vn **Điện thoại**: (+84) 333001111 **DOI:** 10.52163/yhc.v67i8.6329



Sơ đồ 1. Các bước tuyển chọn bài báo vào nghiên cứu

Các nghiên cứu chủ yếu đến từ Nhật Bản (3), Hàn Quốc (2), còn lại bao gồm Hà Lan, Úc, Pháp, Trung Quốc, Thuỵ Sĩ (mỗi nước 1). Năm công bố gồm 2020 (n = 2) và các năm 1999, 2000, 2001, 2005, 2016, 2028, 2021 và 2024 (n = 1). Thiết kế nghiên cứu trên invitro (8) và exvivo (2). Loại mô được sử dụng nhiều nhất là niêm mạc cuốn mũi (3) và tế bào biểu mô mũi người (3), niêm mạc xoang bướm, mô polyp, mô hình biểu mô mũi người tái tổ hợp 3D và mũi của tình nguyện viên khỏe mạnh mỗi loại 1 nghiên cứu. Toàn bộ đều dùng phương pháp đo CBF (bảng 1).

Bảng 1. Đặc điểm các bài báo được lựa chọn vào nghiên cứu

STT	Tác giả	Năm	Quốc gia	Cỡ mẫu	Mô hình	Phương pháp nghiên cứu
1	Boek W.M và cộng sự	1999	Hà Lan, Thổ Nhĩ Kỳ	8 niêm mạc xoang bướm	Invitro	CBF
2	Lee K.S và cộng sự	2000	Hàn Quốc	8 niêm mạc cuốn mũi	Invitro	CBF
3	Min Y.G và cộng sự	2001	Hàn Quốc	8 niêm mạc cuốn mũi	Invitro	CBF
4	Wabnitz D.A.M và cộng sự	2005	Úc	8 người khỏe mạnh	Exvivo	CBF
5	Bonnomet A và cộng sự	2016	Pháp	14 mô polyp mũi	Invitro	CBF
6	Do B.H và cộng sự	2018	Nhật Bản, Việt Nam	31 niêm mạc cuốn mũi dưới	Exvivo	CBF
7	Jiao J và cộng sự	2020	Trung Quốc	8 mẫu mô polyp mũi và 6 mẫu niêm mạc cuốn dưới	Invitro	CBF
8	Yasuda M và cộng sự	2020	Nhật Bản	Tế bào biểu mô mũi	Invitro	CBF
9	Constant S và cộng sự	2021	Thụy Sĩ, Pháp, Mexico	Mô hình biểu mô mũi tái tổ hợp 3D (MucilAir)	Invitro	CBF
10	Okamoto S và cộng sự	2024	Nhật Bản	16 tế bào biểu mô mũi	Invitro	CBF

Trong 10 bài báo, có 6 nghiên cứu so sánh ảnh hưởng của nồng độ dung dịch muối lên vận động lông chuyển (bảng 2). Với dung dịch nhược trương (0,06-0,12%), 2 nghiên cứu ghi nhận CBF thay đổi không đáng kể ($p < 0,005$). Với dung dịch đẳng trương (0,9%), 4 nghiên cứu cho thấy CBF không đổi, 1 nghiên cứu ghi nhận CBF giảm có ý nghĩa thống kê ($p < 0,001$) [2] và 1 nghiên cứu CBF giảm không ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$) [3]. Với dung dịch ưu trương (≥ 3,0%), 4 nghiên cứu invitro cho thấy CBF giảm [2], [4-6], 1 nghiên cứu exvivo ghi nhận CBF tăng [3].

Trên dung dịch đẳng trương có bổ sung khoáng chất (4/10 nghiên cứu) có 3 kết quả: 3 nghiên cứu có CBF không đổi (dung dịch Lock-Ringer, dung dịch Sterimar, Ringer Lactate [2], [6-7]); 1 nghiên cứu có CBF giảm (dung dịch loại bỏ ion Ca^{2+}); riêng dung dịch Physiomer cho kết quả không đồng nhất giữa các tác giả: tăng CBF [7] và CBF không đổi [6]. Trên dung dịch ưu trương có bổ sung khoáng chất (2/10 nghiên cứu) có 2 kết quả: dung dịch Nasal Cleaner thì CBF giảm [6], ngược lại dung dịch Sterimar Blocked Nose (có bổ sung Cu/Mn) CBF tăng [6], [8] (bảng 2).

