

NGHIÊN CỨU HIỆU QUẢ CHỐNG VIÊM, DIỆT KHUẨN CỦA PLASMA LẠNH TRÊN BỆNH NHÂN CÓ VẾT THƯƠNG PHẦN MỀM NHIỄM KHUẨN

ĐỖ HOÀNG TÙNG², NGUYỄN THẾ ANH¹, ĐỖ ĐÌNH TÙNG²

¹ Viện Vật Lý, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam; Số 18 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội

² Bệnh viện Đa Khoa Xanh Pôn; Số 12, Phố Chu Văn An, Phường Biện Biên, Quận Ba Đình, Hà Nội

Chịu trách nhiệm chính: Đỗ Hoàng Tùng

Email: dhtung@gmail.com

Ngày nhận bài báo: 10/4/2023

Ngày nhận phản biện: 12/06/2023

Ngày duyệt đăng: 09/07/2023

ABSTRACT

Mục tiêu: Trên thế giới và tại Việt Nam, công nghệ Plasma lạnh là một hướng đi quan trọng trong nỗ lực tiến tới điều trị vết thương không lành/ giảm phụ thuộc vào kháng sinh do khả năng diệt khuẩn, kích thích tăng sinh mô hạt tại vết thương. Nghiên cứu nhằm đánh giá tính an toàn, hiệu quả chống viêm, diệt khuẩn tại vết thương của máy PlasmaMed do Việt Nam sản xuất.

Phương pháp: nghiên cứu sử dụng máy PlasmaMed do Việt Nam sản xuất để can thiệp điều trị vết thương phần mềm nhiễm khuẩn của 31 bệnh nhân; sử dụng liệu chiếu plasma lạnh tại chỗ; so sánh với vết thương 2 nhóm gồm 11 bệnh nhân có chỉ số CRP thấp không có vùng chứng và nhóm 20 bệnh nhân có vùng đối chứng.

Kết quả: nghiên cứu cho thấy các chỉ số CRP, PCT giảm rõ rệt ngay sau khi chiếu plasma lạnh ở ngày thứ 1 và ngày thứ 5; nồng độ vi khuẩn giảm rõ rệt ở vùng chiếu plasma lạnh ngay sau mỗi lần chiếu và sau 5 ngày điều trị.

Kết luận: Plasma lạnh có hiệu quả chống viêm và diệt khuẩn, phòng nhiễm khuẩn ở vết thương phần mềm ngay từ lần chiếu đầu tiên, cũng như sau 5 ngày.

Từ khóa: PlasmaMed, plasma lạnh, công nghệ, điều trị vết thương

STUDY ON THE SAFETY AND EFFECTIVENESS OF ANTI-INFLAMMATORY, ANTI-MICROBIAL OF COLD PLASMA IN PATIENTS WITH INFECTIOUS WOUND

ABSTRACT

Objective: In the world and in Vietnam, cold plasma technology is being an important advance in wound care, especially control infected wounds that is antibiotic-resistant. Research to evaluate the safety, effective anti-inflammation, disinfection in the wound of PlasmaMed machine of Vietnam Plasma Technology Joint Stock Company.

Method: 31 patients with infected wound were treated in cold plasma; The wound area was divided in to two different areas (one treated with cold plasma and the other control area).

Results: Compared with the control area, concentration of CRP, PCT, and the bacteria the plasma treated areas were significantly reduced immediately after 1st day and 5th . No adverse effects were noted in all of 31 patients treated with cold plasma.

Conclusion: Plasma cold is effective anti-inflammatory and bactericidal, prevent wound infection at the first exposure, as well as the 5th days; PlasmaMed is safety and no side effects during wound treatment.

Key words: PlasmaMed, cold plasma, technology, wound care.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đa số vết thương nhiễm nhiều loài vi khuẩn bao gồm cả vi khuẩn ái khí và kỵ khí, các mầm bệnh như tụ cầu vàng, trực khuẩn mủ xanh, liên cầu tan máu beta hầu hết được coi là nguyên nhân làm trì hoãn liền vết thương và nhiễm trùng. Vi khuẩn phát triển làm vết thương chậm liền, tiêu mảnh da ghép, khi xâm lấn vào sâu phần mô lành gây trạng thái nhiễm khuẩn tại chỗ, nếu không được kiểm soát có thể gây nhiễm trùng lan ra toàn thân, gây nhiễm độc do các độc tố của vi khuẩn tạo một vòng xoắn bệnh lý nếu nặng có thể dẫn tới tử vong.

