

PAPER DETAILS

TITLE: TOTAL DİZ REPLASMANI UYGULANAN STERİL HAZIR TURNİKE İLE PNÖMOTİK
TURNİKENİN AMELİYAT SONRASI DÖNEMDE DERİN VENTROMBOZU OLUSUMU YÖNÜNDEN
KARSILASTIRILMASI

AUTHORS: Tansel MUTLU,Uygar DASAR

PAGES: 93-97

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/512724>

TOTAL DİZ REPLASMANI UYGULANAN STERİL HAZIR TURNİKE İLE PNÖMOTİK TURNİKENİN AMELİYAT SONRASI DÖNEMDE DERİN VENTROMBOZU OLUŞUMU YÖNÜNDEN KARŞILAŞTIRILMASI

COMPARISON OF DEEP VENOUS THROMBOSIS BETWEEN USING READY TO USE STERILE TOURNIQUET AND PNEUMATIC TOURNIQUET AT TOTAL KNEE ARTHROPLASTY SURGERY

Tansel MUTLU, Uygur DAŞAR

Karabük Üniversitesi Eğitim Araştırma Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı

ÖZ

AMAÇ: Total diz replasmanında kullanılan steril elastik hazır turnike ile pnömotik turnikenin ameliyat sonrası dönemde gelişebilen derin ven trombozu oluşumuna etkisini incelemek ve sonuçlarını bildirmek.

GEREÇ VE YÖNTEM: 2005-2012 yılları arasında total diz replasmanında (TDR) uygulanan 754 hasta çalışmaya alındı. Hasta sayısı, cinsiyet ve ağırlıkları göz önünde bulundurularak 2 ayrı grup oluşturuldu. 1. gruptaki 377 vakaya pnömotik turnike, 2. gruba aynı sayıda hazır steril turnike kullanıldı. Her iki grup pıhtılaşmayı etkileyen biyokimyasal değerler yönünden incelendi. Pıhtılaşmaya etkileyen ilaç kullanımı, faktör eksikliği, geçirilmiş derin ven trombozu veya riskine sahip hastalar çalışmaya alınmadı. Tüm hastalara aynı cerrahi grup tarafından operasyon gerçekleştirilmiş olup ortalama operasyon süresi $60,2 \pm 4,12$ (45-100) dakika olarak tespit edildi. Tüm hastalar ortalama $19,5 \pm 2,18$ (10-28) saat sonra mobilize edildi, motor blok bitiminde ayak fleksiyon-ekstansiyon hareketleri uygulandı. Hastalar ortalama $5,14 \pm 0,92$ (3-9) gün hospitalize edildi. Taburcu sonrası 1-4. haftalarda kontrole çağrıldı. Bu süre zarfında hastalar derin ven trombozu açısından klinik ve ultrasonografik olarak alt ekstremitelere venöz doppler tetkiki uygulandı. Derin ven trombozu (DVT) pozitif olan hastalara Kardiyovasküler cerrahi tarafından tedavi başlandı.

BULGULAR: İncelenen 754 hasta içinde 165'inde (%21.8) DVT tespit edildi. Bunlardan 1. grupta 124 (%32.8) 2. grupta ise 41(%10.8) di. Pulmoner emboli 21 (%2.7) hastada teşhis edilirken 1. grupta 19 (%5) 2. grupta ise sadece 2 (%0.5) hastada saptandı. İki grup DVT ve pulmoner emboli gelişimi açısından anlamlı bulundu. ($p<0.05$). Her iki grupta incelenen demografik özellikler benzerdi.

SONUÇ: Pnömotik turnike uygulanması esnasında alt ekstremitelerde yaklaşık 30-40 cm lik bir segmentte sirküler kompresif güçlere bağlı spazm oluşmaktadır, buna karşılık hazır steril turnikede bu genişlik yaklaşık 2 cm dir. Etki altında kalan segment uzunluğu arttıkça damar intimasında olası hasarlanma nedeniyle venöz tromboz riskinin artabildiği görülmektedir. Hazır steril turnikelerin DVT açısından daha az riskli olduğu görülmektedir.

ANAHTAR KELİMELE: Steril turnike, total diz artroplastisi, derin ven trombozu

ABSTRACT

OBJECTIVE: We aimed to compare the incidence of deep vein thrombosis (DVT) after total knee arthroplasty with the use of sterile elastic tourniquet and the pneumatic tourniquet.

MATERIAL AND METHODS: From 2005 to 2012, 754 patients undergoing Total knee prosthesis (TKP) were included in this study. Two groups have been formed considering patient number, sex and weight. At the first group, 377 patients have been operated using pneumatic tourniquet. Sterile tourniquet was also used in 377 patients at the second group. Both groups were evaluated for biochemical tests which related to clotting.

Patients showing preoperative DVT or receiving anticoagulants were excluded. Patients with known factor deficiency were also excluded from this study. All patients were operated by same surgeon group and mean operation time was 60 (45-100) minutes. All of the patients were mobilised after 19 (10-28) hours. Ankle flexion and extension exercises was performed after following motor block. Mean hospitalization time was 5 (3-9) days. Patients were controlled in the first and fourth weeks after discharge from the hospital. During this time, patients have been evaluated with clinical findings and lower extremity doppler ultrasonography for DVT. Patients who had developed DVT, have been treated by cardiovascular surgery department.

