

TỔNG QUAN HỒI SỨC KIỂM SOÁT TỔN THƯƠNG

Nguyễn Trường Giang¹
Trần Quốc Việt², Nguyễn Trung Kiên^{1*}

TÓM TẮT

Hồi sức kiểm soát tổn thương (Damage control resuscitation) là chiến lược hồi sức hiện đại trong chấn thương nặng có xuất huyết, nhằm giảm tử vong sớm bằng cách kiểm soát mất máu và phục hồi sinh lí ngay từ giai đoạn đầu. Trên cơ sở hiểu biết về rối loạn đông máu do chấn thương và vòng xoắn tử vong, hồi sức kiểm soát tổn thương tập trung vào 7 nguyên tắc cốt lõi, bao gồm: Kiểm soát xuất huyết sớm (ngăn mất máu tiếp diễn, duy trì tưới máu cơ quan); Truyền máu cân bằng (phục hồi thể tích tuần hoàn và khả năng đông máu sinh lí); Hạn chế dịch tinh thể (tránh pha loãng yếu tố đông máu, giảm phù mô và rối loạn vi tuần hoàn); Kiểm soát thân nhiệt (ngăn hạ thân nhiệt và giảm rối loạn đông máu); Hạ huyết áp cho phép (duy trì tưới máu cơ quan thiết yếu và hạn chế tái xuất huyết); Điều chỉnh đông máu theo mục tiêu (phát hiện, điều trị sớm rối loạn đông máu do chấn thương); Phối hợp với phẫu thuật kiểm soát tổn thương (kiểm soát nhanh nguồn xuất huyết và ổn định sinh lí). Trong chiến tranh hiện đại với bậc thang điều trị nhiều tuyến, hồi sức kiểm soát tổn thương giữ vai trò chính trong duy trì ổn định sinh lí và bảo đảm chuỗi chăm sóc liên tục từ tuyến trước đến tuyến sau.

Từ khóa: Hồi sức kiểm soát tổn thương, rối loạn đông máu, sốc mất máu, truyền máu khối lượng lớn.

DAMAGE CONTROL RESUSCITATION: A NARRATIVE REVIEW

ABSTRACT

Damage control resuscitation (DCR) is a modern resuscitative strategy for severely injured patients with hemorrhage, aimed at reducing early mortality through rapid hemorrhage control and early restoration of physiological stability. Based on current understanding of trauma-induced coagulopathy and the lethal triad, DCR emphasizes 7 core principles, including: Early hemorrhage control (prevent ongoing blood loss and maintain organ perfusion); Balanced transfusion (restore circulating volume and physiological coagulation capacity); Restriction of crystalloid fluids (avoid dilution of clotting factors, reduce tissue edema and microcirculatory disturbances); Temperature control (prevent hypothermia and reduce coagulopathy); Permissive hypotension (maintain perfusion of vital organs while minimizing re-bleeding); Goal-directed coagulation management (early detection and treatment of trauma-induced coagulopathy); Integration with damage control surgery (rapid control of bleeding sources and physiological stabilization). In modern warfare, characterized by a multi-echelon medical system and prolonged evacuation times, DCR plays a central role in maintaining physiological stability and ensuring continuity of casualty care from the point of injury to higher-level surgical facilities.

Keywords: Damage control resuscitation, coagulopathy, hemorrhagic shock, massive transfusion.

Chịu trách nhiệm nội dung: Nguyễn Trung Kiên, email: drkien103@gmail.com

Ngày nhận bài: 08/3/2026; mời phản biện khoa học: 3/2026; chấp nhận đăng: 07/4/2026.

¹Cục Quân y; ²Bệnh viện Quân y 175.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Chấn thương nặng trong thời bình hoặc do nổ mìn, đạn xuyên phá, vũ khí năng lượng cao... thường gây mất máu nhanh và tổn thương đa cơ quan, đe dọa tính mạng ngay từ giai đoạn đầu. Xuất huyết không kiểm soát là nguyên nhân tử vong sớm hàng đầu có thể phòng ngừa nếu được xử trí kịp thời [1]. Điều này khẳng định: “cửa sổ sinh tồn” của thương binh nằm ở giai đoạn sớm, ngay tại tuyến trước và trong quá trình vận chuyển. Trong thời bình, chấn thương nặng do tai nạn giao thông, tai nạn lao động hoặc thảm họa cũng có cơ

chế sinh lí bệnh tương tự, đặc trưng bởi sốc mất máu, rối loạn đông máu và suy vi tuần hoàn nếu không được xử trí kịp thời. Trong nhiều năm, hồi sức ban đầu chủ yếu dựa vào truyền dịch tinh thể khối lượng lớn nhằm phục hồi huyết áp. Tuy nhiên, cách tiếp cận này có thể làm pha loãng các yếu tố đông máu, tăng phù mô, gây nặng thêm rối loạn đông máu do chấn thương [8].

Các nghiên cứu gần đây cho thấy rối loạn đông máu do chấn thương (Trauma-induced coagulopathy - TIC) xuất hiện sớm ngay khi nhập viện và có liên quan độc lập với tăng nguy cơ tử vong.

Cơ chế của TIC bao gồm hoạt hóa hệ protein C, tổn thương nội mô và tăng tiêu sợi huyết, vượt ra ngoài khái niệm “pha loãng đơn thuần” [12, 19]. Hiểu biết này đã làm thay đổi cách tiếp cận hồi sức từ “bù dịch - nâng huyết áp” sang “kiểm soát sớm các rối loạn sinh lí đang tiến triển”. Trên cơ sở đó, chiến lược hồi sức kiểm soát tổn thương (Damage control resuscitation - DCR) được hình thành nhằm ngăn chặn “tam chứng tử vong” trong chấn thương nặng (gồm rối loạn đông máu; toan chuyển hóa; hạ thân nhiệt).

Bài viết này nhằm tổng quan cơ sở sinh lí bệnh, các nguyên tắc cốt lõi và khả năng triển khai chiến lược DCR trong điều trị chấn thương nặng, đặc biệt trong bối cảnh chiến tranh và thảm họa.

2. CƠ SỞ SINH LÝ BỆNH

2.1. Rối loạn đông máu do chấn thương

Một trong những cơ sở sinh lí bệnh cốt lõi của DCR là xuất hiện sớm tình trạng TIC sau chấn thương, ngay khi người bệnh (NB) nhập viện. Moore và cộng sự ghi nhận khoảng 25-35% NB chấn thương nặng có biểu hiện rối loạn đông máu ban đầu. Tình trạng này tương quan độc lập với tăng tỉ lệ tử vong [12]. Trên thực hành lâm sàng, TIC thường được nhận diện qua PT/INR kéo dài (INR $\geq 1,5$), giảm fibrinogen huyết tương ($< 1,5-2,0$ g/L), giảm số lượng hoặc rối loạn chức năng tiểu cầu và các bất thường trên xét nghiệm đàn hồi huyết khối (TEG/ROTEM) [12, 18, 19]. Hướng dẫn của Hiệp hội chuyên gia châu Âu về chăm sóc xuất huyết nặng sau chấn thương năm 2023 khuyến cáo đánh giá sớm PT/aPTT, fibrinogen và đông máu toàn diện để phát hiện thiếu fibrinogen hoặc tăng tiêu sợi huyết ngay trong giờ đầu [19].

