

Rotem Rehberliğinde Kanama Yönetimi

Rotem Guided Bleeding Management

Mehmet Akif YILMAZ 
Habip Burak ÖZGÖDEK 
Nuray UZUN 
Muhammed Enes AYDIN 
Erkan Cem ÇELİK 
Atatürk Üniversitesi, Tıp Fakültesi,
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı,
Erzurum, Türkiye



Öz

Rotasyonel tromboelastometri (ROTEM), çeşitli klinik ortamlarda tam kanın viskoelastik profillerinin değerlendirilmesini sağlar. ROTEM kılavuzluğunda kanama yönetimi, hasta kan yönetiminin (HKY) temel bir parçası haline gelmiştir. ROTEM kılavuzluğunda HKY; kanamayı, transfüzyon gereksinimlerini, komplikasyon oranlarını ve sağlık bakım maliyetlerini azaltmada etkili olduğu gösterilmiştir. Birkaç randomize kontrollü çalışma ve meta-analiz, kanayan hastalarda ROTEM rehberliğinin; peroperatif morbidite ve mortaliteyi iyileştirdiğine dair kanıt sağlamıştır. Sık görülen kanama senaryoları üzerinden ROTEM sonuçları ve bu sonuçlara göre yapılacak hemostatik müdahaleler tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Viskoelastik testler, rotasyonel tromboelastometri, post-partum kanama, post-travmatik kanama, kardiyovasküler cerrahi hastasında kanama, transfüzyon yönetimi

ABSTRACT

Rotational thromboelastometry (ROTEM) enables the assessment of viscoelastic profiles of whole blood in a variety of clinical settings. ROTEM-guided bleeding management has become an essential part of patient blood management (PBM). ROTEM-guided PBM (Patient Blood Management) has been shown to be effective in reducing bleeding, transfusion requirements, complication rates, and healthcare costs. Several randomized controlled trials and meta-analyses have provided evidence that ROTEM guidance improves perioperative morbidity and mortality in bleeding patients. ROTEM results and the corresponding hemostatic interventions for common bleeding scenarios are discussed.

Keywords: Viscoelastic Tests, Rotational thromboelastometry, Post-partum bleeding, Post-traumatic bleeding, Bleeding in cardiovascular surgery patients, Transfusion management

Received/ Geliş Tarihi 15.11.2024
Revision request/Revizyon Talebi 12.12.2024
Son Revizyon/Last Revision 14.12.2024
Accepted/Kabul Tarihi 08.02.2025
Publication Date/Yayın Tarihi 08.04.2025

Sorumlu Yazar/Corresponding author:
Mehmet Akif YILMAZ

E-mail:
mehmetakifyilmaz025@gmail.com
Cite this article: Yilmaz MA, Özgödek HB, Uzun N, Aydın ME, Çelik EC. Rotem Guided Bleeding Management. *Trends Surg Sci.* 2025;4(1):44-50



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International License.

GİRİŞ

ROTEM rehberliğinde kanama yönetimi, Hasta kan yönetiminin (HKY) temel bir parçasıdır.¹ Kanamanın tedavisi kanamayı durdurmaktır. Fakat kanama genellikle kolayca görülebilen ve hızlıca durdurulabilecek vasküler bir yapıdan kaynaklanmaz. Anestezistlerin temel hedefi ise bu süre zarfında hemodinamiyi korumak ve gereksiz transfüzyonları önleyerek transfüzyon kaynaklı mortalite ve morbiditeleri önlemektir. Yapılan çalışmalar profilaktik veya uygunsuz yapılan kan transfüzyonunun kanamayı önlemediğini tam tersine mortalite dahil olmak üzere daha kötü sonuçlarla ilişkili olduğunu göstermişlerdir.²⁻⁵ Khan ve arkadaşları tarafından 2014 yılında yapılan çok merkezli bir çalışmada transfüzyonla ilişkili mortalitenin %66'sı, transfüzyonla ilişkili akut akciğer hasarı (TRALI), transfüzyonla ilişkili dolaşım aşırı yüklenmesi (TACO) ve hastane kaynaklı enfeksiyonlarla birlikte transfüzyonla ilişkili immünmodülasyona (TRIM) dayandırırmaktadır.⁶ Bu çalışmadan da anlaşılacağı üzere kanayan hastalardaki mortaliteyi kanama durdurulduktan sonra belirleyen faktörün transfüze edilen kan ve kan ürünü miktarının belirlediğidir.