Với vai trò của hệ đệm, có 2/10 bài báo đánh giá trực tiếp với các ion (bảng 2). Với anion Cl^- nội bào [Cl^-]i cho kết quả ở 37°C khi tăng [Cl^-]i thì CBF giảm [9]; với anion -, khi ngâm tế bào c-hNEC trong dung dịch Zero CO_2 (đã lấy bỏ anion -) thì CBF giảm [10] (bảng 2).

Bảng 2. Kết quả chính từ các nghiên cứu

STT	Tác giả	Mẫu	Dung dịch muối rửa	CBF nền (Baseline)	Kết quả tác động đến CBF
1	Boek W.M và cộng sự	Niêm mạc xoang bướm	Locke-Ringer NaCl 0,9%, 7,0%, 14,4%	10,4-11,4 Hz	Locke-Ringer: CBF không đổi. NaCl 0,9%: CBF giảm còn 46% (khoảng 42-52%) so với ban đầu ($p < 0,001$) NaCl 7,0%: CBF về 0 Hz sau 5 phút, nhưng phục hồi đạt 70% nếu rửa lại bằng Locke-Ringer. NaCl 14,4%: CBF về 0 Hz sau 5 phút và không thể phục hồi
2	Lee K.S và cộng sự	Tế bào cuốn mũi dưới	Dung dịch muối có đệm phosphate: Nhược trương: 0,06%, 0,12% Đẳng trương: 0,9% Ưu trương: 3,0%, 7,0%	11,07-11,95 Hz	Dung dịch 0,06%, 0,12%, 0,9%: CBF không thay đổi đáng kể ($p < 0,005$) Dung dịch 3,0%: CBF giảm còn 6,16 Hz ở phút thứ 1 và về 0 Hz ở phút thứ 10. Dung dịch 7,0%: CBF giảm ngay lập tức và về 0 Hz ở phút thứ 5. *Lưu ý:* CBF phục hồi về mức nền 12,13 Hz ở phút 10 khi thay bằng dung dịch 0,12%.

STT	Tác giả	Mẫu	Dung dịch muối rửa	CBF nền (Baseline)	Kết quả tác động đến CBF
3	Min Y.G và cộng sự	Tế bào cuốn mũi dưới	Dung dịch muối có đệm phosphate: Nhược trương: 0,06%, 0,12% Đẳng trương: 0,9% Ưu trương: 3,0%, 7,0%	11,0-1,.0 Hz	Dung dịch 0,06%, 0,12%, 0,9%: CBF không đổi (p < 0,005) Dung dịch 3,0% và 7,0%: CBF = 0 sau 5 phút
4	Wabnitz D.A.M và cộng sự	Người khỏe mạnh	Xịt mũi: NaCl 0,9%; NaCl 3,0%	Trung bình: 9,6 Hz Nhóm 0,9%: 10,2 Hz Nhóm 3,0%: 9,0 Hz	NaCl 0,9%: CBF giảm còn 9,1 Hz (5 phút) và 8,8 Hz (60 phút) nhưng không có ý nghĩa thống kê (p > 0,05) NaCl 3,0%: CBF tăng lên 10,1 Hz (5 phút) và đạt 9,2 Hz (60 phút). Sự khác biệt CBF giữa 3,0% và 0,9% ở mốc 5 phút là có ý nghĩa thống kê (p < 0,05)
5	Bonnomet A và cộng sự	Nuôi cấy tế bào polyp mũi	NaCl 0,9% Nước biển pha loãng 30% đẳng trương (Stérimar) Nước biển nguyên chất (Physiomer)	12,80 ± 1,18 Hz	Physiomer (100%): CBF tăng lên 13,83 ± 1,46 Hz (p < 0,01). Stérimar (30%): CBF không đổi là 12,61 ± 1,13 Hz. NaCl 0,9%: CBF giảm còn 11,16 ± 1,80 Hz (p < 0,01) và gây chết tế bào diện rộng làm không đo được CBF ở 5/10 mẫu
6	Do B.H và cộng sự	Niêm mạc cuốn mũi	Dung dịch HBSS tiêu chuẩn có Ca^{2+} Dung dịch HBSS không có Ca^{2+} (HBSS tiêu chuẩn gồm: NaCl, glucose, KCl, $NaHCO_3$, $CaCl_2$, $MgCl_2$, $MgSO_4$, KH_2PO_4, Na_2HPO_4)	HBSS có Ca^{2+}: 6,4 Hz HBSS không Ca^{2+}: 5,0 Hz	Khi không có Ca^{2+} ngoại bào thì CBF giảm từ 6,4 Hz xuống 5,0 Hz có ý nghĩa thống kê (p = 0,003)
7	Jiao J và cộng sự	Tế bào biểu mô mũi HNECs	NaCl 0,9% và 3,0% Nước biển đẳng trương (Stérimar, Physiomer) Nước biển ưu trương (Nasal Cleaner) Ringer Lactate	Tính theo tỷ lệ tương đối (nền = 1,0)	NaCl 0,9%, Stérimar, Physiomer, Ringer Lactate: CBF không đổi ở mọi thời điểm. NaCl 3,0%: CBF giảm còn 0,16 lần (5 phút) và 0,46 lần (6 giờ). Nasal Cleaner: CBF giảm còn 0,28 lần (5 phút) và 0,44 lần (6 giờ) ở tế bào đối chứng
8	Yasuda M và cộng sự	Tế bào biểu mô mũi	Nồng độ clo nội bào ($[Cl^-]i$)	Tính theo tỷ lệ tương đối (nền = 1,0)	Ở 37°C: giảm $[Cl^-]i$ CBF không đổi; tăng $[Cl^-]i$ làm giảm CBF. Ở 25°C: giảm $[Cl^-]i$ làm tăng CBF
9	Constant S và cộng sự	Mô hình biểu mô mũi 3D MucilAir	Nước biển ưu trương giàu Cu/Mn (Sterima Blocked Nose - SBN) NaCl 0.9%	Ngày 1: 6,9 Hz Ngày 4: 5,8 Hz	SBN: CBF tăng đạt 8,4 Hz ở ngày 1 và 6,9 Hz ở ngày 4 (p < 0,01). NaCl 0,9%: CBF đạt ~7,1 Hz ở ngày 1 (không đáng kể) và tăng đạt 6,7 Hz ở ngày 4 (p < 0,01)
10	Okamoto S và cộng sự	Nuôi cấy ALI từ biểu mô mũi c-hNEC	Dung dịch không chứa CO_2/ (Zero-CO_2) Dung dịch có chứa CO_2/	Dung dịch có chứa CO_2/ (nền): 8,39 Hz	Zero-CO_2: CBF tăng thoáng qua đạt 1,02 lần ở 1,5 phút sau đó giảm đạt 0,91 lần ở 10 phút so với mức nền