Về cơ chế, TIC không đơn thuần là hậu quả của pha loãng do truyền dịch. Tổn thương mô kết hợp sốc mất máu kích hoạt hệ protein C nội sinh, ức chế các yếu tố V và VIII, thúc đẩy tăng tiêu sợi huyết thông qua hoạt hóa plasmin; đồng thời, gây tổn thương nội mô và phá hủy glycocalyx mạch máu. Moore mô tả bệnh lí nội mô do chấn thương “endotheliopathy” là một yếu tố trung tâm làm rối loạn cân bằng đông máu - tiêu sợi huyết và suy giảm chức năng tiểu cầu [12]. Những biến đổi này phù hợp với mô hình “tam chứng tử vong” do Rotondo và Holcomb đề xuất; trong đó, toan chuyển hóa và hạ thân nhiệt làm giảm hoạt tính enzym đông máu, tiếp tục làm nặng thêm rối loạn đông máu ban đầu

[8, 16, 19]. Các xét nghiệm đàn hồi huyết khối tại giường (TEG/ROTEM) cho thấy TIC có thể biểu hiện bằng kéo dài thời gian khởi phát đông máu (R time/CT), giảm độ bền cục máu đông (MA/MCF) và tăng tiêu sợi huyết (LY30 hoặc ML tăng) - những biến đổi liên quan đến tăng nhu cầu truyền máu khối lượng lớn và tử vong [12, 19]. Hướng dẫn khuyến cáo bổ sung fibrinogen khi nồng độ $< 1,5-2,0$ g/L hoặc khi biên độ cục máu đông sau 5 phút trong xét nghiệm FIBTEM của ROTEM giảm, thay vì chờ biểu hiện chảy máu rõ rệt trên lâm sàng. Vì vậy, DCR tập trung vào điều chỉnh đông máu từ sớm bằng truyền máu cân bằng, bổ sung fibrinogen và điều trị theo mục tiêu dựa trên đánh giá tại giường [18, 19]. Nếu không can thiệp kịp thời, TIC sẽ làm mất máu tiến triển, tăng nhu cầu truyền máu khối lượng lớn, dẫn đến tiên lượng kém đi ngay cả khi đã kiểm soát được tổn thương giải phẫu [3, 12].

2.2. Toan chuyển hóa và thiếu oxy mô

Sốc mất máu làm giảm tưới máu vi tuần hoàn, buộc tế bào chuyển sang chuyển hóa yếm khí và tăng lactate máu. Hướng dẫn mới đây khuyến cáo sử dụng xét nghiệm lactate và kiểm thiếu để đánh giá mức độ sốc và theo dõi đáp ứng hồi sức ở NB xuất huyết nặng [18, 19]. Moore và cộng sự nhấn mạnh việc tăng lactate là biểu hiện trong sốc chấn thương và liên quan với rối loạn đông máu cũng như tiên lượng xấu [12]. Vì vậy, lactate không chỉ là dấu ấn thiếu oxy mô mà còn là chỉ số theo dõi hiệu quả hồi sức.

Toan chuyển hóa không đơn thuần là hậu quả của sốc mà còn trực tiếp làm giảm chức năng đông máu. European trauma guideline 2023 nhấn mạnh toan máu và hạ thân nhiệt làm giảm hoạt tính các yếu tố đông máu và suy giảm chức năng tiểu cầu. Do đó, cần được điều chỉnh song song với kiểm soát xuất huyết [18, 19]. Sự kết hợp giữa các yếu tố trong “tam chứng tử vong” được mô tả trong chiến lược kiểm soát tổn thương; trong đó, mỗi yếu tố có thể làm trầm trọng yếu tố còn lại [8, 20]. Về mặt sinh lí, môi trường toan làm giảm hiệu quả quá trình hình thành và ổn định cục máu đông, giảm đáp ứng của cơ tim với catecholamine, góp phần làm nặng thêm tình trạng tụt huyết áp trong sốc mất máu [8, 12, 19]. Vì vậy, theo dõi động học lactate và các chỉ số tưới máu mô có giá trị quan trọng trong đánh giá đáp ứng hồi sức và định hướng xử trí tiếp theo.

2.3. Tổn thương nội mô và bệnh lí nội mô do chấn thương

Gần đây, tổn thương nội mô mạch máu giữ vị trí trung tâm trong sinh lí bệnh chấn thương nặng. Sốc mất máu và tổn thương mô kích hoạt đáp ứng viêm toàn thân, gây tổn thương sớm nội mô và lớp glyocalyx, dẫn đến rối loạn điều hòa đông máu - tiêu sợi huyết và tăng tính thấm mao mạch. Quá trình này đi kèm hoạt hóa hệ protein C, tăng tiêu sợi huyết và giảm chức năng tiểu cầu, góp phần hình thành rối loạn đông máu do chấn thương ngay từ thời điểm nhập viện [12]. Theo European trauma guideline 2023, tổn thương nội mô và tăng tiêu sợi huyết là các rối loạn sinh lí bệnh quan trọng trong xuất huyết nặng; giảm fibrinogen sớm và tăng tiêu fibrin có ý nghĩa tiên lượng xấu [18, 19]. Các rối loạn này thường đi kèm tăng lactate và toan chuyển hóa, phản ánh mối liên hệ chặt chẽ giữa suy vi tuần hoàn, tổn thương nội mô và rối loạn đông máu [12, 19]. Mất cân bằng giữa đông máu và tiêu sợi huyết trên nền nội mô tổn thương khiến xuất huyết có thể tiếp diễn ngay cả khi huyết áp hệ thống đã được phục hồi [19]. Tổn thương nội mô, vì vậy, được xem là mắt xích trung tâm trong vòng xoắn sinh lí bệnh của chấn thương nặng, liên kết giữa sốc mất máu, rối loạn đông máu và “tam chứng tử vong” [8].

Những hiểu biết này cho thấy rối loạn sinh lí trong chấn thương nặng không chỉ là hậu quả của mất máu đơn thuần mà là một hội chứng phức tạp liên quan đến tổn thương nội mô và rối loạn vi tuần hoàn. Vì vậy, DCR không chỉ nhằm phục hồi thể tích tuần hoàn, mà còn hướng tới bảo tồn chức năng nội mô và ổn định vi tuần hoàn thông qua truyền máu cân bằng, điều chỉnh đông máu theo mục tiêu và hạn chế dịch tinh thể [18, 19].

