

Masif Kanama Gelişen Hastalarda Kanama Kontrolü ve Hemostatik Resüsitasyon

Arzu Güneş¹

Özet

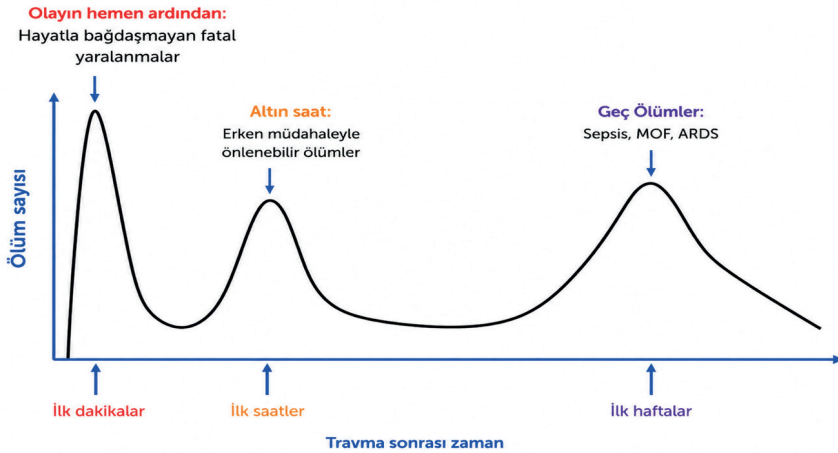
Bu çalışma, travma hastalarında masif kanama yönetimi ve güncel resüsitasyon yaklaşımlarını, hastane öncesi dönemden kesin tedavi sürecine kadar bütüncül bir bakış açısıyla incelemektedir. Travmaya bağlı ölümlerin önemli bir bölümünü oluşturan kontrolsüz kanama; hipovolemik şok, koagülopati, hipotermi ve asidoz gibi ölümcül fizyopatolojik süreçleri tetikleyerek erken mortalitenin başlıca nedenlerinden biridir. Bu nedenle çalışmada eksternal ve internal kanama kontrolü, sıvı yönetimi, masif transfüzyon protokolleri, traneksamik asit uygulaması, hipokalsemi yönetimi ve hipoterminin önlenmesine ilişkin güncel yaklaşımlar ele alınmıştır. Çalışmanın temel amacı, travma hastalarında erken kanama kontrolünün ve hedefe yönelik resüsitasyon stratejilerinin önemini ortaya koymak; özellikle hastane öncesi ve afet koşullarında uygulanabilecek güncel, kanıta dayalı yaklaşımları değerlendirmektir. Bu kapsamda, kontrolsüz kanamaya bağlı önlenebilir ölümlerin azaltılmasına yönelik etkili müdahale yöntemlerinin açıklanması hedeflenmiştir. Araştırmada nitel araştırma yöntemi benimsenmiş, güncel uluslararası travma kılavuzları ile bilimsel literatür doküman analizi yöntemiyle incelenmiştir. Kanama kontrol yöntemleri, hasar kontrol resüsitasyonu, kontrollü hipotansiyon, dengeli kan ürünü replasmanı, masif transfüzyon protokolleri ve destekleyici tedavi uygulamaları güncel kanıtlar doğrultusunda değerlendirilmiştir. İnceleme sonucunda, travma hastalarında başarılı kanama yönetiminin yalnızca kaybedilen kan hacminin yerine konmasına değil; erken kanama kontrolü, koagülopatinin önlenmesi, hedefe yönelik sıvı ve kan ürünü tedavisi, traneksamik asit uygulanması, hipokalseminin düzeltilmesi ve hipoterminin önlenmesini içeren bütüncül bir yaklaşım gerektirdiği belirlenmiştir. Özellikle hastane öncesi ve afet ortamlarında sistematik, hızlı ve koordineli müdahalenin travma hastalarında sağkalımı artıran temel faktörlerden biri olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

1 İstanbul Medipol Üniversitesi, Uluslararası Tıp Fakültesi, Histoloji ve Embriyoloji ABD, arzu.gunes@medipol.edu.tr, ORCID: 0000-0003-2496-7673

1. Giriş

Travma, dünya genelinde özellikle genç ve üretken nüfusta önde gelen mortalite ve morbidite nedenlerinden biri olmaya devam etmektedir. Travmaya bağlı ölümlerin önemli bir kısmı önlenabilir nitelikte olup, bu ölümlerin en sık nedeni kontrolsüz kanamadır (Alsomali vd., 2023; WHO, 2014). Masif kanama, travma hastalarında erken dönemde gelişen ve hızlı müdahale edilmediğinde kısa sürede ölümle sonuçlanabilen kritik bir klinik durumdur. Bu nedenle travma yönetiminde kanama kontrolü ve eşzamanlı resüsitasyon stratejileri, hasta prognozunu belirleyen temel unsurlar arasında yer almaktadır (Spahn vd., 2013).