Trước tình trạng kháng kháng sinh của vi sinh vật ngày càng gia tăng gây khó khăn trong điều trị, bên cạnh việc đào tạo, tuyên truyền sử dụng kháng sinh đúng cách, phát triển thuốc mới, việc nghiên cứu những ứng dụng có khả năng diệt vi sinh vật để hỗ trợ hay thay thế một phần cho điều trị kháng sinh là rất quan trọng. Trong đó, nghiên cứu ứng dụng plasma trong diệt khuẩn rất đáng được quan tâm, ứng dụng này đã phát triển rất mạnh trong những năm gần đây ở các nước phát triển trên thế giới.

Trong vật lý, plasma được coi là trạng thái thứ tư của vật chất bên cạnh các trạng thái rắn, lỏng và khí được mô

tả đầu tiên vào năm 1879 bởi nhà hóa học và vật lý người Anh William Crookes. Thuật ngữ "plasma" xuất phát từ tiếng Hy Lạp và được giới thiệu vào năm 1928 bởi Irving Langmuir, là một hỗn hợp nhiều thành phần của khí bị ion hóa gồm các điện tích dương và âm cân bằng và không kết hợp với nhau.

Plasma nhiệt độ thấp cũng có thể phân hủy, loại bỏ các màng sinh học (biofilm) tại vết thương nhiễm khuẩn. Trong nhiều nghiên cứu, plasma lạnh không làm tổn hại tế bào lành, thời gian điều trị ngắn làm giảm đáng kể lượng vi khuẩn cấy trên da nhưng không gây ra bất kỳ tổn hại nào đối với cấu trúc da. Theo Shekhter (1998), nồng độ cao của nitric oxide (NO) được tạo ra trong quá trình chiếu plasma có tác dụng diệt khuẩn trực tiếp, cải thiện tốc độ truyền dẫn thần kinh, kích thích các nguyên bào sợi và tăng sinh mạch máu.

II. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng: Gồm 31 bệnh nhân có vết thương nhiễm khuẩn, được chia làm 2 nhóm gồm 11 bệnh nhân có chỉ số CRP thấp không có vùng chứng và nhóm 20 bệnh nhân có vùng đối chứng.

Tiêu chuẩn lựa chọn bệnh nhân: Có tổn thương một phần trung bì, đã

lấy bỏ phần thượng bì bong hoại tử; có vi khuẩn trên vết thương dựa vào kết quả định lượng vi sinh; đồng ý tự nguyện tham gia nghiên cứu.

Tiêu chuẩn loại trừ: Bệnh nhân có nhiễm trùng toàn thân; mắc đái tháo đường; đang sử dụng máy điều hòa nhịp tim và máy khử rung; phụ nữ có thai hoặc cho con bú.