3. NGUYÊN TẮC CỐT LÕI TRONG DCR

3.1. Kiểm soát xuất huyết sớm

Kiểm soát xuất huyết sớm là trụ cột của DCR, vì thời gian đạt được cầm máu quyết định đến khả năng sống còn ở NB chấn thương nặng có xuất huyết. Có 87% trường hợp tử vong trên chiến trường của Quân đội Hoa Kỳ (2001-2011) xảy ra trước khi tiếp cận cơ sở điều trị và trong số tử vong có thể phòng ngừa, xuất huyết chiếm tỉ lệ cao [7]. Điều này cho thấy cần thay đổi cách tiếp cận từ “ưu tiên phục hồi huyết áp” sang “ưu tiên cầm máu sớm kết hợp hồi sức và phẫu thuật kiểm soát tổn thương (damage control surgery - DCS)”. Từ đó, khi xây dựng khái niệm DCR, Holcomb và cộng sự

cho rằng hồi sức và cầm máu phải được tiến hành song song. Truyền máu cân bằng, hạn chế dịch tinh thể hay điều chỉnh rối loạn đông máu chỉ thực sự phát huy tác dụng khi xuất huyết được kiểm soát kịp thời [8]. Lamb và cộng sự cũng nhấn mạnh sự phối hợp giữa DCR và DCS; nếu cầm máu bị trì hoãn, toan chuyển hóa và rối loạn đông máu sẽ nặng lên, làm giảm hiệu quả các biện pháp hồi sức, khiến NB dễ rơi vào vòng xoắn bệnh lí [11].

Trong điều kiện chiến trường, kiểm soát xuất huyết ngoại viện giữ vai trò quyết định, đặc biệt đối với xuất huyết ngoại vi. Có thể sử dụng băng ép, băng chèn, gạc cầm máu (chứa chitosan hoặc kaolin...), garo chi thể ngay tại hiện trường. Đối với xuất huyết ở thân người, cách tiếp cận cần toàn diện hơn: vừa kiểm soát nguồn xuất huyết sớm, vừa triển khai hồi sức truyền máu cân bằng nhằm hạn chế tiến triển của rối loạn đông máu và cải thiện kết quả điều trị [3, 5]. Các hướng dẫn điều trị xuất huyết lớn sau chấn thương đều thống nhất đặt cầm máu lên ưu tiên hàng đầu, đồng thời khởi động điều chỉnh đông máu ngay từ sớm (tiêm tranexamic acid; truyền fibrinogen, tiểu cầu, huyết tương tươi đông lạnh...) [18, 19].

3.2. Truyền máu cân bằng

Một thay đổi bước ngoặt trong hồi sức chấn thương là chuyển từ truyền dịch tinh thể khối lượng lớn sang truyền máu cân bằng ngay từ đầu. Nghiên cứu của Holcomb và cộng sự cho thấy truyền huyết tương và tiểu cầu theo tỉ lệ gần với hồng cầu (xấp xỉ 1:1:1) có liên quan đến cải thiện sống còn ở NB cần truyền máu khối lượng lớn [8]. Cơ sở sinh lí bệnh của cách tiếp cận này nằm ở đặc điểm rối loạn đông máu do chấn thương xuất hiện sớm trong quá trình tiến triển của sốc mất máu (rối loạn này xuất hiện ngay khi NB nhập viện và liên quan với tăng nguy cơ tử vong) [12]. Nếu chỉ truyền hồng cầu đơn thuần, NB dễ rơi vào tình trạng pha loãng thêm yếu tố đông máu và tiểu cầu, làm trầm trọng mất cân bằng giữa quá trình đông máu và tiêu sợi huyết. Từ đó, kéo dài xuất huyết và tăng nhu cầu truyền máu khối lượng lớn. Nghiên cứu khác của Cannon và cộng sự cho thấy việc triển khai truyền máu cân bằng ngay từ sớm, đồng thời với kiểm soát xuất huyết tích cực, có liên quan đến cải thiện kết quả điều trị và giảm tử vong do xuất huyết nặng trên chiến trường. Tác giả nhấn mạnh truyền máu cân bằng là vấn đề cốt lõi của mô hình hồi sức phối hợp trong tổn thương năng lượng cao [3].

Để dự báo sớm nhu cầu truyền máu khối lượng lớn ở NB chấn thương, Moore L.J và cộng sự đã phát

triển mô hình học máy. Kết quả cho thấy việc nhận diện sớm những trường hợp nguy cơ cao có thể hỗ trợ kích hoạt kịp thời truyền máu cân bằng [13]. So với các phương pháp phân tầng truyền thống, mô hình dựa trên dữ liệu ban đầu đạt độ chính xác cao hơn, góp phần cải thiện ra quyết định hồi sức ngay từ sớm. Các khuyến cáo điều trị xuất huyết lớn sau chấn thương tại châu Âu nhấn mạnh cần truyền huyết tương sớm song song với truyền hồng cầu ở NB có nguy cơ xuất huyết nặng. Đồng thời, bổ sung tiểu cầu để duy trì ngưỡng an toàn, không chờ các chỉ số đông máu rối loạn rõ rệt mới can thiệp [18, 19]. Điều này khẳng định truyền máu vừa là biện pháp bù đắp muộn, vừa là can thiệp sinh lý chủ động nhằm kiểm soát rối loạn đông máu ngay từ đầu.

3.3. Hạn chế dịch tinh thể

Hạn chế truyền dịch tinh thể trong giai đoạn sớm là một nguyên tắc của DCR. Trước đây, truyền nhanh lượng lớn dịch tinh thể thường được xem là biện pháp chính để phục hồi huyết động ở NB sốc mất máu. Tuy nhiên, Holcomb và cộng sự cho rằng điều này có thể dẫn đến pha loãng các yếu tố đông máu, làm nặng thêm rối loạn đông máu sớm và góp phần duy trì tam chứng tử vong [8]. Các khuyến cáo điều trị xuất huyết lớn sau chấn thương tại châu Âu đều thống nhất hạn chế truyền dịch tinh thể và ưu tiên truyền máu sớm ở NB nghi ngờ xuất huyết nặng. Thay vì chỉ tập trung bù thể tích tuần hoàn, cách tiếp cận hiện nay hướng tới duy trì các mục tiêu sinh lý của đông máu, trong đó fibrinogen cần đạt tối thiểu 1,5-2,0 g/L, số lượng tiểu cầu duy trì trên 50 G/L; riêng trong chấn thương sọ não, ngưỡng tiểu cầu được khuyến nghị trên 100 G/L [18, 19]. Những chỉ số này cho thấy trọng tâm điều trị đã chuyển từ phục hồi thể tích đơn thuần sang bảo tồn và tái lập năng lực cầm máu sinh lý của cơ thể.