Travma sonrası mortalitenin zaman içindeki dağılımı incelendiğinde, ölümlerin üç farklı dönemde yoğunlaştığı klasik “trimodal dağılım” modeli dikkat çekmektedir (Trunkey, 1983). İlk dakikalarda meydana gelen ölümler genellikle hayatla bağdaşmayan ağır yaralanmalara bağlıdır ve çoğu zaman müdahale şansı bulunmamaktadır. Buna karşılık ilk saatler içerisinde gerçekleşen ve “altın saatler” olarak tanımlanan dönemde ortaya çıkan ölümler büyük ölçüde erken ve uygun müdahalelerle önlenabilir niteliktedir (Jarassier vd., 2025). Bu dönemde özellikle masif kanamanın hızlı kontrolü ve etkin hemostatik resüsitasyon hayati önem taşımaktadır. Daha geç dönemde ise sepsis, çoklu organ yetmezliği (MOF) ve akut solunum sıkıntısı sendromu (ARDS) gibi komplikasyonlara bağlı ölümler ön plana çıkmaktadır (Flint vd., 2018).



Şekil 1: Travma sonrası mortalitenin zamana göre trimodal dağılımı (Alsomali vd., 2023; Holcomb, 2007).

Masif kanama yalnızca kan volümünde azalma ile sınırlı bir durum olmayıp, aynı zamanda hipotermi, asidoz ve koagülopatiyi içeren “ölüm triadı”nın gelişmesine zemin hazırlayan kompleks bir fizyopatolojik süreçtir (Brohi vd., 2003). Bu üçlü birbirini tetikleyerek progresif bir bozulma döngüsü oluşturmakta ve müdahale edilmediği takdirde mortaliteyi dramatik şekilde artırmaktadır. Bu nedenle modern travma yaklaşımı yalnızca kan kaybının yerine konmasına değil, bu patofizyolojik süreçlerin erken dönemde tanınmasına ve eşzamanlı olarak düzeltilmesine de odaklanmaktadır (Moore vd., 2021).

Günümüzde travma hastalarında kanama yönetimi, klasik agresif sıvı resüsitasyonu yaklaşımından uzaklaşarak daha dengeli ve hedefe yönelik stratejilere evrilmiştir. “Hasar kontrol resüsitasyonu” ve “hemostatik resüsitasyon” kavramları, bu dönüşümün temelini oluşturmaktadır (Kalkwarf ve Cotton, 2017). Bu yaklaşımlar erken kanama kontrolü, kontrollü hipotansiyon, dengeli kan ürünü replasmanı ve koagülasyonun korunmasını esas almaktadır. Özellikle eritrosit, plazma ve trombositin dengeli oranlarda verilmesini temel alan masif transfüzyon protokolleri sağkalımı artırmaktadır (Holcomb vd., 2015). Ayrıca traneksamik asit kullanımı, kalsiyum düzeylerinin yönetimi ve hipotermi önlenmesi gibi destekleyici tedaviler de bu bütüncül yaklaşımın önemli bileşenleri arasında yer almaktadır (DeRobertis vd., 2015; Shakur vd., 2010; Wray vd. 2021).

Hastane öncesi ortamda ve afet koşullarında ise kanama yönetimi daha da karmaşık hale gelmektedir. Sınırlı kaynaklar, tanı güçlükleri ve zaman baskısı karar verme sürecini doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle sahada uygulanabilir, hızlı ve etkili müdahale algoritmalarının bilinmesi ve doğru şekilde uygulanması kritik öneme sahiptir (Montgomery vd., 2017).