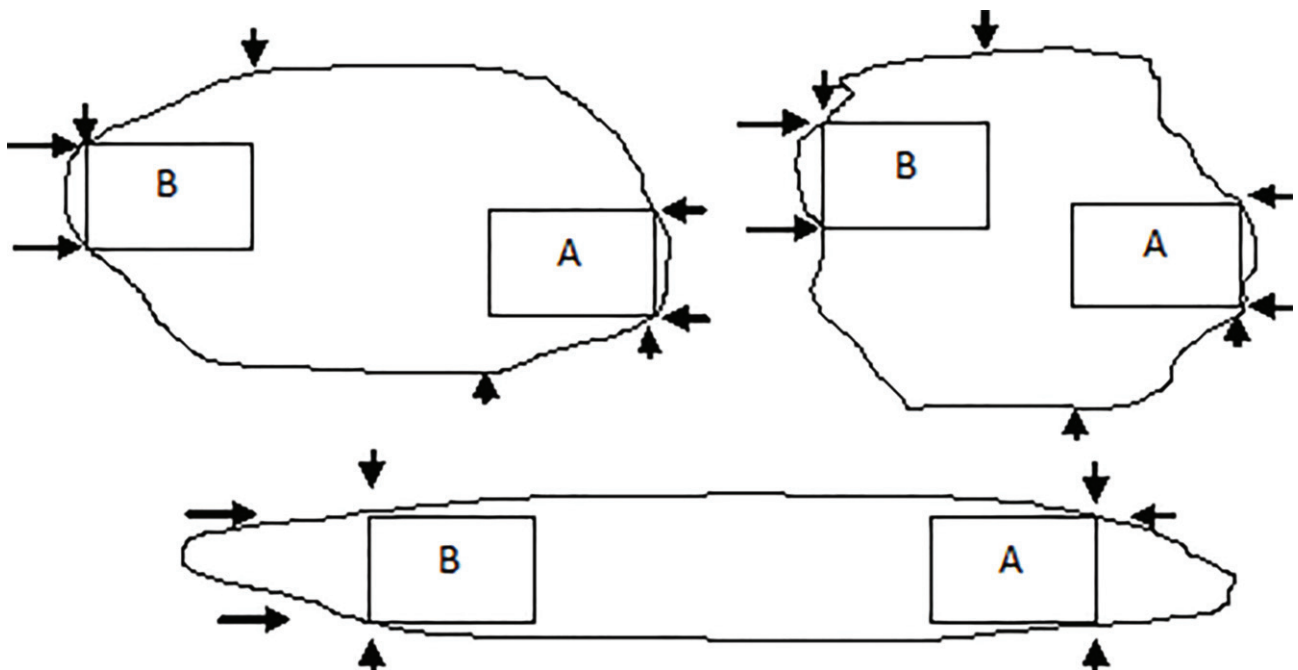
Bệnh nhân được điều trị tại Bệnh viện Phụ sản Hà Nội, Bệnh viện Việt Đức, Bệnh viện Đức Giang từ 05/2017 đến tháng 05/2019.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

+ Đây là một nghiên cứu thử nghiệm lâm sàng, có đối chứng so sánh giữa điều trị thường quy với phương pháp kết hợp điều trị bằng plasma lạnh trên cùng một loại tổn thương mất da không lộ xương.

+ Khám, đánh giá vết thương: vết thương được đánh giá bằng cách chụp ảnh có đặt thước, sau đó tính toán dựa trên hình chụp. Để đảm bảo tính thống nhất, vết thương được điều trị plasma nằm phía dưới, bên phải của vết thương (bác sĩ quan sát khi đứng phía chân bệnh nhân đang nằm), vùng đối chứng ở phía trên bên trái của vết thương. Mỗi bệnh nhân được khởi đầu nghiên cứu và ghi nhận số liệu ngay sau khi đã được lấy bỏ phần thượng bì bong hay hoại tử.

+ Quy trình điều trị:



Hình 1. Minh họa vị trí vùng nghiên cứu (A) và vùng đối chứng (B) trên vết thương

1. Cắt lọc vết thương, tháo băng.
2. Chọn vùng nghiên cứu là một hình vuông nằm sát mép vết thương phía bên phải của vết thương (bác sĩ quan sát khi đứng phía chân bệnh nhân đang nằm).
3. Chọn vùng đối chứng là một hình vuông có nằm sát mép vết thương phía bên trái của vết thương (bác sĩ quan sát khi đứng phía chân bệnh nhân đang nằm).
4. Đánh dấu các cạnh của vùng nghiên cứu và vùng đối chứng bằng bút không xóa trên vùng da lành (như hình vẽ minh họa), chụp ảnh vùng tổn thương.
5. Lấy mẫu ở mỗi vùng nghiên cứu và vùng chứng để xét nghiệm vi khuẩn, thời điểm lấy mẫu: khởi đầu nghiên cứu, giữa quá trình nghiên cứu và lúc kết thúc nghiên cứu.