Khi nội mô và lớp glycocalyx đã tổn thương, truyền lượng lớn dịch tinh thể khiến dịch thoát vào khoảng kẽ nhiều hơn, gây phù mô và rối loạn tưới máu vi mạch [12, 19]. Lúc này, dù huyết áp có thể cải thiện thoáng qua nhưng tình trạng thiếu oxy mô chưa được giải quyết. Nồng độ lactate máu và chỉ số kiềm thiếu - hai thông số đánh giá mức độ sốc và đáp ứng hồi sức - vẫn có thể ở mức bất lợi [18, 19]. Toan chuyển hóa kéo dài làm suy giảm hoạt tính các yếu tố đông máu, gây thêm rối loạn cầm máu và gia tăng nhu cầu truyền máu trong các giai đoạn tiếp theo [3]. Theo cách tiếp cận này, dịch tinh thể không còn là phương tiện hồi sức chính mà chỉ được sử dụng trong giới hạn cần thiết. Hồi sức hiện

đại không còn chỉ nhằm phục hồi thể tích tuần hoàn đơn thuần, mà hướng tới duy trì điều kiện sinh lý thuận lợi cho cầm máu và ổn định vi tuần hoàn.

3.4. Kiểm soát thân nhiệt

Hạ thân nhiệt là một thành phần quan trọng của tam chứng tử vong trong chấn thương nặng. Thân nhiệt giảm làm hoạt tính các enzym đông máu và chức năng tiểu cầu suy giảm, gây nặng thêm rối loạn cầm máu [16, 18, 19]. Vì vậy, duy trì thân nhiệt bình thường là một mục tiêu quan trọng trong DCR.

Các biện pháp kiểm soát thân nhiệt bao gồm làm ấm chủ động NB bằng chăn sưởi hoặc hệ thống làm ấm, truyền dịch và chế phẩm máu đã được làm ấm, hạn chế bộc lộ cơ thể kéo dài trong quá trình cấp cứu và duy trì nhiệt độ phòng phù hợp (28-29°C) khi điều kiện cho phép [18, 19]. Có thể sử dụng các biện pháp làm ấm bổ sung hỗ trợ như làm ấm khí thở, rửa dạ dày bằng dung dịch ấm [18]. Trong điều kiện chiến trường hoặc dã chiến, việc phòng và điều chỉnh hạ thân nhiệt có ý nghĩa đặc biệt quan trọng vì môi trường lạnh, mất máu và truyền dịch có thể nhanh chóng làm giảm thân nhiệt, góp phần thúc đẩy vòng xoắn sinh lý bệnh của chấn thương nặng [3, 18]. Đây là hướng để nghiên cứu, phát triển nhiều phương tiện làm ấm, giữ nhiệt cho thương binh tại trận địa.

3.5. Hạ huyết áp cho phép

Một cách tiếp cận duy trì huyết áp ở mức thấp nhưng đủ tưới máu các cơ quan sống còn trong thời gian chờ kiểm soát xuất huyết triệt để là hạ huyết áp cho phép (permissive hypotension). NB đang xuất huyết lớn sau chấn thương được khuyến cáo duy trì huyết áp tâm thu khoảng 80-90 mmHg cho đến khi cầm được máu, trừ trường hợp có chấn thương sọ não nặng cần duy trì huyết áp cao hơn để bảo đảm tưới máu não [18, 19]. Tiếp cận này phản ánh sự thay đổi trong tư duy hồi sức: thay vì cố gắng đưa huyết áp về "bình thường" ngay lập tức, mục tiêu là tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình cầm máu và hạn chế nguy cơ tái xuất huyết. Cơ sở của việc này là nếu phục hồi huyết áp về mức bình thường khi nguồn xuất huyết chưa được kiểm soát, áp lực trong lòng mạch có thể tăng làm bong huyết khối tạm thời và gây xuất huyết tiếp diễn. Ngược lại, nếu duy trì huyết áp quá thấp kéo dài làm tăng nặng thiếu oxy mô, tăng lactate và toan chuyển hóa, thúc đẩy vòng xoắn bệnh lý trong chấn thương nặng [8, 19].

Hạ huyết áp cho phép là duy trì mức huyết áp mục tiêu đủ tưới máu cơ quan thiết yếu, hạn chế tái xuất huyết. Roberts và cộng sự cho rằng

hồi sức cần được cá thể hóa theo mức độ xuất huyết và tình trạng sốc, tránh phục hồi huyết áp quá mức khi nguồn xuất huyết chưa được kiểm soát [15]. Trong DCR, huyết áp không phải là mục tiêu độc lập, mà là một thông số sinh lí cần được điều chỉnh song song với truyền máu cân bằng và kiểm soát xuất huyết nhằm duy trì cầm máu hiệu quả và ổn định nội môi.

3.6. Điều chỉnh đông máu theo mục tiêu

Tiến bộ trong hiểu biết về rối loạn đông máu do chấn thương đã thay đổi cách tiếp cận truyền máu, từ áp dụng “công thức cố định” sang điều chỉnh đông máu theo tình trạng sinh lí từng NB. Các xét nghiệm thường quy như PT và aPTT không phản ánh đầy đủ động học hình thành và li giải cục máu đông. Vì vậy, phụ thuộc hoàn toàn vào các xét nghiệm này trong xuất huyết nặng có thể làm chậm quá trình điều chỉnh đông máu kịp thời. Các khuyến cáo châu Âu về xử trí xuất huyết lớn sau chấn thương đề xuất sử dụng các xét nghiệm đàn hồi cục máu đông tại giường để định hướng điều trị xuất huyết nặng hoặc nghi ngờ tăng tiêu sợi huyết. Phương pháp này giúp phát hiện sớm rối loạn đông máu và điều chỉnh kịp thời theo mục tiêu sinh lí. Duy trì nồng độ fibrinogen ở mức $\geq 1,5\text{-}2,0$ g/L, bổ sung fibrinogen hoặc tủa lạnh khi thấp hơn ngưỡng này; tiểu cầu cần duy trì $> 50\text{G/L}$ (và > 100 G/L ở NB chấn thương sọ não nặng) để bảo đảm hiệu quả cầm máu [18, 19]. Nghiên cứu của Moore và cộng sự cho thấy giảm fibrinogen và tình trạng tăng tiêu sợi huyết có liên quan chặt chẽ với tăng nguy cơ tử vong ở NB chấn thương nặng [12]. Rối loạn đông máu vừa là hậu quả của mất máu, vừa là yếu tố tiên lượng quan trọng. Do đó, điều trị hiện nay hướng tới điều chỉnh theo rối loạn đông máu cụ thể của từng NB thay vì áp dụng tỉ lệ truyền máu cố định.