Klasik oran bazlı yapılan transfüzyonlar ise koagülopatiyi düzeltmez ve şiddetli kanaması olan hastalarda mortaliteyi azaltmaz.^{7,8} Oran bazlı transfüzyon düşünülüyorsa bunun kanamayı durdurmayacağı bilinmelidir. Kanamanın nedenini belirlemek ve kanamayı durdurmak için yapılacak hemostatik müdahaleye kadar zaman kazanmak için kullanılabilir. Winearls ve arkadaşları tarafından 2016 yılında yapılan reviewde bazı merkezlerin oran bazlı transfüzyon ile hedefe yönelik transfüzyonu hibrit şekilde kullandığını göstermiştir.⁹ Çünkü şiddetli kanamada zaman çok kıymetlidir. Yapılan çalışmalar standart laboratuvar koagülasyon testlerinin tahmini sonuç süresini 30 ile 90 dakika arası olarak belirlemiştir buda kanayan hastada klinik kararlara rehberlik etmek için çok uzundur.¹⁰⁻¹² Viskoelastik yöntemler 10 ile 15 dakika içinde sonuç verir.¹³ Viskoelastik yöntemler pıhtı başlangıcından sonraki 5. ve 10. dakikadaki pıhtının mm cinsinden genliğini göstererek kanayan hasta yönetiminde doğru bir rehberlik sağlar. Ayrıca Viskoelastik yöntemlerde maksimum pıhtı sertliği (*Maximum Clot Firmness-MCF*), plazma fibrinojen konsantrasyonu ve trombosit sayısı ile çok iyi korelasyon gösterir.¹³ Viskoelastik yöntemler yalnızca zaman açısından değil, aynı zamanda çeşitli klinik ortamlarda kanamanın nedenini ve transfüzyon ihtiyacını belirleme açısından da standart laboratuvar testlerinden üstündür.¹⁴⁻¹⁶ Viskoelastik yöntemler kılavuzluğunda HKY; kanamayı, transfüzyon gereksinimlerini, komplikasyon oranlarını ve sağlık bakım maliyetlerini azaltmada etkili olduğu gösterilmiştir. Fakat Dias ve arkadaşlarının 2024 yılında yayınlamış oldukları meta analizde ROTEM'in her ne kadar ES, TDP ve Trombosit transfüzyonunu azalttığını göstermiş olsa da; hastaların re-operasyon, hastanede kalış süresi veya mortalite oranları açısından fark gözlenmemiştir.¹⁷

Viskoelastik testler, tromboelastografi (TEG) ve rotasyonel tromboelastometri (ROTEM) olmak üzere ikiye ayrılır. En sık kullanılan teknik rotasyonel tromboelastometri tekniğidir. Birkaç randomize kontrollü çalışma ve meta-analiz, kanayan hastalarda ROTEM rehberliğinin; peroperatif morbidite ve mortaliteyi azalttığına dair kanıt sağlamıştır.¹⁸⁻²⁰ ROTEM kılavuzlu algoritmalar, perioperatif kanama yönetiminde kişiselleştirilmiş yaklaşımı uygular.

KOAGÜLASYON

Vasküler yaralanma bölgesinde oluşan endotel hasarı normalde kan ile teması olmayan subendotelyal yapıların ortaya çıkmasına sebep olur. Bu subendotelyal yapılar trombositleri aktive eder.²¹ Aktive olan trombositler subendotelyal matrikse yapışır ve birikmeye başlarlar. Trombosit birikimi ve subendotelyal dokudan salınan doku

faktörü koagülasyon kaskadını uyarır. Oluşan trombin fibrinojeni fibrine dönüştürür. Fibrin trombosit tıkaçını güçlendirir. Pıhtılaşmanın sonlandırılması ve fibrinolitik sistem tarafından pıhtının uzaklaştırılması ile doku yeniden şekillenerek koagülasyon tamamlanır. Ancak, kanama yönetimini sağlamaya çalıştığımız hastalarda, temelde fibrinolitik sistemi antifibrinolitik ilaçlarla baskılamaya çalışıyoruz; çünkü oluşan pıhtı patolojik değildir. Birçok çalışma transfüzyon riski taşıyan kanamalarda ilk basamak tedavi olarak antifibrinolitik ilaç olan traneksamik asidi önermektedir (Şekil 1).^{22,23} CRASH-2 randomize kontrollü çalışma: 40 ülke 274 hastaneden toplanan 20211 travma hastasından elde edilen veriler sonucunda kanamalı travma hastalarında traneksamik asidin mortaliteyi azalttığını göstermiştir.²⁴

ROTEM

Kanama; kardiyopulmoner bypass, travma, post partum kanama, karaciğer nakli gibi birçok nedenden kaynaklanabilir. ROTEM kanamalı hastanın takibinde hızlı tanı ve tedavi imkânı sunmaktadır.