4.1. Đặc điểm nghiên cứu

- Đối tượng nghiên cứu: vị trí lấy mô gồm: niêm mạc cuốn mũi (3), tế bào biểu mô mũi (3), niêm mạc xoang bướm (1), mô polyp mũi (1), mô hình biểu mô 3D tái tổ hợp (1) và mũi người khỏe mạnh (1). Sự đa dạng vị trí này phản ánh tác động hệ thống của dung dịch rửa lên toàn bộ đường hô hấp trên, nơi có cơ chế vận động lông chuyển đồng nhất.

- Mô hình nghiên cứu và phương pháp đo: nghiên cứu thực hiện trên invitro (80%) và exvivo (20%), đo bằng CBF (Hz). Thiết kế tự đối chứng - so sánh CBF sau can thiệp với mức nền (baseline) giúp loại bỏ hoàn toàn sai số giữa các cá thể, loại mẫu và vị trí lấy mẫu.

4.2. Ảnh hưởng của dung dịch muối rửa mũi lên sự vận động của lông chuyển mũi xoang

4.2.1. Nồng độ dung dịch nước muối rửa mũi tác động khác nhau lên vận động lông chuyển mũi xoang người

Dung dịch nhược trương (NaCl 0,06%; 0,12%) và đẳng trương (NaCl 0,9%) không làm thay đổi CBF ngắn hạn [4-5]. Tuy nhiên, ngâm liên tục niêm mạc trong NaCl 0,9% khiến CBF giảm còn 46% so với ban đầu (p < 0,001) [2], cho thấy nồng độ đẳng trương chỉ giúp tế bào tránh tổn thương do mất nước chứ không duy trì hay kích thích CBF lâu dài.

Nồng độ muối ưu trương (3,0%; 7,0%; 14,4%) thì CBF giảm nhanh và dẫn đến ngừng hoạt động [4]. Nồng độ càng cao, mức độ tổn thương càng khó hồi phục: với NaCl 3,0% hoặc 7,0% thì CBF có thể hồi phục nếu thay thế kịp thời bằng dung dịch nhược trương 0,12% nhưng với nồng độ 14,4% thì CBF ngừng hoạt động không hồi phục [2], [4-5]. Jiao J và cộng sự cũng cho kết quả đồng thuận: dung dịch NaCl 3,0% và nước muối biển ưu trương đều làm giảm CBF (0,16-0,28 lần) [6]. Tuy nhiên, Constant S và cộng sự với dung dịch SBN có nồng độ 2,3% thì tăng CBF và các tác giả giải thích do có ion canxi và kali trong nước biển (ion chiếm 75% thành phần SBN) [8]. Tất cả các nghiên cứu này đều trên invitro. Trên exvivo, xịt dung dịch NaCl 3,0% làm tăng CBF so với dung dịch NaCl 0,9%,