2. Kanama Kontrolü

Travma hastalarında başarılı resüsitasyonun temelini etkin kanama kontrolü oluşturmaktadır. Masif kanamalar hipovolemik şoka, doku hipoperfüzyonuna ve ölüm triadının gelişmesine yol açarak mortaliteyi belirgin şekilde artırmaktadır (Alsomali vd., 2023; Holcomb, 2007). Bu nedenle travma yönetiminde temel yaklaşım, kanamanın mümkün olan en kısa sürede kontrol altına alınması ve eş zamanlı olarak dolaşımın desteklenmesidir.

2.1. Eksternal Kanama Kontrolü

Eksternal kanamalar, travma sonrası erken dönemde müdahale edilebilen ve uygun yaklaşım ile mortalitesi azaltılabilen kanama tipleridir. Özellikle ekstremiteler kaynaklı arteriyel kanamalar kısa sürede ciddi volüm kaybına neden olabilmektedir. Bu nedenle sahada hızlı ve etkili müdahale kritik öneme sahiptir.

Eksternal kanama kontrolünde ilk ve en temel yöntem direkt basıdır. Kanayan bölgeye steril gazlı bez veya uygun materyal ile yeterli basınç uygulanması çoğu venöz ve küçük arteriyel kanamanın kontrolünde etkili olmaktadır. Direkt bası uygulanırken mümkünse etkilenen ekstremitenin elevasyonu venöz dönüşü azaltarak kanama kontrolüne katkı sağlayabilmektedir. Direkt basının tek başına yeterli olmadığı durumlarda basınçlı bandaj uygulamaları tercih edilmektedir. Bu yöntem özellikle hastane öncesi ortamda sürekli basınç sağlanması açısından önem taşımaktadır. Hayatı tehdit eden ekstremita kanamalarında turnike uygulaması günümüzde en etkili yöntemlerden biri olarak kabul edilmektedir (Trentzsch vd., 2025). Modern travma yaklaşımında turnike uygulamasının geciktirilmesi yerine erken dönemde uygulanması önerilmektedir. Uygun genişlikte (genellikle ≥ 8 cm) ticari turnikelerin kullanılması önerilirken; dar yüzeyli materyallerin doku hasarı ve yetersiz kompresyon nedeniyle tercih edilmemelidir (Butler vd., 2024).

Turnike uygulamasında temel prensipler turnikenin kanama bölgesinin proksimaline yerleştirilmesi, kanamanın tamamen durdurulmasının sağlanması, uygulama zamanının kaydedilmesi ve gereksiz yere gevşetilmemesidir. Özellikle askeri travma ve hastane öncesi travma çalışmalarında uygun turnike kullanımının mortaliteyi azalttığı gösterilmiştir (Butler vd., 2024). Kompresye edilmesi zor bölgelerde (inguinal bölge, aksilla, boyun vb.) hemostatik ajanlar ve yara tamponu uygulamaları önemli rol oynamaktadır. Kaolin veya kitosan bazlı ajanlar koagülasyonu destekleyerek kanama kontrolüne katkıda bulunmaktadır. Derin yaralanmalarda yara boşluğunun gazlı bez ile etkin şekilde doldurulması ve ardından direkt bası uygulanması önerilmektedir (Granville-Chapman vd., 2011).

2.2. Internal Kanama Kontrolü

Internal kanamalar travma hastalarında mortalitenin en önemli nedenlerinden biridir. Eksternal kanamaların aksine doğrudan görülememeleri nedeniyle tanı ve yönetimleri daha karmaşıktır. Özellikle toraks, abdomen, pelvis ve retroperitoneal alanlar ciddi miktarda gizli kan kaybına neden olabilmektedir. Hastane öncesi ortamda internal kanamalara çoğu zaman kesin olarak tanı konulamayabilir. Bu nedenle mekanizma, fizik muayene bulguları ve hemodinamik durum birlikte değerlendirilmelidir. Hipotansiyon, taşikardi, bilinç durumu değişiklikleri, cilt perfüzyonunda bozulma ve pozitif FAST incelemesi internal kanama açısından uyarıcı kabul edilmelidir (Kauvar & Wade, 2005). Pelvis kırıkları ciddi venöz ve arteriyel kanama ile ilişkili olabilmektedir. Pelvis kırıklarında iç kanama şüphesi varsa, pelvis kemeri uygulanmalıdır. Özellikle hemodinamik instabil hastalarda erken pelvis stabilizasyonu kanama kontrolüne katkı sağlayabilmektedir (Coccolini vd., 2017). Pnömatik anti

şok giysileri geçmişte pelvis ve abdominal kanamalarda daha yaygın olarak kullanılmıştır. Günümüzde rutin kullanımları önerilmese de kaynakların sınırlı olduğu hastane öncesi veya afet koşullarında seçilmiş vakalarda geçici dolaşım desteği ve pelvis stabilizasyonu amacıyla kullanılabilir (Coccolini vd., 2017; McSwain, 1988).