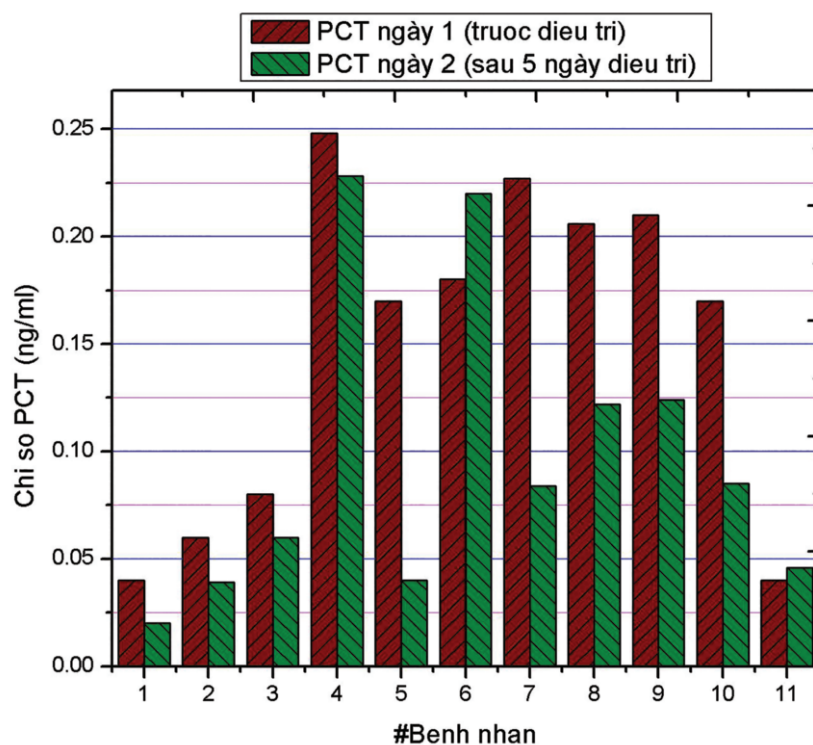
6. Làm sạch vết thương theo quy trình thường quy bao gồm: Thay băng, tưới rửa làm sạch vết thương, giả mạc hay mô hoại tử, làm sạch và tưới lại bằng nước muối sinh lý.

7. Vùng nghiên cứu được điều trị bổ sung bằng plasma lạnh với liều 10 giây/ cm² lên diện vết thương được nghiên cứu. Quy trình này được thực hiện cách nhật.

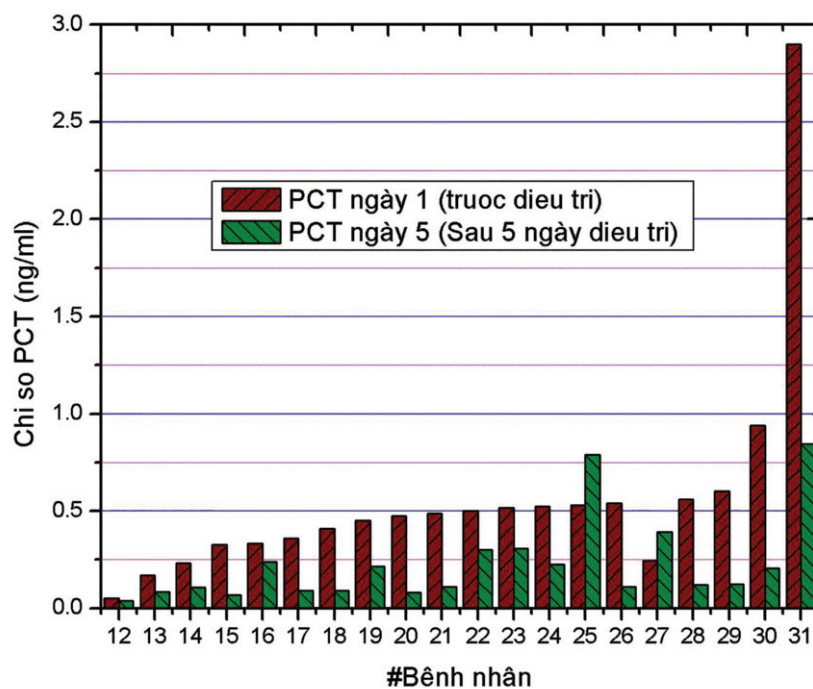
8. Đặt một lớp gạc chống dính (gạc vaseline, Urgotul, Urgotul SSD ...) lên bề mặt diện vết thương đã làm sạch, đắp chồng ra ngoài 4 – 6 lớp gạc rồi băng kín. Quy trình này được thực hiện 1 ngày 1 lần.