ROTEM çalışma tekniği olarak hastadan alınan sitratlı bir kan örneğinde salınımlı bir pimin sabit dönme kuvvetine maruz kalan tek kullanımlık kapta 37°C'ye kadar ısıtarak ölçümlere başlar. Pimin dönme hızına göre cihaz bir grafik çizer. Işık kaynağından gelen ışınlar, pim tarafından fotodedektöre yansıtılır. Pıhtı oluşmaya başlar ve giderek sertleşirse pim daha yavaş döner ve buda grafiğe yansır. Bu basit yöntem sayesinde, farklı reaktiflerle oluşturulan bölmelerde pıhtı sertlikleri ayrı ayrı ölçülebilir. ROTEM ölçümlerinden biri olarak İNTEM testinde reaktif olarak bulunan ellagik asit pıhtılaşma kaskadındaki intrinsek yolağı aktive eder ve oluşan pıhtı ve pıhtının karakteristik özellikleriyle çizilen grafik intrinsek yolağı temsil eder. İNTEM'deki uzamalar intrinsek yolak (F12-F11-F9-F8), ortak yolak (F10-F5-F2-F1) ve trombosit eksikliklerini yansıtabilir.²⁵ EXTEM testinde reaktif olarak bulunan doku faktörü pıhtılaşma kaskadındaki ekstrinsek yolağı aktive eder ve oluşan pıhtı ekstrinsek yolağı temsil eder. EXTEM'deki uzamalar ekstrinsek yolak (F7), ortak yolak (F10-F5-F2-F1) ve trombosit eksikliklerini yansıtabilir.²⁵ FİBTEM testinde reaktif olarak bulunan sitakalasin D trombositlerin mikrofilamentlerine inhibitör etkilidir buda trombosit aracılı pıhtılaşmayı önler ve sonuç olarak pıhtı fibrinojen aktivitesi ile oluşur ve fibrinojen aktivitesini yansıtır, APTTEM testinde reaktif olarak eklenen aprotinin plazmini inhibe ederek pıhtı genliğinin azalmasını sebebini fibrinoliz olup olmadığını anlamamızı sağlayabilir, HEPTTEM'de reaktif olarak heparinaz enzimi bulunur buda kan örneğindeki bulunan heparini parçalar ve hastanın heparinsiz kan örneğindeki pıhtı oluşumunu inceleme

imkânı sunar. Bu test ile kanamanın sebebinin heparin olup olmadığı anlaşılabilir veya yüksek heparinden dolayı kanama nedeni analiz edilemeyen hastalardan alınan kan örneğindeki heparin heparinaz ile yıkılarak heparinsiz bir numunenin sonuçları görülebilir.^{13,25}

ROTEM PARAMETRELERİ

Temel çalışma prensibi tam kan dolu bir kaba dönen bir pim vasıtasıyla pıhtının karakterinin analiz edilmesini sağlar. Pıhtı kalınlaştıkça pimin dönüş hızını azaltır buda fotodedektör vasıtasıyla grafiği yansıtır.

Clotting Time (CT): Pıhtılaşma zamanı denilebilir. Oluşan pıhtının sertliğinin 2 mm oluncaya kadar geçen saniye cinsinden süredir (Şekil 1).²⁶

Clot Formation Time (CFT): Oluşan pıhtının 2 mm'den 20 mm'ye kadar geçen saniye cinsinden süre olarak tanımlanır (Şekil 1).²⁶

A5: 5. Dakikadaki pıhtının genliğinin mm olarak ifadesidir (Şekil 1).²⁶

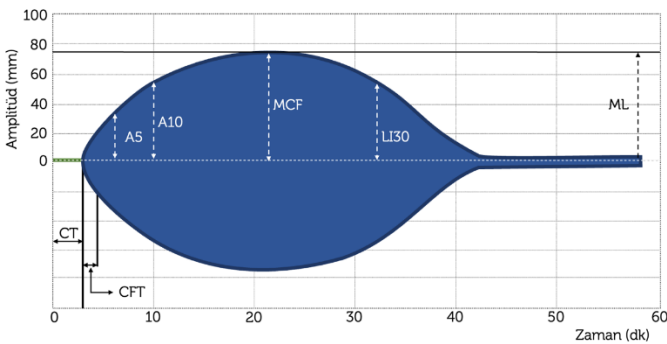
A10: 10. Dakikadaki pıhtının genliğinin mm olarak ifadesidir (Şekil 1).²⁶

Maximal Clot Formation (MCF): Oluşan pıhtının maksimum genliğini mm olarak ifade etmektedir (Şekil 1).²⁶

Lysis 30. Dakika (LI30): Maksimum pıhtı genliğinin 30. dakikada yüzde kaçının antifibrinolitik sistem tarafından yıkıldığının yüzdeleri olarak ifadesidir (Şekil 1).²⁶

Lysis 60. Dakika (LI60): Maksimum pıhtı genliğinin 60. dakikada yüzde kaçının antifibrinolitik sistem tarafından yıkıldığının yüzdeleri olarak ifadesidir.²⁶

Maximal Lysis (ML): Oluşan maksimum pıhtının genliğinin pıhtı yıkıldıktan sonraki genliğine oranının yüzdeleri olarak ifadesidir (Şekil 1).²⁶