Trong mô hình DCR, điều chỉnh đông máu theo mục tiêu giúp tối ưu hóa hiệu quả cầm máu, giảm việc truyền máu không cần thiết và hạn chế nguy cơ biến chứng liên quan đến chế phẩm máu. Phương pháp này đặc biệt quan trọng trong môi trường chiến tranh hoặc thảm họa, khi nguồn máu và các phương tiện xét nghiệm có hạn. Lúc này, việc cá thể hóa điều chỉnh đông máu không chỉ nâng cao kết quả điều trị mà còn giúp sử dụng hợp lí nguồn lực, bảo đảm khả năng duy trì hồi sức cho nhiều NB cùng lúc.

3.7. Kết hợp DCR với DCS

DCS đóng vai trò then chốt trong DCR, nhất là với NB chấn thương nặng. DCS thường được thực

hiện sau khi các yếu tố đe dọa tính mạng đã được kiểm soát. Holcomb nhấn mạnh: DCS không chỉ là bước tiếp theo sau hồi sức mà còn là phần thiết yếu trong quá trình điều trị tổng thể. Các nghiên cứu gần đây khẳng định: DCR kết hợp DCS làm giảm rõ rệt tỉ lệ tử vong và các biến chứng nghiêm trọng [8, 9].

DCS kết hợp hồi sức sớm giúp rút ngắn thời gian phẫu thuật, duy trì ổn định sinh lí, nâng cao hiệu quả điều trị [4, 11]. Điều này càng có ý nghĩa trong điều kiện chiến trường khi thời gian và nguồn lực bị giới hạn. Thực hiện đồng thời phẫu thuật và hồi sức tối ưu hóa khả năng cứu sống và phục hồi chức năng, giảm tình trạng thiếu oxy mô, suy đa cơ quan [13, 15]. Ngoài ra, can thiệp nội mạch (nút mạch chọn lọc, bóng chẹn động mạch chủ) đã chứng minh hiệu quả kiểm soát xuất huyết tạm thời, đặc biệt ở vùng chậu và các mạch máu lớn [9]. Sự kết hợp giữa các phương pháp này với DCS trong phòng mổ hybrid khi có thể đồng thời thực hiện phẫu thuật mở và can thiệp nội mạch giúp rút ngắn thời gian điều trị và giảm nguy cơ tổn thương cơ quan sống còn [2, 10].

4. DCR TRONG CHIẾN TRANH

4.1. Hồi sức ngoại viện

Eastridge và cộng sự phân tích 4.596 ca tử vong trên chiến trường của Quân đội Hoa Kỳ, thấy phần lớn tử vong xảy ra trước khi NB tiếp cận được với cơ sở điều trị có khả năng phẫu thuật; trong nhóm tử vong có thể phòng ngừa, xuất huyết chiếm khoảng 90% [7]. Nghiên cứu khác của Kragh và cộng sự trên 232 thương binh tổn thương chi thể tại Iraq và Afghanistan, thấy đặt garo trước khi NB có sốc giúp cải thiện rõ rệt tỉ lệ sống còn, trong khi đặt garo lúc sốc đã xuất hiện làm giảm đáng kể tỉ lệ này [10]. Những bằng chứng này cho thấy điều quan trọng không chỉ nằm ở bản thân biện pháp cầm máu, mà ở thời điểm triển khai can thiệp. “Cửa sổ sinh tồn” của thương binh tập trung ở giai đoạn ngoại viện; khi sốc và rối loạn đông máu đã thiết lập, các can thiệp tại chỗ giảm hiệu quả và vẫn tăng nguy cơ tử vong. Vì vậy, kiểm soát xuất huyết được thực hiện càng sớm càng tốt, trước khi rối loạn sinh lí toàn thân tiến triển. Nghiên cứu tổng quan về kiểm soát tổn thương cho thấy việc sử dụng garo chi thể, băng ép và các phương tiện cầm máu tại chỗ đã trở thành cấu phần không thể thiếu trong hệ thống cấp cứu thương binh hiện đại [3, 5]. Tuy nhiên, với xuất huyết ở thân người không thể kiểm soát hoàn toàn bằng các biện pháp cơ học, cách tiếp cận ngoại viện cần toàn diện hơn.

Bên cạnh việc cầm máu tại chỗ, khởi động truyền máu sớm thay vì chỉ truyền dịch tinh thể giúp hạn chế pha loãng yếu tố đông máu và duy trì khả năng cầm máu tự nhiên của cơ thể trước khi phẫu thuật triệt để [3]. Khuyến cáo hiện hành về xử trí xuất huyết lớn sau chấn thương nhấn mạnh truyền máu sớm và theo dõi sát các chỉ số sinh lí để đánh giá mức độ sốc và đáp ứng hồi sức [18, 19].

Trong chiến tranh hiện đại, khi thời gian vận chuyển có thể kéo dài và tổn thương thường do cơ chế năng lượng cao, việc triển khai DCR ngay từ tuyến trước có ý nghĩa quyết định trong việc giảm tử vong sớm do xuất huyết. Kiểm soát xuất huyết kịp thời, hạn chế sử dụng dịch tinh thể, khởi động truyền máu sớm để duy trì huyết động tạm thời và làm chậm tiến triển của rối loạn đông máu, thiếu tưới máu mô trước khi NB được can thiệp phẫu thuật triệt để. Để đạt hiệu quả cao, cần có hệ thống huấn luyện, trang bị đầy đủ và quy trình kích hoạt DCR thống nhất, bảo đảm được triển khai liên tục và đồng bộ từ chiến trường đến cơ sở phẫu thuật tuyến sau.

4.2. Vận chuyển thương binh

Trong mô hình bảo đảm quân y, giai đoạn vận chuyển thương binh cần được xem là một phần của quá trình điều trị liên tục. Đây là thời điểm tình trạng huyết động và rối loạn đông máu có thể tiến triển nhanh, nhất là khi nguồn xuất huyết chưa được kiểm soát triệt để. DCS và DCR phải được triển khai như một chuỗi liên hoàn, đồng bộ, nhằm duy trì trạng thái sinh lí ổn định để chuyển sang bước can thiệp tiếp theo [11]. Holcomb nhấn mạnh vai trò của truyền máu sớm để hạn chế tiến triển rối loạn đông máu và toan chuyển hóa trong thời gian chờ kiểm soát triệt để nguồn xuất huyết [8].