2.2.1. Cerrahi ve Girişimsel Yaklaşımlar

Internal kanamanın kesin tedavisi çoğu zaman cerrahi veya girişimsel radyolojik yöntemler ile sağlanmaktadır. Hasar kontrol cerrahisi yaklaşımı, özellikle ağır travmalı hastalarda hızlı kanama kontrolü ve fizyolojik stabilizasyon amacıyla uygulanmaktadır (Waibel vd., 2012).

2.2.2. Hızlı Transport ve Zaman Faktörü

Internal kanama yönetiminde en önemli unsurlardan biri zamanında kesin tedaviye ulaşımın sağlanmasıdır. Bu nedenle hastane öncesi dönemde gereksiz gecikmelerden kaçınılmalı, hızlı değerlendirme ve hızlı transport yaklaşımı benimsenmelidir. Özellikle hemodinamik instabil hastalarda sahada uzun süreli girişimlerden kaçınılmalıdır (Galvagno vd., 2019).

3. Sıvı Yönetimi

Travma hastalarında sıvı yönetimi ve kan transfüzyonu, hemorajik şokun kontrol altına alınması ve doku perfüzyonunun sürdürülmesi açısından kritik öneme sahiptir. Geleneksel yaklaşım uzun yıllar boyunca agresif kristalloid sıvı resüsitasyonu ve normotansiyon sağlanması üzerine kurulmuş olsa da günümüzde bu yaklaşımın çeşitli olumsuz sonuçlara yol açabileceği gösterilmiştir. Özellikle kontrolsüz kanama varlığında aşırı sıvı uygulaması, pıhtı stabilitesini bozarak kanama miktarını artırabilmekte ve dilüsyonel koagülopatiye neden olabilmektedir. Modern travma yaklaşımında amaç yalnızca dolaşım hacmini yerine koymak değil, koagülasyonu koruyarak yeterli organ perfüzyonunu da sürdürebilmektir. Bu nedenle günümüzde “hemostatik resüsitasyon” ve “hasar kontrol resüsitasyonu” kavramları ön plana çıkmıştır. Kontrollü hipotansiyon yaklaşımı, aktif kanama kontrol altına alınana kadar sistolik kan basıncının yaklaşık 80–100 mmHg aralığında tutulmasını hedeflemektedir. Bu stratejinin temel amacı, yeterli organ perfüzyonunu sürdürürken aşırı intravasküler basınca bağlı yeniden kanama riskini azaltmaktır (Melendez-Lugo vd., 2020).

Agresif sıvı resüsitasyonu dilüsyonel koagülopati, trombosit disfonksiyonu, asidoz, hipotermi, artmış doku ödemi, kompartman sendromu ve akut akciğer hasarı gibi çeşitli olumsuz sonuçlara yol açabilmektedir. Bu nedenle aktif kanaması devam eden hastalara gereksiz yüksek hacimli kristalloid

uygulamalarından kaçınılması önerilmektedir ancak kontrollü hipotansiyon yaklaşımı tüm hastalar için uygun değildir. Özellikle travmatik beyin hasarı bulunan hastalarda düşük serebral perfüzyon basıncı sekonder beyin hasarını artırabileceği için kontrollü hipotansiyon kontrendike kabul edilmektedir. Benzer şekilde, yaşlı hastalarda ve ciddi kardiyovasküler hastalığı bulunan bireylerde hedef kan basıncı daha dikkatli değerlendirilmelidir (Carney vd., 2017; Perel vd., 2013).