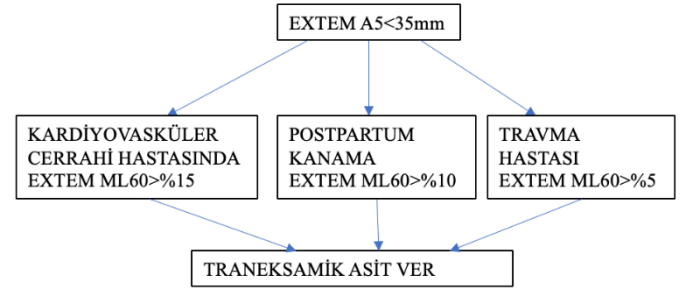


Şekil 1. Örnek bir ROTEM çizimi

CT: Clotting Time (pıhtılaşma zamanı), CFT: Clot Formation Time (pıhtı oluşum zamanı), A5: 5. dakikadaki pıhtı amplitüdü, A10: 10. dakikadaki pıhtı amplitüdü, MCF: Maximal Clot Formation (oluşan maksimum pıhtı amplitüdü), LI30: Lysis 30. Dakika, ML: Maximal Lysis

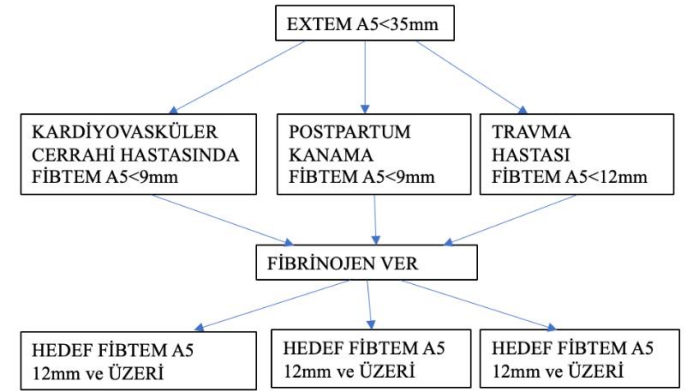
ROTEM SONUÇLARININ YORUMLANMASI

ROTEM sonuçlarının yorumlanırken belli algoritmalara uyulması gereksiz transfüzyonları önleyecektir.¹³ İlk olarak



Şekil 2. EXTEM'in analizi

A5: 5. dakikadaki pıhtı amplitüdü, LI60: Lysis 60. Dakika



Şekil 3. Hipofibrinojenemide tedavi hedeflerimiz

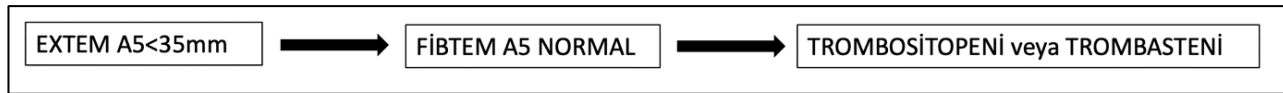
A5: 5. dakikadaki pıhtı amplitüdü

hastada kanamanın olup olmadığı, eğer kanama varsa bu kanama hastanın tolere edebileceği kanama miktarının üzerine çıkıp çıkmadığı, kanama miktarının kan ve ürünleri için transfüzyon ihtiyacı oluşturup oluşturmadığına bakılmalıdır. Potansiyel olarak transfüzyon ihtiyacı olabilecek kanamada ilk olarak fibrinoliz yönetimine odaklanılmalıdır. Kardiyovasküler cerrahiler özelinde değerlendirilirse antikoagülasyonun tersine çevrilmesinin yeterli olup olmadığına bakılmalıdır. Sonrasında oluşan pıhtının sertliğinin yönetimine odaklanılmalıdır. Yani kanaması olan bir hastada spesifik bir nedenimiz yok ise vücudun yaptığı doğal pıhtının fibrinolitikler tarafından yıkılıp yıkılmadığına bakılmalıdır. Gerek görülürse antifibrinolitikler ile müdahale edilmelidir. Oluşan doğal pıhtının özelliklerine odaklanılmalıdır. ROTEM oluşan pıhtıdaki trombosit ve fibrinojenin etkilerini ayrı ayrı gösterebilmektedir.