mặc dù hiệu ứng này mất sau 60 phút [3]. Wabnitz D.A.M và cộng sự giải thích do khi không ngâm tế bào vào dung dịch ưu trương nên không làm tổn thương màng tế bào và khi xịt dung dịch NaCl 3,0% còn làm loãng các lớp dịch nhầy dẫn đến CBF được tăng lên tạm thời [3].

Nồng độ muối ảnh hưởng hai chiều đến CBF. Dung dịch ưu trương giúp tăng CBF tạm thời, phù hợp để xịt mũi ngắn hạn nhưng không nên dùng bơm rửa kéo dài do nguy cơ tổn thương tế bào. Do đó, dung dịch nhược trương và đẳng trương là lựa chọn thích hợp hơn cho việc rửa mũi hàng ngày.

4.2.2. Trong dung dịch đẳng trương, vi khoáng chất là thành phần thiết yếu và làm tăng CBF của tế bào biểu mô

Dung dịch đẳng trương chứa đa vi chất (Locker-Ringer, Ringer Lactate) giúp duy trì ổn định CBF và bảo vệ tế bào [2], [6]. Nghiên cứu của Bonnomet A và cộng sự chứng minh nước biển nguyên chất (Physiomer) làm tăng CBF có ý nghĩa ($p < 0,01$), vượt trội co với dạng pha loãng 30% (Sterimar) nhờ nồng độ canxi cao. Các ion magie, kẽm, mangan hỗ trợ sửa chữa tổn thương biểu mô trong khi đồng và mangan hỗ trợ diệt khuẩn [7]. Vai trò thiết yếu của canxi và kali trong việc kích thích CBF cũng được khẳng định khi môi trường HBSS loại bỏ Ca^{2+} làm giảm mạnh CBF so với tiêu chuẩn [11].

Nhìn chung, nồng độ đẳng trương chỉ giữ tế bào không teo rút do áp lực thẩm thấu; chính các ion vi khoáng trong nước biển nguyên chất mới đóng vai trò kích thích CBF, bảo vệ niêm mạc và kháng khuẩn.

4.2.3. Hệ đệm có vai trò "sống còn" trong dung dịch rửa mũi

Ngâm tế bào trong NaCl 0,9% đơn thuần thì CBF giảm ($p < 0,01$) và chết tế bào diện rộng do độ pH axit (5,21) [7] hoặc làm giảm CBF xuống còn 46% [2]. Do NaCl 0,9% có pH < 7,0 tác động tiêu cực đến CBF, dung dịch đệm phosphate đã được sử dụng để ổn định chỉ số này [4]. Ngoài ra, ở nhiệt độ cơ thể (37°C) nồng độ ion Cl^- nội bào tăng làm giảm CBF do ức chế các protein vận động (dynein) của lông chuyển. Cơ chế này lý giải cho hiện tượng sụt giảm pH và CBF khi sử dụng NaCl 0,9% đơn thuần.

Tác động của hệ đệm bicarbonate () lên pH nội bào (pHi) và CBF được Okamoto S và cộng sự ghi nhận: môi trường chứa CO_2/ có pHi là 7,64 và CBF đạt 8,39 Hz; khi loại bỏ hoàn toàn hệ đệm (dung dịch Zero CO_2/) có pHi là 7,24 và CBF giảm xuống 0,91 lần (giảm 9%) [10]. Boek W.M và cộng sự chứng minh dung dịch Locker-Ringer (chứa 1,79 mmol $NaHCO_3$) không gây sụt giảm CBF [2].

Sử dụng hệ đệm mô phỏng dịch ngoại bào (Locke-Ringer, Ringer Lactat) giúp duy trì CBF ổn định [2], [6]. Tế bào biểu mô mũi người cần nồng độ nội bào cao và Cl^- thấp để giữ pHi kiềm để bảo tồn CBF [9-10]. Dù Jiao J và cộng sự báo cáo NaCl 0,9% giữ ổn định mà không đề cập đến hệ đệm [6], quan điểm đồng thuận vẫn khẳng định vai trò thiết yếu của hệ đệm, trong khi tính an toàn dài hạn của NaCl 0,9% tinh khiết cần thêm bằng chứng chứng minh.