+ Điều trị bằng plasma lạnh: Sử dụng hệ thống máy PlasmaMed do Công ty cổ phần Công nghệ Plasma sản xuất và cung cấp. Sau khi chăm sóc vết thương tại chỗ theo quy trình thường quy, đầu phát tia plasma lạnh được giữ cách vết thương khoảng 2 – 5 mm, trong lúc phát tia plasma lạnh, di chuyển qua lại quét đều trên bề mặt vết thương với tổng thời gian quét là 10 giây nhân với diện tích vết thương điều trị (tính bằng cm²). Lập lại quy trình này mỗi 48 giờ cho đến khi vùng nghiên cứu hay vùng chứng đã được thượng bì hoá (lành).

+ Theo dõi, đánh giá: Bệnh nhân được làm các xét nghiệm thường quy trong theo dõi, đánh giá và điều trị và các xét nghiệm huyết học sinh hóa để đánh giá tính an toàn của plasma. Xét



Biểu đồ 1. Chỉ số PCT ngày 1 (trước điều trị) và ngày thứ 5 ở nhóm có PCT thấp



Biểu đồ 2. Chỉ số PCT bệnh nhân ngày 1 (trước điều trị) và sau 5 ngày điều trị

th nghiệm sinh hóa PCT, CRP đánh giá tình trạng nhiễm khuẩn, loại trừ bệnh nhân nhiễm khuẩn toàn thân; kháng sinh đồ. Xét nghiệm định lượng vi khuẩn tại vùng nghiên cứu và vùng chứng lúc khởi đầu nghiên cứu và lúc kết thúc nghiên cứu.

+ Các chỉ tiêu đánh giá: Đánh giá hiệu quả diệt khuẩn căn cứ trên sự so

sánh nồng độ vi khuẩn trước và sau khi điều trị plasma trong cả 2 lần lấy mẫu nghiên cứu: ngày 1 và ngày 5.

+ Quản lý và xử lý số liệu bằng phần mềm Epidata và SPSS 15.0.

III. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

3.1. Đánh giá hiệu quả diệt khuẩn nền vết thương qua chỉ số PCT và CRP

#bệnh nhân	Chủng vi sinh	A1T	A1S	A2T	A2S
1	Trực khuẩn gram âm	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁵	-
2	Cấu khuẩn gram (+)	-	-	10 ⁵	10 ³
	Trực khuẩn gram (+)	-	-	10 ⁵	10 ⁴
3	Trực khuẩn gram (-) không lên men	-	-	10 ⁷	10 ⁵
4	Cấu khuẩn gram dương	10 ⁶	10 ³	10 ⁶	10 ³
5	Tụ cầu	-	-	10 ⁴	-
6	Trực khuẩn gram (-)	-	-	10 ⁶	10 ³
	Trực khuẩn gram (-) không lên men	-	-	10 ⁵	10 ⁵
7	Cấu khuẩn gram dương	-	-	10 ³	-
8	Trực khuẩn gram (-)	10 ⁶	10 ⁵	10 ⁶	10 ³
9	Trực khuẩn gram (-)	10 ⁴	-	-	-
10	Cấu khuẩn gram (+)	10 ⁵	-	-	-
11	Trực khuẩn gram (-)	10 ³	10 ²	-	-