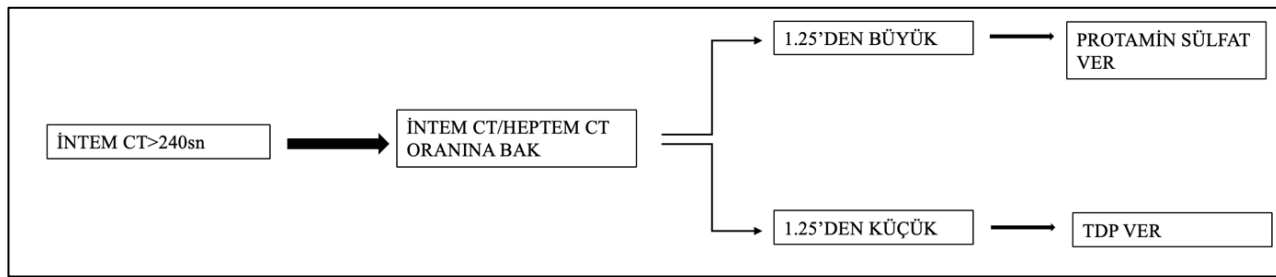
EXTEM A5 (5. dakikadaki pıhtı sertliği) 35 mm'nin altındaysa hipokoagülobiliteden bahsedilebilir ve bu hastada EXTEM ML (maximum lysis) kardiyovasküler cerrahi hastası için %15 ve üzeri ise, post-partum kanamalarda %10 ve üzeri ise, travma hastasında %5 ve üzeri ise 15-25 mg/kg da traneksamik asit endikasyonu bulunmaktadır. Bu senaryolarda temel kanama sebebi fibrinolitik sistemin aşırı aktivasyonudur.¹³ Fibrinolitik

Tablo 1. FİBTEM rehberliğinde fibrinojen replasmanı

FİBTEM A5'de veya A10'da hedeflenen artış miktarı (istenilen FİBTEM A5-A10 genliği ile mevcut FİBTEM A5-A10- genliğinin farkı)	Replase edilmesi gereken fibrinojen miktarı	80 kg Erişkin hasta için replase edilmesi gereken fibrinojen miktarı
2 mm	12,5 mg/kg	1 gr
4 mm	25 mg/kg	2 gr
6 mm	37,5 mg/kg	3 gr
8 mm	50 mg/kg	4 gr
10 mm	62,5 mg/kg	5 gr

**Şekil 4.** Trombosit fonksiyon bozukluklarının tanınması

A5: 5.dakikadaki pıhtı amplitüdü

**Şekil 5.** İNTEM'in analizi

CT: Clotting Time (pıhtılaşma zamanı)

sistemin traneksamik asit ile önlenmesi hastadaki kanamanın azalmasına sebep olacaktır (Şekil 2). Ayrıca FİBTEM hiperfibrinolizis tanısında sensitif ve spesifiktir.²⁷ FİBTEM CT'nin 600 sn üzerinde olması da ve FİBTEM ML %10 ve üzeri ise yine hastada hiperfibrinolizis tanısı konulup traneksamik asit verilebilir.¹³ EXTEM ML %15 üzerinde ve APTM ML %0-5 arasında ise hiperfibrinolizis tanısı kesinleşir.¹³

Kanayan hasta kardiyovasküler cerrahi hastası ise heparin fazlalığından dolayı kanıyor olabilir öncelikle basit bir test olan ACT (Active Clotting Time) bakılmalıdır. ACT değeri bazal ACT den yüksek ise ve İNTEM CT'nin HEPTEM CT'ye oranının 1,25 ve üzerinde ise 0,3-0,5 mg/kg'dan protamin sülfat yapılmalıdır ve sonrasında kontrol ROTEM ve ACT bakılmalıdır.

Kanayan hastada bakılan ROTEM sonucunda EXTEM A5 sonucu 35 mm'nin altındaysa ve FİBTEM A5 pıhtı sertliği 9 mm'nin altındaysa; travma ve kardiyovasküler cerrahi hastasında kanama sebebinin fibrin polimerizasyon bozukluğundan kaynaklandığı düşünülebilir ve hastaya fibrinojen konsantresi verilmesi önerilir. Hedef FİBTEM A5

seviyesi 12 mm'dir. Eğer bu senaryo postpartum hemoraji hastasında ise FİBTEM A5 12 mm'nin altındaysa fibrinojen konsantresi endikasyonu bulunur ve hedef FİBTEM A5 değeri 16 mm'dir (Şekil 3). Hastalara ne kadar fibrinojen vermemiz gerektiğini Tablo 1 de açıklanmıştır.¹³

Eğer kanayan hastamızda sebep olarak oluşan pıhtının antifibrinolitik sistem tarafından yıkılması değil ve pıhtının özelliklerine bakıldığında fibrinojen yetersiz değil ise pıhtının diğer bileşeni olan trombosit odaklanılmalıdır. EXTEM A5 sonucu 35 mm'nin altında ve FİBTEM A5 normal ise kanamanın sebebi trombositlerin sayıca veya fonksiyonel olarak yetersiz olması olabilir (Şekil 4). Hastaya 10-15 mg/kg'dan trombosit konsantresi verilmesi önerilmektedir. Trombositopeni için standart hemogram analizi düşünülebilir. Eğer trombasteni için ileri tanı düşünülüyorsa TRAPTEM veya ADPTM düşünülebilir.¹³

Eğer hastada EXTEM CT 80 saniyenin üzerindeyse pıhtılaşma faktör eksikliği sebebiyle oluşan bir kanama düşünülebilir ve hastaya 10-15 mg/kg'dan taze donmuş plazma (TDP) veya protrombin kompleks konsantresi (PCC) verilmelidir. İNTEM CT 240 saniyenin üzerinde ise İNTEM CT'nin HEPTEM CT'a oranı 1,25 ve üzeri ise dolaşımdaki fazla

heparin nedeniyle hasta kanıyordur protamin sülfat verilmelidir eğer oran 1.25'in altı ise hasta pıhtılaşma faktör eksikliğinden kanamaktadır TDP transfüzyon endikasyonu bulunmaktadır.