Thực tiễn điều trị thương binh cho thấy ưu tiên truyền máu trong quá trình vận chuyển giúp bảo tồn khả năng cầm máu tự nhiên và hạn chế pha loãng yếu tố đông máu tốt hơn so với dịch tinh thể [3, 4]. Bên cạnh đó, xử trí xuất huyết lớn sau chấn thương khuyến cáo sử dụng tranexamic acid càng sớm càng tốt, trong vòng 3 giờ sau chấn thương, với liều 1g truyền tĩnh mạch trong 10 phút, tiếp theo 1g truyền trong 8 giờ để hạn chế tăng tiêu sợi huyết và giảm tử vong do xuất huyết [19]. Triển khai các can thiệp này trong quá trình vận chuyển giúp chủ động kiểm soát sinh lí bệnh, không chờ đến khi tiếp cận cơ sở phẫu thuật.

Như vậy, vận chuyển thương binh trong chiến tranh hiện đại không chỉ là đưa người bị thương đến tuyến sau nhanh nhất có thể, mà là duy trì được sự ổn định sinh lí trong suốt quá trình.

5. KHÓ KHĂN VÀ ĐỊNH HƯỚNG TRIỂN KHAI

5.1. Khó khăn

- Về thực hành DCR: DCR dựa trên nền tảng sinh lí bệnh rõ ràng và đã chứng minh vai trò cải thiện tỉ lệ sống còn ở NB chấn thương xuất huyết nặng [3, 8]. Tuy nhiên, việc triển khai DCR trong thực tế, nhất là trong điều kiện chiến tranh hoặc thảm họa quy mô lớn còn nhiều khó khăn cả ở mức độ sinh lí bệnh cá thể lẫn tổ chức hệ thống.

DCR nhấn mạnh truyền máu sớm và cân bằng nhằm hạn chế tiến triển TIC. Tuy nhiên, truyền máu khối lượng lớn vẫn có thể gây ra những biến đổi sinh lí đáng kể nếu không được theo dõi và điều chỉnh chặt chẽ. Truyền máu tích cực xử trí xuất huyết lớn sau chấn thương có thể dẫn đến hạ Calci máu do citrate, rối loạn Kali máu, toan chuyển hóa và hạ thân nhiệt [18, 19]. Calci đóng vai trò thiết yếu trong quá trình hoạt hóa các yếu tố đông máu và co bóp cơ tim. Hạ Calci máu sẽ làm nặng thêm rối loạn đông máu và suy giảm huyết động nếu không được phát hiện, xử trí kịp thời [19]. Điều này tạo ra thách thức thực tế trong môi trường tác chiến, vì việc theo dõi và điều chỉnh kịp thời không phải lúc nào cũng khả thi.

Bên cạnh đó, truyền máu khối lượng lớn còn có nguy cơ tổn thương phổi cấp liên quan truyền máu, quá tải tuần hoàn và rối loạn điều hòa miễn dịch [19]. Trong bối cảnh nội mô đã bị tổn thương lan tỏa và glycocalyx bị phá hủy - đặc điểm sinh lí bệnh quan trọng của TIC - tăng tính thấm mao mạch và phù mô càng dễ xảy ra khi hồi sức không được kiểm soát hợp lí [12]. Một số nghiên cứu đã xác định toan chuyển hóa, hạ thân nhiệt và rối loạn đông máu tạo thành "tam chứng tử vong" trong chấn thương nặng. Nếu hồi sức không được điều chỉnh theo mục tiêu sinh lí, chính các can thiệp điều trị có thể góp phần duy trì và tăng nặng vòng xoắn bệnh lí này [16, 20]. Ngoài ra, khi quyết định áp dụng DCR và DCS, cần phải đánh giá chính xác mức độ sốc và khả năng bù trừ sinh lí của từng NB. Roberts và cộng sự nhấn mạnh chỉ định can thiệp kiểm soát tổn thương cần được cá thể hóa, tránh lạm dụng hoặc áp dụng cứng nhắc trong những trường hợp không phù hợp [15]. Điều này đòi hỏi năng lực chuyên sâu và kinh nghiệm của đội ngũ hồi sức để đưa ra quyết định chính xác, phù hợp với tình trạng của từng NB.

- Về bảo đảm máu và chế phẩm máu cho tiền tuyến, hiệu quả phụ thuộc rất lớn vào năng lực tổ chức và hậu cần. Các phân tích về DCR trong cấp cứu thương binh cho thấy hiệu quả của truyền máu sớm và cân bằng phụ thuộc chặt chẽ vào năng lực bảo đảm máu và chế phẩm máu của hệ thống hậu

cần, vốn cần được chuẩn hóa và duy trì ổn định từ thời bình [3, 4]. Khó khăn lớn trong tổ chức hệ thống là bảo đảm nguồn máu và chế phẩm máu, đặc biệt trong môi trường chiến tranh và thảm họa. Sự gián đoạn nguồn cung máu và gia tăng đột biến thương binh tạo áp lực lớn lên hệ thống y tế và hậu cần. Điều này đòi hỏi một hệ thống phân phối máu nhanh chóng, hiệu quả và khả năng vận chuyển, bảo quản máu trong điều kiện khẩn cấp.

Trong chiến tranh hiện đại, môi trường tác chiến chia cắt, thời gian vận chuyển kéo dài, nguy cơ gián đoạn hậu cần gia tăng; phương tiện bay không người lái có thể phá hủy các tuyến vận chuyển, bao gồm cả máu và thiết bị y tế. Các quốc gia có nguồn lực hạn chế hoặc chiến trường xa hậu phương gặp thách thức lớn trong duy trì chuỗi cung ứng máu liên tục và an toàn. Theo Cannon và cộng sự, thành công của DCR phụ thuộc vào cả kĩ thuật hồi sức và khả năng tổ chức hệ thống hậu cần phù hợp với điều kiện tác chiến [3, 4]. Coccolini và cộng sự lưu ý khi số lượng NB vượt quá khả năng đáp ứng tức thì việc lựa chọn ưu tiên điều trị và sử dụng hợp lí nguồn máu có vai trò quyết định mang tính chiến lược [6].

- Về hạn chế trong tổ chức triển khai và phối hợp hệ thống: hướng dẫn quốc tế về xử trí xuất huyết lớn sau chấn thương đã xây dựng một khung tiếp cận tương đối rõ ràng cho DCR. Tuy nhiên, trong thực tế chiến trường, thảm họa tại những cơ sở y tế còn hạn chế về nguồn lực, việc áp dụng đầy đủ các khuyến cáo này không phải lúc nào cũng thực hiện được. Thiếu phương tiện xét nghiệm đông máu tại giường, hạn chế nhân lực được đào tạo chuyên sâu, sự phối hợp giữa lâm sàng và ngân hàng máu không thống nhất, trang thiết bị chưa đồng bộ... làm giảm hiệu quả điều chỉnh đông máu theo mục tiêu [18, 19].