Bảng 1. Nồng độ vi khuẩn xâm nhiễm nền vết thương tại ngày thứ 1 và ngày thứ 5

+ Nhóm có chỉ số PCT thấp (PCT<0,25 ng/ml) gồm 11 trường hợp được chiếu plasma lạnh toàn bộ vết thương, kết quả nghiên cứu được biểu diễn ở Biểu đồ 3.3. Trong số 11 bệnh nhân, chỉ có 01 bệnh nhân có chỉ số PCT tăng nhẹ sau 5 ngày điều trị (9.09%), tuy nhiên vẫn trong ngưỡng an toàn (<0.25 ng/ml). Còn lại 10/11 bệnh nhân (90.91%) có chỉ số PCT đã giảm đáng kể cho thấy đáp ứng phản ứng viêm do nhiễm khuẩn đã giảm sau 5 ngày điều trị. Đối với trường hợp có PCT tăng, có thể do nhiễm khuẩn chéo trong môi trường bệnh viện, hoặc xuất hiện viêm hệ thống.

+ Ở nhóm vết thương có vùng chứng, gồm 20 bệnh nhân, là nhóm có phản ứng viêm khá rõ để quan sát, vì vậy vùng chứng là bắt buộc trong nghiên cứu. Đánh giá dựa trên mức độ giảm của chỉ số PCT sau điều trị. Biểu đồ thể hiện 18/20 bệnh nhân (90%) có chỉ số PCT đã sụt giảm rõ rệt giữa ngày 1 trước đợt điều trị và tại ngày thứ 5 sau khi điều trị, phản ánh đáp

ứng viêm do nhiễm khuẩn trên cơ thể bệnh nhân đã suy giảm đáng kể (trung bình >72,43%) và đa số về mức <0,1 ng/ml, chỉ có 2 bệnh nhân có chỉ số PCT tăng nhẹ nhưng cũng chứng tỏ phản ứng viêm trên nhóm bệnh nhân đã được kiểm soát một cách tích cực.

3.2. Đánh giá hiệu quả diệt khuẩn nền vết thương qua cấy khuẩn

+ Nhóm bệnh nhân có chỉ số PCT thấp

Ghi chú: A1T: Vùng nghiên cứu tại ngày 1 trước khi chiếu; A2S: Vùng nghiên cứu tại ngày 1 sau khi chiếu; A2T: Vùng nghiên cứu tại ngày 5 trước khi chiếu lần thứ 5; A2S: Vùng nghiên cứu tại ngày 5 sau khi chiếu lần thứ 5.

Qua lần chiếu thứ nhất (ngày 1), nồng độ vi khuẩn tồn tại trên bề mặt nền vết thương đã giảm từ 10-103 lần so với trước khi chiếu. Tại thời điểm ngày thứ 5, 6/11 bệnh nhân (1, 5, 7, 9, 10 và 11) vết thương đã sạch khuẩn hoàn toàn. Trên các bệnh nhân còn lại, các chỉ số nồng độ vi khuẩn trên nền

vết thương giữa 2 thời điểm Trước khi chiếu (A2T), Sau khi chiếu (A2S) cũng đã có những chuyển biến rõ rệt, thể hiện qua độ giảm từ 1-3 bậc lũy thừa. Đánh giá bằng hình ảnh cho thấy, vết thương đã chuyển biến tích cực: nhanh se, giảm tiết dịch, bờ mép vết thương đã liền, các mô phát triển khiến tổng thể bề mặt vết thương đồng màu.

Như vậy, kết quả giảm chỉ số đáp ứng phản ứng viêm đặc hiệu do nhiễm khuẩn - PCT, kết hợp kết quả định lượng vi sinh giữa các vùng trước chiếu, sau chiếu tại ngày thứ 1 và ngày thứ 5, cho thấy tất cả các bệnh nhân trong nhóm đáp ứng tốt với điều trị plasma lạnh.

+ Nhóm bệnh nhân có vùng chứng
Trong đó: A1T: Vùng nghiên cứu tại ngày 1 trước khi chiếu; A2S: Vùng nghiên cứu tại ngày 1 sau khi chiếu; B1: Vùng đối chứng ngày 1; A2T: Vùng nghiên cứu tại ngày 5 trước khi chiếu lần thứ 5; A2S: Vùng nghiên cứu tại ngày 5 sau khi chiếu lần thứ 5; B2: Vùng đối chứng ngày 5.