Kanaması devam eden hastaya yapılan hemostatik müdahaleden 10-15 dakika sonra tekrar ROTEM çalışılmalıdır. Çünkü kanamanın sebebi olarak izole bir neden bulunamayabilir. Ayrıca kontrol ROTEM'de EXTEM CT 45 saniyenin altındaysa hiperkoagülobilite düşünülmelidir hastada tromboz riski mevcuttur dikkat edilmelidir.²⁸

ROTEM delta ve sigma için ayrı ayrı referans aralıkları; yenidoğanların, bebeklerin, çocukların, ergenlerin ve yetişkinlerin yanı sıra peripartum dönemdeki hastalar gibi çeşitli popülasyonlar için belirlenmiştir.²⁹⁻³⁴

ROTEM'İN KISITLILIKLARI

ROTEM'in kısıtlılıkları da bilinmelidir. ROTEM alınan kan örneğini 37°C'ye getirip çalıştığı için hastada hipotermiye sekonder gelişen bir koagülopati varsa ROTEM bunu tespit edemez. Von willebrand hastalığı gibi kalıtsal kanama bozukluğu sebebiyle oluşan kanamalarda ROTEM belirleyemez çünkü hasar oluşan pıhtıda değildir von willebrand faktör defektinden dolayı trombositler hasarlı dokuya etki edememektedir.³⁵ Bu tarz kanama bozukluklarında in-vitro yapılan testlerde anormallik saptanamaz. İn-vitro ortamda pıhtı oluşumu normal olacaktır fakat bu oluşan pıhtının hasarlı dokuya tutunmasını sağlayan reseptörlerde problem vardır.

ROTEM trombosit fonksiyon bozukluğunu kısmen gösterebilir, ancak trombosit fonksiyonunu tam anlamıyla değerlendirmez. ROTEM sadece oluşan pıhtıdaki trombosit rolünü dolaylı olarak analiz eder. Trombositopeni veya trombasteni ayırımı yapamaz. Trombositopeni için klasik hemogram analizi önerilmektedir. Trombasteni ayırımı için ise ADPTM – TRAPTEM önerilmektedir.

Viskoelastik testler her kurumda bulunan yaygın kullanılan cihazlar değildir. Çalışmak ve yorumlamak için eğitim gerektirmektedir.

SONUÇ

Son olarak ROTEM hastanın kanayıp kanamayacağını öngöremez sadece kanayan hastada nedeni bulmaya rehberlik edebilir. Kanamayan hastaya ROTEM yapıp anormal bulgulara müdahale hiçbir çalışmada önerilmemektedir. Temel kullanım alanı kanayan hastadaki yönetime rehberlik etmek ve gereksiz transfüzyonları önlemektir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir-MAY, MEA, NU; Tasarım-MAY, MEA, NU; Denetleme-HBÖ, MEA, ECÇ; Kaynaklar-MAY, MEA, NU; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi- MAY, MEA, NU; Analiz ve/veya Yorum-MAY, MEA, NU, ECÇ; Literatür Taraması-MAY, MEA, NU; Yazıyı Yazan-MAY, ECÇ; Eleştirel İnceleme-HBÖ, MEA, ECÇ.

Çıkar Çatışması: Bu makalenin yazarı Erkan Cem Çelik aynı zamanda bu derginin editörüdür. Bu durum çıkar çatışması yaratabilecek bir ilişki olarak değerlendirilmektedir. Tarafsız ve şeffaf bir hakemlik süreci sağlamak amacıyla, bu makalenin değerlendirmesinde Erkan Cem Çelik süreç dışında tutulmuştur. Ayrıca, çıkar çatışmalarını önlemek amacıyla bu sürecin tüm aşamaları derginin etik kuralları ve COPE, ICMJE gibi uluslararası etik yönergelerine uygun olarak yönetilmiştir.

Finansal Destek: Yazarlar, bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept -MAY, MEA, NU; Design-MAY, MEA, NU; Supervision-HBÖ, MEA, ECÇ; Resources-MAY, MEA, NU; Data Collection and/or Processing-MAY, MEA, NU; Analysis and/or Interpretation-MAY, MEA, NU, ECÇ; Literature Search-MAY, MEA, NU; Writing Manuscript-MAY, ECÇ; Critical Review-HBÖ, MEA, ECÇ.