Hipotansif travma hastalarında başlangıç sıvı tedavisinde izotonik kristalloid solüsyonlar kullanılabilir. Güncel kılavuzlarda dengeli elektrolit solüsyonlarının tercih edilmesi önerilirken yüksek klorür içerikleri nedeniyle büyük hacimli salin kullanımından mümkün olduğunca kaçınılması tavsiye edilmektedir (Melendez-Lugo vd., 2020). Travmatik beyin hasarı olan hastalarda hipotoni oluşturabilecek sıvıların kullanımından kaçınılmalıdır. Özellikle ringer laktat gibi nispeten hipotonik solüsyonlar dikkatli kullanılmalıdır. Kolloid solüsyonların ise hemostaz üzerine olumsuz etkileri ve koagülopatiyi derinleştirebilme potansiyelleri nedeniyle rutin kullanımları önerilmemektedir (Carney vd., 2017).

4. Masif Transfüzyon Protokolü

Masif kanama gelişen travma hastalarında, masif transfüzyon protokolünün (MTP) erken dönemde aktive edilmesi önerilmektedir. MTP, kanama kontrolü sağlanıncaya kadar hızlı ve dengeli kan ürünü replasmanını amaçlayan organize bir tedavi yaklaşımıdır. Klasik olarak 24 saat içinde total kan volümüne eşdeğer miktarda transfüzyon gereksinimi, ilk saat içerisinde en az 4 ünite eritrosit süspansiyonu ihtiyacı veya aktif kanamaya eşlik eden devam eden hemodinamik instabilite masif transfüzyon protokolünün uygulanmasını gerektiren başlıca kriterler arasında kabul edilmektedir. Modern MTP yaklaşımında eritrosit, taze donmuş plazma ve trombositin dengeli oranlarda verilmesi önerilmektedir. Özellikle 1:1:1 oranına dayanan yaklaşımın koagülopatiyi azaltabileceği ve sağkalımı iyileştirebileceği gösterilmiştir. MTP süresince tedavinin etkinliğinin değerlendirilmesi ve transfüzyona bağlı komplikasyonların erken dönemde saptanabilmesi amacıyla hemoglobin düzeyi, koagülasyon parametreleri, fibrinojen düzeyi, trombosit sayısı ve iyonize kalsiyum düzeyi yakından izlenmelidir (Mladinov & Frank, 2022).

5. Hipokalsemi ve Kalsiyum Yönetimi

Masif transfüzyon sırasında sitrat içeren kan ürünleri, iyonize kalsiyumu bağlayarak hipokalsemiye neden olabilmektedir. Gelişen hipokalsemi, miyokard kontraktilitesinde azalma, hipotansiyon, koagülopati ve vazomotor instabilite gibi ciddi klinik sonuçlara yol açabilmektedir. Bu nedenle masif transfüzyon

uygulanan hastalarda iyonize kalsiyum düzeylerinin izlenmesi ve gerektiğinde replasman yapılması önerilmektedir. Genellikle kalsiyum glukonat veya kalsiyum klorür preparatları kullanılmaktadır (Potestio vd., 2022).

6. Traneksamik Asit Kullanımı

Traneksamik asit (TXA), antifibrinolitik etkisi sayesinde travma hastalarında kanama kontrolüne katkı sağlamaktadır. CRASH-2 çalışması, travma sonrası ilk 3 saat içinde uygulanan TXA'nın mortaliteyi anlamlı ölçüde azalttığını göstermiştir. Güncel standart yaklaşım, 1 g intravenöz bolus dozunun uygulanmasını takiben 8 saatlik infüzyon şeklinde 1 g TXA verilmesidir ancak travmadan sonraki geç dönemde uygulanan TXA'nın etkinliği azalmakta hatta bazı çalışmalarda geç uygulamanın olumsuz klinik sonuçlarla ilişkili olabileceği bildirilmektedir (McQuilten vd., 2024).

7. Hipoterminin Önlenmesi

Hipotermi, travma hastalarında koagülopatiyi derinleştiren önemli faktörlerden biridir. Vücut sıcaklığının düşmesi, trombosit fonksiyonlarını ve koagülasyon enzimlerinin aktivitesini bozarak kanama kontrolünü güçleştirmektedir. Bu nedenle hipoterminin önlenmesi amacıyla ıslak giysilerin çıkarılması, termal örtünün kullanılması, ortam sıcaklığının uygun düzeyde tutulması ve ısıtılmış sıvı ile kan ürünlerinin uygulanması önerilmektedir. Travma hastalarında hedef vücut sıcaklığının $\geq 36^{\circ}\text{C}$ olacak şekilde korunması amaçlanmalıdır (DeRobertis vd., 2015).