5. KẾT LUẬN

Dung dịch rửa mũi không đơn thuần là làm sạch cơ học; NaCl 0,9% tinh khiết không phải là dung dịch tối ưu. Dung dịch rửa mũi lý tưởng cần an toàn với tế bào biểu mô và kích thích tăng tối đa CBF. Tổng hợp dữ liệu cho thấy, dung dịch rửa mũi hàng ngày tối ưu cần đạt tính chất đẳng trương, bổ sung vi khoáng canxi, kali và hệ đệm giàu bicarbonate (), phosphate, lactate và ít Cl^- để cân bằng điện tích nội bào. Ngoài ra, việc phối hợp thêm các cation khác như đồng, mangan, magie, kẽm giúp tăng khả năng kìm khuẩn và diệt khuẩn.

Tác giả chính bài báo này xin bày tỏ lòng biết ơn chân thành đến thầy hướng dẫn và đồng tác giả - Tiến sĩ, bác sĩ Đỗ Bá Hưng - vì sự định hướng và giúp đỡ hoàn thiện bài báo. Xin cảm ơn đội ngũ kỹ sư hệ thống Notebook Lm đã hỗ trợ công cụ tổng hợp số liệu, cùng Ban Biên tập Tạp chí Y học Cộng đồng đã tạo điều kiện công bố kết quả nghiên cứu này.

6. TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Tricco A.C, Lillie E, Zarin W et al. PRISMA extension for scoping reviews (PRISMA-ScR): checklist and explanation. Ann Intern Med, 2018, 169 (7): 467-473. doi: 10.7326/M18-0850

[2] Boek W.M, Keleş N, Graamans K, Huizing E.H. Physiologic and hypertonic saline solutions impair ciliary activity in vitro. The Laryngoscope, 1999, 109 (3): 396-399. doi: 10.1097/00005537-199903000-00010

[3] Wabnitz D.A.M, Wormald P.J. A blinded, randomized, controlled study on the effect of buffered 0.9% and 3% sodium chloride intranasal sprays on ciliary beat frequency. The Laryngoscope, 2005, 115 (5): 803-805. doi: 10.1097/01.MLG.0000157284.93280.F5

[4] Lee K.S, Lee C.H, Min Y.G, Rhee C.S et al. Effects of saline solution on ciliary movement in human nasal epithelium in vitro. J Rhinol, 2000, 7 (2): 132-136.

[5] Min Y.G, Lee K.S, Yun J.B et al. Hypertonic saline decreases ciliary movement in human nasal epithelium in vitro. Otolaryngol Head Neck Surg, 2001, 124 (3): 313-316. doi: 10.1067/mhn.2001.113145

[6] Jiao J, Yang J, Li J, Li Y, Zhang L. Hypertonic saline and seawater solutions damage sinonasal epithelial cell air-liquid interface cultures. Int Forum Allergy Rhinol, 2020, 10 (1): 59-68. doi: 10.1002/alr.22459

[7] Bonnomet A, Luczka E, Coraux C, De Gabory L. Non-diluted seawater enhances nasal ciliary beat frequency and wound repair speed compared to diluted seawater and normal saline: seawater superior to saline on CBF and WRS. Int Forum Allergy Rhinol, 2016, 6 (10): 1062-1068. doi: 10.1002/alr.21782

[8] Constant S, Saaid A, Jimenez-Chobillon M.A. Efficacy and safety evaluation of a hypertonic seawater solution enriched with manganese and copper salts. Rhinol Online, 2021, 4 (4): 113-119. doi: 10.4193/RHINOL/21.021

[9] Yasuda M, Inui T.A, Hirano S et al. Intracellular Cl^- regulation of ciliary beating in ciliated human nasal epithelial cells: frequency and distance of ciliary beating observed by high-speed video microscopy. Int J Mol Sci, 2020, 21 (11): 4052. doi: 10.3390/ijms21114052

[10] Okamoto S, Yasuda M, Kawaguchi K et al. Ciliary motility decreased by a CO_2/HCO_3^- free solution in ciliated human nasal epithelial cells having a pH elevated by carbonic anhydrase IV. Int J Mol Sci, 2024, 25 (16): 9069. doi: 10.3390/ijms25169069

[11] Do B.H, Ohbuchi T, Wakasugi T et al. Acetylcholine-induced ciliary beat of the human nasal mucosa is regulated by the Pannexin-1 channel and purinergic P2X receptor. Am J Rhinol Allergy, 2018, 32 (4): 217-227. doi: 10.1177/1945892418770292