Conflict of Interest: The author of this article, Erkan Cem Çelik, is also the editor of this journal. This situation is considered as a relationship that may create a conflict of interest. In order to ensure an impartial and transparent peer review process, Erkan Cem Çelik was excluded from the evaluation of this article. In addition, in order to prevent conflicts of interest, all stages of this process were managed in accordance with the journal's ethical rules and international ethical guidelines such as COPE and ICMJE.

Financial Disclosure: The authors declared that this study has received no financial support.

REFERENCES

1. Zacharowski K, Spahn DR. Patient blood management equals patient safety. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2016;30(2):159-169. doi:10.1016/j.bpa.2016.04.008
2. Inaba K, Branco BC, Rhee P, et al. Impact of plasma transfusion in trauma patients who do not require massive transfusion. *J Am Coll Surg.* 2010;210(6):957-965. doi:10.1016/j.jamcollsurg.2010.01.031
3. Desborough M, Sandu R, Brunskill SJ, et al. Fresh frozen plasma for cardiovascular surgery. *Cochrane Database Syst Rev.* 2015;2015(7):Cd007614. doi:10.1002/14651858.CD007614.pub2
4. Warner MA, Chandran A, Jenkins G, Kor DJ. Prophylactic Plasma Transfusion Is Not Associated With Decreased Red Blood Cell Requirements in Critically Ill Patients. *Anesth Analg.* 2017;124(5):1636-1643. doi:10.1213/ane.0000000000001730
5. Warner MA, Jia Q, Clifford L, et al. Preoperative platelet transfusions and perioperative red blood

- cell requirements in patients with thrombocytopenia undergoing noncardiac surgery. *Transfusion*. 2016;56(3):682-690. doi:10.1111/trf.13414
6. Khan S, Brohi K, Chana M, et al. Hemostatic resuscitation is neither hemostatic nor resuscitative in trauma hemorrhage. *J Trauma Acute Care Surg*. 2014;76(3):561-567; discussion 567-568. doi:10.1097/ta.0000000000000146
 7. Khan S, Davenport R, Raza I, et al. Damage control resuscitation using blood component therapy in standard doses has a limited effect on coagulopathy during trauma hemorrhage. *Intensive Care Med*. 2015;41(2):239-247. doi:10.1007/s00134-014-3584-1
 8. Holcomb JB, Tilley BC, Baraniuk S, et al. 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*. 2015;313(5):471-482. doi:10.1001/jama.2015.12
 9. Winearls J, Reade M, Miles H, et al. Targeted Coagulation Management in Severe Trauma: The Controversies and the Evidence. *Anesth Analg*. 2016;123(4):910-924. doi:10.1213/ane.0000000000001516
 10. Toulon P, Ozier Y, Ankri A, Fléron MH, Leroux G, Samama CM. Point-of-care versus central laboratory coagulation testing during haemorrhagic surgery. A multicenter study. *Thromb Haemost*. 2009;101(2):394-401.
 11. Davenport R, Manson J, De'Ath H, et al. Functional definition and characterization of acute traumatic coagulopathy. *Crit Care Med*. 2011;39(12):2652-2658. doi:10.1097/CCM.0b013e3182281af5
 12. Olde Engberink RH, Kuiper GJ, Wetzels RJ, et al. Rapid and correct prediction of thrombocytopenia and hypofibrinogenemia with rotational thromboelastometry in cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2014;28(2):210-216. doi:10.1053/j.jvca.2013.12.004
 13. Görlinger K, Pérez-Ferrer A, Dirkmann D, et al. The role of evidence-based algorithms for rotational thromboelastometry-guided bleeding management. *Korean J Anesthesiol*. 2019;72(4):297-322. doi:10.4097/kja.19169
 14. Schöchl H, Cotton B, Inaba K, et al. FIBTEM provides early prediction of massive transfusion in trauma. *Crit Care*. 2011;15(6):R265. doi:10.1186/cc10539
 15. Hagemo JS, Christiaans SC, Stanworth SJ, et al. Detection of acute traumatic coagulopathy and massive transfusion requirements by means of rotational thromboelastometry: an international prospective validation study. *Crit Care*. 2015;19(1):97. doi:10.1186/s13054-015-0823-y
 16. Dötsch TM, Dirkmann D, Bezinover D, et al. Assessment of standard laboratory tests and rotational thromboelastometry for the prediction of postoperative bleeding in liver transplantation. *Br J Anaesth*. 2017;119(3):402-410. doi:10.1093/bja/aex122
 17. Dias JD, Levy JH, Tanaka KA, Zacharowski K, Hartmann J. Viscoelastic haemostatic assays to guide therapy in elective surgery: an updated systematic review and meta-analysis. *Anaesthesia*. 2025;80(1):95-103. doi:10.1111/anae.16463
 18. Weber CF, Görlinger K, Meininger D, et al. Point-of-care testing: a prospective, randomized clinical trial of efficacy in coagulopathic cardiac surgery patients. *Anesthesiology*. 2012;117(3):531-547. doi:10.1097/ALN.0b013e318264c644
 19. Deppe AC, Weber C, Zimmermann J, et al. Point-of-care thromboelastography/thromboelastometry-based coagulation management in cardiac surgery: a meta-analysis of 8332 patients. *J Surg Res*. 2016;203(2):424-433. doi:10.1016/j.jss.2016.03.008
 20. Wikkelsø A, Wetterslev J, Møller AM, Afshari A. Thromboelastography (TEG) or thromboelastometry (ROTEM) to monitor haemostatic treatment versus usual care in adults or children with bleeding. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016;2016(8):Cd007871. doi:10.1002/14651858.CD007871.pub3
 21. Shen J, Sampietro S, Wu J, et al. Coordination of platelet agonist signaling during the hemostatic response in vivo. *Blood Adv*. 2017;1(27):2767-2775. doi:10.1182/bloodadvances.2017009498
 22. Guyette FX, Brown JB, Zenati MS, et al. Tranexamic Acid During Prehospital Transport in Patients at Risk for Hemorrhage After Injury: A Double-blind, Placebo-Controlled, Randomized Clinical Trial. *JAMA Surg*. 2020;156(1):11-20. doi:10.1001/jamasurg.2020.4350
 23. Gruen RL, Mitra B, Bernard SA, et al. Prehospital Tranexamic Acid for Severe Trauma. *N Engl J Med*. 2023;389(2):127-136. doi:10.1056/NEJMoa2215457
 24. Shakur H, Roberts I, Bautista R, et al. 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. *Lancet*.