8. Sonuç

Masif kanama, travma hastalarında erken mortalitenin en önemli ve önlenabilir nedenlerinden biridir. Bu nedenle travma yönetiminde temel hedef, kanamanın mümkün olan en kısa sürede kontrol altına alınması ve eş zamanlı olarak etkili resüsitasyon stratejilerinin uygulanmasıdır. Günümüzde travma yaklaşımı yalnızca kaybedilen kan hacminin yerine konmasına değil; koagülopatinin önlenmesine, doku perfüzyonunun sürdürülmesine ve ölüm triadının kırılmasına odaklanan bütüncül bir anlayışa evrilmiştir.

Eksternal kanamalarda direkt bası, turnike uygulamaları, hemostatik ajanlar ve yara tamponu gibi yöntemler erken dönemde hayat kurtarıcı olabilmektedir. Internal kanamalarda ise hızlı tanı, uygun stabilizasyon ve kesin tedaviye zamanında ulaşım kritik öneme sahiptir. Özellikle pelvis ve retroperitoneal kanamalar gibi gizli kan kaybına yol açabilen durumlarda klinik şüphe ve hızlı karar verme süreci mortaliteyi belirleyici şekilde etkileyebilmektedir.

Modern travma resüsitasyonu kontrollü hipotansiyon, minimal kristalloid kullanımı, dengeli kan ürünü replasmanı ve hemostatik resüsitasyon prensiplerine dayanmaktadır. Masif transfüzyon protokollerinin erken dönemde aktive edilmesi, traneksamik asit uygulaması, hipokalseminin düzeltilmesi ve hipotermiinin önlenmesi güncel yaklaşımın temel bileşenleri arasında yer almaktadır. Özellikle hastane öncesi ve afet koşullarında zaman baskısı, sınırlı kaynaklar ve tanısal güçlükler nedeniyle hızlı değerlendirme ve etkin müdahale daha da önem kazanmaktadır.

Sonuç olarak masif kanama yönetiminde başarı yalnızca doğru tedavi yöntemlerinin bilinmesine değil, bu yöntemlerin uygun zamanda, sistematik ve koordineli şekilde uygulanmasına bağlıdır. Erken kanama kontrolü, hedefe yönelik resüsitasyon ve hızlı ve doğru tedavi yaklaşımı travma hastalarında sağkalımı artıran temel unsurlar olmaya devam etmektedir.

Kaynakça

- Alsomali, O. H., Alshammari, M. A., Altayawi, F. M., Alonezi, A. D., Kabi, A. H., Almutairi, A. Z., Almutairi, F. G., Alsulami, E. H., Alshagag, Z. A., Alqattan, K. M., & Alotaibi, H. M. (2023). *Advances in polytrauma management in the emergency setting: A comprehensive review. International Journal of Health Sciences*, 7(S1), 3450–3470. <https://doi.org/10.53730/ijhs.v7nS1.15133>
- Brohi, K., Singh, J., Heron, M., & Coats, T. (2003). Acute traumatic coagulopathy. *Journal of Trauma*, 54(6), 1127–1130. <https://doi.org/10.1097/01.TA.0000069184.82147.06>
- Butler, F., Holcomb, J. B., Dorlac, W., Gurney, J., Inaba, K., Jacobs, L., Mabry, B., Meoli, M., Montgomery, H., Otten, M., Shackelford, S., Tadlock, M. D., Wilson, J., Humeniuk, K., Linchevskyy, O., & Danyliuk, O. (2024). Who needs a tourniquet? And who does not? Lessons learned from a review of tourniquet use in the Russo-Ukrainian war. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 97(2 Suppl.), S45–S54. <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000004395>
- Carney, N., Totten, A. M., O'Reilly, C., Ullman, J. S., Hawryluk, G. W. J., Bell, M. J., Bratton, S. L., Chesnut, R., Harris, O. A., Kissoon, N., Rubiano, A. M., Shutter, L., Tasker, R. C., Vavilala, M. S., Wilberger, J., Wright, D. W., & Ghajar, J. (2017). Guidelines for the management of severe traumatic brain injury (4th ed.). *Neurosurgery*, 80(1), 6–15. <https://doi.org/10.1227/NEU.00000000000001432>
- Coccolini, F., Stahel, P. F., Montori, G., Biffl, W., Horer, T. M., Catena, F., Kluger, Y., Moore, E. E., Peitzman, A. B., Ivatury, R., Coimbra, R., Fraga, G. P., Pereira, B., Rizoli, S., Kirkpatrick, A., Leppaniemi, A., Manfredi, R., Magnone, S., Chiara, O., & Ansaloni, L. (2017). Pelvic trauma: WSES classification and guidelines. *World Journal of Emergency Surgery*, 12, Article 5. <https://doi.org/10.1186/s13017-017-0117-6>
- De Robertis, E., Kozek-Langenecker, S. A., Tufano, R., Romano, G. M., Piazza, O., & Zito Marinosci, G. (2015). Coagulopathy induced by acidosis, hypothermia and hypocalcaemia in severe bleeding. *Minerva Anestesiologica*, 81(1), 65–75.
- Flint, A. W. J., McQuilten, Z. K., & Wood, E. M. (2018). Massive transfusions for critical bleeding: Is everything old new again? *Transfusion Medicine*, 28(2), 140–149. <https://doi.org/10.1111/tme.12524>
- Galvagno, S. M., Nahmias, J. T., & Young, D. A. (2019). Advanced Trauma Life Support Update 2019: Management and applications for adults and special populations. *Anesthesiology Clinics*, 37(1), 13–32. <https://doi.org/10.1016/j.anclin.2018.09.009>