Việc triển khai DCR trong thực tế thường bị hạn chế bởi thiếu nhân lực có trình độ; quy trình chuyên môn chưa chuẩn hóa; cơ chế kích hoạt truyền máu khối lượng lớn chưa rõ ràng và năng lực hậu cần chưa đáp ứng yêu cầu [5, 14]. Hơn nữa, cần sự phối hợp nhiều chuyên khoa và khả năng vận hành hiệu quả các công nghệ tiên tiến giúp tối ưu hóa kết quả điều trị NB đa chấn thương [17]. Việc nhận diện đầy đủ những khó khăn giúp chuyển DCR từ một khái niệm lí thuyết thành mô hình có thể triển khai bền vững trên thực tế, cả trong thời chiến và thảm họa thời bình.

5.2. Hướng phát triển

- Nâng cao năng lực chuyên môn: cách tiếp cận DCR phải thật linh hoạt, căn cứ vào tình trạng thực

tế của từng NB (như mức độ xuất huyết, tình trạng đông máu, khả năng đáp ứng huyết động). Việc theo dõi các chỉ số tưới máu mô và đánh giá động học đông máu tại giường rất cần thiết để xác định sớm các bất thường và đưa ra quyết định điều trị chính xác, kịp thời [18, 19]. Các chỉ số này đặc biệt quan trọng đối với NB đa chấn thương hoặc tổn thương năng lượng cao; sự tiến triển bệnh có thể diễn ra rất nhanh nếu không được kiểm soát sớm. Quá trình huấn luyện đội ngũ nhân viên y tế trong việc áp dụng DCR cần có sự phối hợp quan trọng của phẫu thuật viên, bác sĩ gây mê, đội ngũ cấp cứu ngoại viện [15].

Để triển khai DCR hiệu quả, cần đào tạo phát triển chuyên môn cho lực lượng y tế nói chung và lực lượng quân y nói riêng, kết hợp quân dân y. Không chỉ nắm chắc các kĩ thuật và phương pháp mới, mà còn phải được diễn tập phối hợp nhịp nhàng thường xuyên. Sự kết hợp giữa hiểu biết lí thuyết và phối hợp đó giúp tối ưu hóa khả năng điều trị, bảo vệ chức năng sinh lí của NB và giảm thiểu biến chứng trong chấn thương nặng.

- Củng cố hệ thống hậu cần bảo đảm máu và chế phẩm máu: để triển khai DCR đạt hiệu quả tốt, cần xây dựng một hệ thống đủ năng lực, với yếu tố quan trọng hàng đầu là khả năng tổ chức và cung cấp nguồn lực hậu cần, đặc biệt là máu và các chế phẩm máu [3, 4]. DCR chỉ có thể đạt hiệu quả tối đa khi việc cầm máu được triển khai sớm và liên tục, không bị gián đoạn do thiếu hụt chế phẩm máu [3]. Thành công của DCR không nằm ở một kĩ thuật riêng lẻ mà cần sự phối hợp đồng bộ giữa các phương pháp phẫu thuật, hồi sức và hệ thống hỗ trợ phía sau [5, 14]. Điều này áp dụng trong bối cảnh chiến tranh và tình huống thảm họa quy mô lớn, nơi các nguồn lực và cơ sở vật chất thường bị hạn chế. Trong chiến tranh hiện đại, thách thức hậu cần ngày càng phức tạp, số lượng thương binh có thể tăng đột ngột. Việc duy trì “chiến lược hồi sức ưu tiên kiểm soát xuất huyết” không chỉ phụ thuộc vào các quyết định chuyên môn chính xác, mà còn vào khả năng bảo đảm cung cấp đủ máu và chế phẩm máu kịp thời. Năng lực tổ chức, triển khai truyền máu sớm là yếu tố quyết định giảm tỉ lệ tử vong do xuất huyết trong môi trường tác chiến [3, 4].

Vì vậy, cần xây dựng hệ thống bảo đảm máu và chế phẩm linh hoạt (ngân hàng máu dã chiến và ngân hàng máu sống), có khả năng đáp ứng nhanh tại thực địa. Đồng thời, tăng cường trang thiết bị tách và bảo quản máu cùng các chế phẩm máu. Hệ thống cần hoàn thiện cơ chế kích hoạt truyền máu khối lượng lớn,

tăng cường phối hợp quân y - dân y, với quy trình chuẩn hóa từ thời bình. Huấn luyện và vận hành thường xuyên giúp hệ thống có thể chuyển trạng thái đáp ứng nhiệm vụ mà không làm gián đoạn hồi sức.

- Tăng cường ứng dụng công nghệ và kết nối hệ thống: ứng dụng công nghệ giúp nâng cao độ chính xác chẩn đoán, hỗ trợ quyết định lâm sàng, bảo đảm hậu cần máu và kết nối hiệu quả giữa các tuyến điều trị. Trước hết, đánh giá đông máu tại chỗ cho phép phân tích động học quá trình đông máu theo thời gian thực, giúp phát hiện sớm rối loạn đông máu và tình trạng tăng tiêu sợi huyết ở NB chấn thương nặng. Triển khai các phương tiện xét nghiệm này tại tuyến trước hoặc trong quá trình vận chuyển giúp rút ngắn thời gian đưa ra quyết định điều trị, chuyển từ mô hình hồi sức dựa trên kinh nghiệm sang hồi sức dựa trên dữ liệu sinh lí thời gian thực, nâng cao hiệu quả điều chỉnh đông máu theo mục tiêu, cải thiện kết quả hồi sức [18, 19]. Các công cụ phân tích dữ liệu và mô hình dự báo nhu cầu truyền máu khối lượng lớn dựa trên các chỉ số lâm sàng ban đầu cho thấy tiềm năng lớn trong tối ưu hóa quyết định điều trị. Những mô hình này giúp nhận diện sớm nguy cơ xuất huyết nặng, kích hoạt kịp thời chiến lược truyền máu cân bằng và phân bổ hợp lí nguồn lực hồi sức, đặc biệt trong bối cảnh số lượng thương binh lớn và nguồn lực hạn chế [13]. Công nghệ đóng vai trò quan trọng trong sản xuất và bảo quản các chế phẩm máu. Các hệ thống tách thành phần máu hiện đại cho phép thu nhận và chuẩn hóa các chế phẩm như hồng cầu khối, huyết tương, tiểu cầu với chất lượng ổn định. Những tiến bộ trong bảo quản máu, các chế phẩm máu hoặc các dung dịch bảo quản, kéo dài thời gian sử dụng và tăng khả năng triển khai trong điều kiện dã chiến. Nhờ đó, các chế phẩm máu có thể được cung cấp nhanh chóng và linh hoạt ngay tại tuyến trước [3, 4]. Ứng dụng các nền tảng quản lí dữ liệu và điều phối hậu cần thông minh giúp kết nối các cấp chuyên môn trong hệ thống quân y. Hệ thống số hóa tồn kho máu, theo dõi tình trạng sử dụng chế phẩm và điều phối vận chuyển theo thời gian thực giúp tối ưu hóa phân bổ nguồn lực, bảo đảm tính liên tục của chuỗi cung ứng máu. Trong môi trường tác chiến phức tạp, khả năng kết nối thông tin giữa các đơn vị điều trị giúp nâng cao hiệu quả phối hợp và giảm nguy cơ thiếu hụt chế phẩm máu trong các tình huống khẩn cấp [8, 11, 13].