#bệnh nhân	Chủng vi sinh	A1T	A1S	B1	A2T	A2S	B2
12	Tụ cầu	10 ³	-	10 ³	-	-	-
13	Tụ cầu	-	-	-	10 ³	-	10 ³
14	Tụ cầu	-	-	-	10 ⁴	10 ³	10 ⁶
15	Trực khuẩn gram (-)	10 ⁵	10 ³	10 ⁷	10 ⁵	10 ⁵	10 ³
	Song cầu gram (+)	-	-	-	10 ³	10 ⁴	10 ⁶
16	Trực khuẩn gram (-)	10 ⁴	10 ³	10 ⁴	10 ⁶	10 ³	10 ⁴
	Trực khuẩn gram (+)	10 ³	-	10 ³	-	-	-
	Cầu khuẩn gram (+)	-	-	-	10 ⁴	-	10 ⁴
17	Trực khuẩn gram (-)	10 ³	-	-	-	-	-
	Trực khuẩn gram (+)	10 ³	-	-	-	-	-
	Cầu khuẩn gram (+)	-	-	-	10 ⁵	10 ³	10 ⁵
	Nấm	-	-	-	10 ⁵	10 ⁴	10 ⁵
18	Tụ cầu	-	-	-	10 ⁵	10 ⁴	10 ⁷
19	Trực khuẩn gram (-)	-	-	-	10 ³	-	10 ³
	Trực khuẩn gram (+)	10 ⁶	-	10 ³	-	-	-
	Song cầu gram (-)	-	-	-	-	-	-
20	Trực khuẩn gram (-)	-	-	-	10 ⁴	10 ⁴	10 ³
	Cầu khuẩn gram (+)	-	-	10 ³	-	-	-
21	Trực khuẩn gram (-)	10 ⁶	-	10 ⁴	-	-	-
	Song cầu gram (+)	10 ⁴	10 ³	10 ⁴	-	-	-
	Tụ cầu	-	-	-	10 ⁷	10 ⁵	10 ⁶
22	Trực khuẩn gram (-)	10 ⁷	10 ⁷	10 ⁵	-	-	-
	Cầu khuẩn gram (+)	-	-	-	10 ⁶	10 ⁴	10 ⁶
23	Song cầu gram (+)	10 ³	10 ³	10 ⁵	-	-	-

Bảng 2. Nồng độ vi khuẩn xâm nhiễm nền vết thương tại ngày thứ 1 và ngày thứ 5

NGHIÊN CỨU KHOA HỌC

Xét trên vùng chứng (không kết hợp chiếu plasma), tại 11/20 (55%) BN(#13; 14; 15; 16; 17; 18; 19; 22; 25; 26 và 29) các có dấu hiệu gia tăng về nồng độ và/hoặc chủng loại vi khuẩn/vi nấm xâm nhiễm trên nền vết thương, từ 10-103 lần giữa ngày thứ nhất so với nồng độ và chủng loại của ngày 5 trong nghiên cứu (hoặc phát triển thêm các chủng khác). Trong khi tại vùng nghiên cứu (có sử dụng plasma) chỉ là 5/20 (25%) bệnh nhân (BN#13; 14; 15; 29 và 30). Sự xâm nhiễm và phát triển của vi khuẩn trên nền vết thương xảy ra bởi sự kết hợp của nhiều yếu tố, tuy nhiên qua đó đã thể hiện plasma góp phần tích cực trong quá trình làm sạch, ngăn chặn và ức chế sự xâm nhiễm và phát triển của vi khuẩn nền vết thương.

Về khả năng tiêu diệt vi khuẩn tại chỗ:

Tại ngày thứ 1: 6/20 bệnh nhân chưa có vi khuẩn xâm nhiễm nền vết

thương nên không đưa vào đánh giá hiệu quả điều trị. Trên 14 bệnh nhân còn lại, plasma thể hiện hiệu quả diệt khuẩn rõ rệt ngay sau lần chiếu đầu tiên ở 12 bệnh nhân (85,71%). Theo đó, một số chủng vi khuẩn đã trở về (-) âm tính, hoặc giảm từ 1-4 bậc lũy thừa. Đặc biệt thể hiện rõ nét nhất trên các chủng trực khuẩn, là loại vi khuẩn rất phổ biến thường xâm nhiễm nền vết thương.