- Granville-Chapman, J., Jacobs, N., & Midwinter, M. J. (2011). Pre-hospital haemostatic dressings: A systematic review. *Injury*, 42(5), 447–459. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2010.09.037>
- Holcomb, J. B., Jenkins, D., Rhee, P., Johannigman, J., Mahoney, P., Mehta, S., Cox, E. D., Gehrke, M. J., Beilman, G. J., Schreiber, M., Flaherty, S. F., Grathwohl, K. W., Spinella, P. C., Perkins, J. G., Beekley, A. C., McMullin, N. R., Park, M. S., Gonzalez, E. A., Wade, C. E., & Hess, J. R. (2007). *Damage control resuscitation: Directly addressing the early coagulopathy of trauma*. *Journal of Trauma*, 62(2), 307–310. <https://doi.org/10.1097/TA.0b013e3180324124>
- Holcomb, J. B., Tilley, B. C., Baraniuk, S., Fox, E. E., Wade, C. E., Podbielski, J. M., Del Junco, D. J., Brasel, K. J., Bulger, E. M., Callcut, R. A., Cohen, M. J., Cotton, B. A., Fabian, T. C., Inaba, K., Kerby, J. D., Muskat, P., O’Keeffe, T., Rizoli, S., Robinson, B. R. H., & Van Belle, G. (2015). Transfusion of plasma, platelets, and red blood cells in a 1:1:1 vs a 1:1:2 ratio and mortality in patients with severe trauma: The PROPPR randomized clinical trial. *JAMA*, 313(5), 471–482. <https://doi.org/10.1001/jama.2015.12>
- Jarrassier, A., Boutonnet, M., Duranteau, J., Travers, S., Prat, N., Dubourg, O., Pasquier, P., & Libert, N. (2025). Initial management of haemorrhagic war casualties: Tactical priorities and innovative approaches in modern and future warfare. *Critical Care*, 29(1), Article 89. <https://doi.org/10.1186/s13054-025-05752-6>
- Kalkwarf, K. J., & Cotton, B. A. (2017). Resuscitation for hypovolemic shock. *Surgical Clinics of North America*, 97(6), 1307–1321. <https://doi.org/10.1016/j.suc.2017.07.011>
- Kauvar, D. S., & Wade, C. E. (2005). The epidemiology and modern management of traumatic hemorrhage: U.S. and international perspectives. *Critical Care*, 9(Suppl. 5), S1–S9. <https://doi.org/10.1186/cc3779>
- McQuilten, Z. K., Wood, E. M., & Medcalf, R. L. (2024). When to use tranexamic acid for the treatment of major bleeding? *Journal of Thrombosis and Haemostasis*, 22(3), 581–593. <https://doi.org/10.1016/j.jtha.2023.10.001>
- McSwain, N. E., Jr. (1988). Pneumatic anti-shock garment: State of the art 1988. *Annals of Emergency Medicine*, 17(5), 506–525. [https://doi.org/10.1016/S0196-0644\(88\)80248-8](https://doi.org/10.1016/S0196-0644(88)80248-8)
- Meléndez-Lugo, J. J., Caicedo, Y., Guzmán-Rodríguez, M., Serna, J. J., Ordoñez, J., Angamarca, E., García, A., Pino, L. F., Quintero, L., Parra, M. W., & Ordoñez, C. A. (2020). Prehospital damage control: The management of volume, temperature ... and bleeding! *Colombia Médica*, 51(4), e4486. <https://doi.org/10.25100/cm.v51i4.4486>
- Mladinov, D., & Frank, S. M. (2022). Massive transfusion and severe blood shortages: Establishing and implementing predictors of futility. *British*