Như vậy, tích hợp công nghệ chẩn đoán tại chỗ, công cụ hỗ trợ quyết định dựa trên dữ liệu, công nghệ sản xuất và bảo quản chế phẩm máu cùng hệ thống quản lí hậu cần thông minh sẽ tạo nền tảng

cho một mô hình DCR hiện đại. Cách tiếp cận này giúp nâng cao hiệu quả điều trị ở từng NB và còn giúp hệ thống quân y duy trì khả năng thích ứng, vận hành hiệu quả trong điều kiện chiến tranh hay thảm họa lớn trong thời bình.

6. KẾT LUẬN

Hồi sức kiểm soát tổn thương là chiến lược hồi sức hiện đại, dựa trên sinh lí bệnh của chấn thương nhằm kiểm soát mất máu, điều chỉnh rối loạn đông máu và cải thiện tưới máu mô ngay từ sớm. Khác với cách tiếp cận hồi sức truyền thống, hồi sức kiểm soát tổn thương hướng tới kiểm soát toàn diện các rối loạn sinh lí đang tiến triển, kết hợp chặt chẽ giữa hồi sức, phẫu thuật kiểm soát tổn thương và tổ chức hệ thống chăm sóc người bị thương.

Trong chiến tranh hiện đại, xử trí những trường hợp tổn thương nặng lượng cao theo hệ thống điều trị bậc thang nhiều tuyến, hồi sức kiểm soát tổn thương có ý nghĩa rất lớn trong giảm nguy cơ tử vong sớm do xuất huyết. Hiệu quả của chiến lược này không chỉ phụ thuộc vào kĩ thuật hồi sức mà còn vào năng lực tổ chức hệ thống, bao gồm bảo đảm máu và chế phẩm máu, phương tiện chẩn đoán và sự phối hợp đồng bộ giữa các tuyến điều trị.

Các nghiên cứu sử dụng trong tổng quan này (nghiên cứu quan sát, tổng quan, khuyến cáo chuyên gia) có thiết kế và mức độ chứng cứ chưa hoàn toàn đồng nhất. Vì vậy, một số kết luận cần được tiếp tục kiểm chứng bằng các nghiên cứu lâm sàng có thiết kế chặt chẽ hơn trong tương lai.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. American College of Surgeons Committee on Trauma, *Advanced trauma life support student course manual*, 10th ed, Chicago (IL): American College of Surgeons, 2018.
2. Annecke T, Damage control resuscitation: an interdisciplinary approach to trauma, *J Trauma Acute Care Surg*, 96(3): PP.123-130, 2024.
3. Cannon JW, Khan MA, Raja AS et al., "Damage control resuscitation in combat casualties", *J Trauma Acute Care Surg*, 85 (1 Suppl 2): S49-S54, 2018.
4. Cannon JW, "Hemorrhage control in combat: lessons learned", *Surg Clin North Am*, 97(5): pp. 1017-1031, 2017.
5. Chovanes J, Cannon JW, Nunez TC, The evolution of damage control surgery, *Surg Clin North Am*, 92(4): pp. 859-875, 2012.

6. Coccolini F, Roberts D, Ansaloni L, et al., "The open abdomen in trauma and non-trauma patients: WSES guidelines", *World J Emerg Surg*, 13: p.7, 2018.
7. Eastridge BJ, Mabry RL, Seguin P, et al., Death on the battlefield (2001-2011): implications for the future of combat casualty care, *J Trauma Acute Care Surg*, 73 (6 Suppl 5): S431-S437, 2012.
8. Holcomb JB, Jenkins D, Rhee P, et al. "Damage control resuscitation: directly addressing the early coagulopathy of trauma", *J Trauma*, 62(2): pp. 307-310, 2007.
9. Kashuk JL, Moore EE, Millikan JS, Moore JB, "Major abdominal vascular trauma: a unified approach", *J Trauma*, 22(8): pp. 672-679, 1982.
10. Kragh JF Jr, Walters TJ, Baer DG, et al., "Survival with emergency tourniquet use to stop bleeding in major limb trauma", *Ann Surg*, 249(1): pp. 1-7, 2009.
11. Lamb CM, MacGoey P, Navarro AP, Brooks AJ, "Damage control surgery in the era of damage control resuscitation", *Br J Anaesth*, 113(2): pp. 242-249, 2014.
12. Moore EE, Moore HB, Kornblith LZ, et al., "Trauma-induced coagulopathy", *Nat Rev Dis Primers*, 7(1): p. 30, 2021.
13. Moore LJ, Redfern RE, Zhang M, et al., "Early prediction of massive transfusion and mortality in trauma patients using machine learning", *J Trauma Acute Care Surg*, 92(1): pp. 123-130, 2022.
14. Roberts DJ, Ball CG, Feliciano DV, et al., "History of the innovation of damage control for management of trauma patients", *J Am Coll Surg*, 224(5): pp. 889-900, 2017.
15. Roberts DJ, Zygun DA, Ball CG, et al., "Indications for damage control surgery and damage control interventions in civilian trauma patients", *World J Emerg Surg*, pp. 15:56, 2020.
16. Rotondo MF, Zonies DH, The damage control sequence and underlying logic, *Surg Clin North Am*, 77(4): pp. 761-777, 1997.
17. Singh S, "An insight into damage control resuscitation and its implementation", *Journal of Emergency Trauma Surgery*, 15(2): pp. 45-56, 2025.
18. Spahn DR, Bouillon B, Cerny V, et al., "Management of bleeding and coagulopathy following major trauma: updated European guideline", *Crit Care*, 23: p. 98, 2019.
19. Spahn DR, Bouillon B, Cerny V, et al., "The European guideline on management of major bleeding and coagulopathy following trauma: sixth edition", *Crit Care*, 27(1): p. 80, 2023.
20. Waibel BH, Rotondo MF, "Damage control surgery: its evolution over the last 20 years", *Am Surg.*, 76(8 Suppl): S5-S13, 2010. □