- 2010;376(9734):23-32. doi:10.1016/s0140-6736(10)60835-5
25. Drotarova M, Zolkova J, Belakova KM, et al. Basic Principles of Rotational Thromboelastometry (ROTEM®) and the Role of ROTEM-Guided Fibrinogen Replacement Therapy in the Management of Coagulopathies. *Diagnostics (Basel)*. 2023;13(20):doi:10.3390/diagnostics13203219
26. Brill JB, Brenner M, Duchesne J, et al. The Role of TEG and ROTEM in Damage Control Resuscitation. *Shock*. 2021;56(1s):52-61. doi:10.1097/shk.0000000000001686
27. Na HS, Shin HJ, Do SH. FIBTEM provides prediction of massive bleeding in total hip replacement arthroplasty. *Blood Coagul Fibrinolysis*. 2016;27(3):340-346. doi:10.1097/mbc.0000000000000428
28. Drotarova M, Zolkova J, Belakova KM, et al. Basic Principles of Rotational Thromboelastometry (ROTEM®) and the Role of ROTEM—Guided Fibrinogen Replacement Therapy in the Management of Coagulopathies. *Diagnostics*. 2023;13(20):3219.
29. Lang T, Bauters A, Braun SL, et al. Multi-centre investigation on reference ranges for ROTEM thromboelastometry. *Blood Coagul Fibrinolysis*. 2005;16(4):301-310. doi:10.1097/01.mbc.0000169225.31173.19
30. Schenk B, Görlinger K, Trembl B, et al. A comparison of the new ROTEM® sigma with its predecessor, the ROTEMdelta. *Anaesthesia*. 2019;74(3):348-356. doi:10.1111/anae.14542
31. Sokou R, Foudoulaki-Paparizos L, Lytras T, et al. Reference ranges of thromboelastometry in healthy full-term and pre-term neonates. *Clin Chem Lab Med*. 2017;55(10):1592-1597. doi:10.1515/cclm-2016-0931
32. Oswald E, Stalzer B, Heitz E, et al. Thromboelastometry (ROTEM) in children: age-related reference ranges and correlations with standard coagulation tests. *Br J Anaesth*. Dec 2010;105(6):827-835. doi:10.1093/bja/aeq258
33. de Lange NM, van Rheenen-Flach LE, Lancé MD, et al. Peri-partum reference ranges for ROTEM(R) thromboelastometry. *Br J Anaesth*. 2014;112(5):852-859. doi:10.1093/bja/aet480
34. Oudghiri M, Keita H, Kouamou E, et al. Reference values for rotation thromboelastometry (ROTEM®) parameters following non-haemorrhagic deliveries. Correlations with standard haemostasis parameters. *Thromb Haemost*. 2011;106(1):176-178. doi:10.1160/th11-02-0058
35. Weyand AC, Flood VH. Von Willebrand Disease: Current Status of Diagnosis and Management. *Hematol Oncol Clin North Am*. 2021;35(6):1085-1101. doi:10.1016/j.hoc.2021.07.004