- Journal of Anaesthesia*, 128(2), e71–e74. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2021.10.013>
- Moore, E. E., Moore, H. B., Kornblith, L. Z., Neal, M. D., Hoffman, M., Mutch, N. J., Schöchl, H., Hunt, B. J., & Sauaia, A. (2021). Trauma-induced coagulopathy. *Nature Reviews Disease Primers*, 7(1), Article 30. <https://doi.org/10.1038/s41572-021-00264-3>
- Montgomery, H. R. (2017). Comprehensive review of Tactical Combat Casualty Care. *Journal of Special Operations Medicine*, 17(2), 136–167.
- Perel, P., Roberts, I., & Ker, K. (2013). Colloids versus crystalloids for fluid resuscitation in critically ill patients. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2013(2), CD000567. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD000567.pub6>
- Potestio, C. P., Van Helmond, N., Azzam, N., Mitrev, L. V., Patel, A., & Ben-Jacob, T. (2022). The incidence, degree, and timing of hypocalcemia from massive transfusion: A retrospective review. *Cureus*, 14(1), e22093. <https://doi.org/10.7759/cureus.22093>
- Shakur, H., Roberts, I., Bautista, R., Caballero, J., Coats, T., Dewan, Y., El-Sayed, H., Gogichaishvili, T., Gupta, S., Herrera, J., Hunt, B., Iribhogbe, P., Izurieta, M., Khamis, H., Komolafe, E., Marrero, M. A., Mejía-Mantilla, J., Miranda, J., Morales, C., Olaomi, O., Olldashi, F., Perel, P., Peto, R., Ramana, P. V., Ravi, R. R., & Yutthakasemsunt, S. (2010). Effects of tranexamic acid on death, vascular occlusive events, and blood transfusion in trauma patients with significant haemorrhage (CRASH-2): A randomised, placebo-controlled trial. *The Lancet*, 376(9734), 23–32. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(10\)60835-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(10)60835-5)
- Spahn, D. R., Bouillon, B., Cerny, V., Coats, T. J., Duranteau, J., Fernández-Mondéjar, E., Filipescu, D., Hunt, B. J., Komadina, R., Nardi, G., Neugebauer, E., Ozier, Y., Riddez, L., Schultz, A., Vincent, J. L., & Rossaint, R. (2013). Management of bleeding and coagulopathy following major trauma: An updated European guideline. *Critical Care*, 17(2), R76. <https://doi.org/10.1186/cc12685>
- Trentzsch, H., Goossen, K., Prediger, B., Schweigkofler, U., Hilbert-Carius, P., Hanken, H., Gümbel, D., Hossfeld, B., Lier, H., Hinck, D., Suda, A. J., Achatz, G., & Bieler, D. (2025). Stop the bleed: Prehospital bleeding control in patients with multiple and/or severe injuries—A systematic review and clinical practice guideline. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*, 51(1). <https://doi.org/10.1007/s00068-024-02726-1>
- Trunkey, D. D. (1983). Trauma: Accidental and intentional injuries account for more years of life lost than cancer and heart disease among young adults. *Scientific American*, 249(2), 28–35.
- Waibel, B. H., & Rotondo, M. M. (2012). Damage control surgery: Its evolution over the last 20 years. *Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões*, 39(4), 314–321. <https://doi.org/10.1590/S0100-69912012000400012>

World Health Organization. (2014). *Injuries and violence: The facts*. World Health Organization.

Wray, J. P., Bridwell, R. E., Schauer, S. G., Shackelford, S. A., Bebart, V. S., Wright, F. L., Bynum, J., & Long, B. (2021). The diamond of death: Hypocalcemia in trauma and resuscitation. *American Journal of Emergency Medicine*, 41, 104–109. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2020.12.065>