Tại ngày thứ 5: Hiệu quả của plasma cũng thể hiện rõ qua độ giảm đáng kể nồng độ vi khuẩn ở 17/20 bệnh nhân (chiếm 85%), trong đó trực quan nhất trên các trường hợp #13; 16; 19; 26; 27; 28 và 29 với việc một/một số chủng đã về âm tính trong khi có nồng độ và số chủng trước khi chiếu tương đương với vùng chứng. Với các trường hợp khác, nồng độ vi khuẩn cũng đã giảm từ 10-103 lần so với thời điểm trước khi chiếu. Trong khi tại vùng chứng (B2), chỉ có 8/17 bệnh

nhân (47,1%) cho độ giảm nồng độ vi khuẩn có thể quan sát được.

Kết quả này cũng phù hợp với công bố của Isbary và cộng sự (2010), theo đó nghiên cứu trên 36 bệnh nhân, hiệu quả diệt khuẩn tại vùng sử dụng plasma đạt 67%, trong khi tại vùng chứng chỉ sử dụng kháng sinh đạt 35% (chênh lệch 32%). Tại một nghiên cứu khác khi so sánh hai phiên bản thiết bị phát plasma lạnh (alpha và beta) đối với hiệu quả diệt khuẩn vết thương, tại vùng chiếu plasma cũng cho hiệu quả hơn vùng chứng với độ chênh lệch lần lượt 40% và 23.5% (Isbary và cs., 2012).

IV. KẾT LUẬN

Plasma lạnh có hiệu quả chống viêm và diệt khuẩn, phòng nhiễm khuẩn ở vết thương phần mềm ngay từ lần chiếu đầu tiên, cũng như sau 5 ngày.■

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- (1) Nguyễn Đình Bảng (1991), "Phòng chống nhiễm khuẩn tại các cơ sở ngoại khoa". Tạp chí Y học Việt Nam, (5), tr. 27 - 31.
- (2) Tian, Y., et al. (2010), "Inactivation of Staphylococcus aureus and Enterococcus faecalis by a direct-current, cold atmospheric-pressure air plasma microjet", J Biomed Res. 24(4), 264-9.
- (3) Kong, M. G., et al. (2009), "Plasma medicine: an introductory review", New Journal of Physics. 11(11), 115012.
- (4) Boekema BKHL, Vlig M, Guijt D, et al (2016). A new flexible DBD device for treating infected wounds: in vitro and ex vivo evaluation and comparison with a RF argon plasma jet. J Phys D Appl Phys. 2016;49:044001.
- (5) Boekema BKHL, Hofmann SS, van Ham BJT, Bruggeman PJ, Middelkoop E. (2013). Antibacterial plasma at safe levels for skin cells. J Phys D Appl Phys. 46:422001.
- (6) Morfill G, Shimizu T, Steffes B, Schmidt H-U (2009). Nosocomial infections-a new approach towards preventive medicine using plasmas. New J Phys. 2009;11:115019.
- (7) Li YF, Taylor D, Zimmermann JL, et al (2013). In vivo skin treatment using two portable plasma devices: comparison of a direct and an indirect cold atmospheric plasma treatment. Clin Plasma Med. 2013;1:35-9.
- (8) Isbary G, Morfill G, Schmidt HU, et al (2010). A first prospective randomized controlled trial to decrease bacterial load using cold atmospheric argon plasma on chronic wounds in patients. Br J Dermatol. 2010;163:78-82.
- (9) Do Hoang Tung et al. (2014), Cold atmospheric pressure gliding arc plasma jet for decontamination, Communications in Physics, Vol. 24, No. 3S2, pp. 129-134.
- (10) Isbary G, Morfill G, Schmidt HU et al. (2010), A first prospective randomized controlled trial to decrease bacterial load using cold atmospheric argon plasma on chronic wounds in patients, Br J Dermatol 163(1), 78-82