RESULTS: 165 (21.8%) of the 754 patient had DVT. 124 (32.8%) of these patients was in the first group and 41 (10.8%) was in the second group. 21 (2.7%) patients had pulmonary embolism, 19 (5%) patients were in the first group and 2 (0.5%) of these were in the second group. We observed a significant difference between the groups, with a frequency of DVT and pulmonary embolism. ($p<0.05$). Demographic characteristics were similar in both groups.

CONCLUSIONS: When pneumatic tourniquet was used, spasms had been developed in 30-40 centimeter segment at lower extremity because of circular compressive forces. On the other hand, this segment was only two centimeters when sterile tourniquet was preferred. When affected segment was larger, increasing venous thrombosis risk were shown because of venous intima damage. We thought that the use of a sterile tourniquet decreased the incidence of DVT.

KEYWORDS: Sterile tourniquet, Total knee arthroplasty, Deep venous thrombosis

Geliş Tarihi / Received: 01.10.2017

Kabul Tarihi / Accepted: 28.05.2018

Yazışma Adresi / Correspondence: Tansel MUTLU

Karabük Üniversitesi Eğitim Araştırma Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı
tanselmumlu@yahoo.com

GİRİŞ

Turnike, ekstremitte ameliyatlarında kanama kontrolü amaçlı, 1878 de Dr. Esmark ile kullanıma girmiş ve o günden günümüze çeşitlendirilmiş ve geliştirilmiştir. Total diz replasmanında (TDR) sıklıkla turnike kullanılarak yapılan bir ameliyattır. Hatta yakın tarihli bir araştırma, Amerikan kalça ve diz cerrahları birliği üyelerinin % 95' inin TDR için bir turnike kullandığını bildirmiştir (1). Günümüzde TDR ameliyatlarında yaygın olarak kullanılan iki çeşit turnike ön plana çıkmaktadır. Bunlardan ilki Dr. Cushing tarafından 1908 yılında geliştirilen pnömotik turnikeyken (PT) ikincisi, geçmişi 10 yıl öncesine dayanan silikon halka turnike (SRT) (hemaclear veya s-mart, ohkmedical devices, haifa, israil) dir.

SRT nin klinik kullanıma girmesinin ardından birçok yazar bu iki turnikeyi birçok parametreyi baz alarak ameliyat esnasında ve ameliyat sonrasında karşılaştırmış ve sonuçlarını yayınlamıştır. Kliniğimizde son zamanlarda SRT kullanımına geçilmiş olup PT yerine SRT tercih etmemizde arteriyel akım okluzyonu sağlama-sı, opere ekstremitede insizyon alanı dışındaki sahada steril duvar oluşturma-sı ve opere ekstremitedeki kanın uzaklaştırılmasını (eksangunasyon) sağlama-sı etken olmuştur (2). Yapılan çalışmalarda DVT oluşumu açısından çalışmaya rastlanmamaktadır. DVT ve ilişkili patoloji olan pulmoner emboli TDR sonrası mortalitesi ve morbiditesi yüksek riskli komplikasyonlardır. Bu amaçla TDR de uygulanan SRT ile PT arasında DVT yönünden ilişki olup olmadığını araştırarak, DVT ve pulmoner emboliyi azaltan yöntemi bulmayı amaçladık.

GEREÇ VE YÖNTEM:

Etik Kurul Onayı: Çalışmamız Karabük Üniversitesi girişimsel olmayan klinik araştırmalar etik kurul onayı almış olup sözlü bilgilendirme sonrası yazılı onam alınan hastalarla yapılmıştır.

Prospektif kohort olarak yapılan araştırmamız çalışmaya dahil edilen hastaların operasyon günü ve üç ay sonrasına kadar olan sürede, haftalık poliklinik takipleriyle elde edilen verilerin toplanmasıyla oluşmuştur. Hastaların çalışmaya alınma kriteri, kliniğimizde TDP

ameliyatı geçirmeleriydi. Bu hastalar içinde DVT riski taşıyan (3), daha önce serebrovasküler olay geçiren, vasküler ve kan hastalıklarına sahip ve pıhtılaşma sürecine etki eden ilaç kullanım öyküsü olan, sigara kullanan hastalar çalışmaya alınmadı. Bu kriterler doğrultusunda 2005-2012 yılları arasında TDP uygulanan 754 hasta çalışmaya dahil edildi.

Hastalara ameliyat öncesi tam kan sayımı, kan biyokimyası, pıhtılaşma profilleri, elektrokardiyografi, diz ve göğüs radyografisi tetkikleri yapıldı. Tüm hastalara vücut kitle indeksine bakıldı. Hastalar ameliyat masasına supin pozisyonda yatırıldı. Ameliyat öncesi sistolik basınçları ölçüldü ve pnömatik turnike için uygulanacak ekstremitte en az 3 dakika yükseltildikten sonra sistolik basıncın 100 mmhg üstü uygulandı (4,5). Ameliyat sonrasında hastalara hemovac dren yerleştirildi, jones bandajı yapıldı. Postoperatif 10. güne kadar 60 mg enoksaparin sodyum subkutan uygulandı, vücut kitle endeksi fazla olan hastalarda doz artırımı yapıldı. Tüm hastalar ortalama 19,5 (10-28) saat sonra mobilize edildi, motor blok bitiminde ayak fleksiyon-ekstansiyon hareketleri uygulandı, fizyoterapist eşliğinde postoperatif bir gün quadriceps egzersizleri yapıldı. Hemovac drenler, postoperatif 1. gününde çıkarıldı. Profilaktik antibiyoterapi 1 gr sefazolin ile sağlandı. Postoperatif antibiyotik olarak 8 saat ara ile 1 gr sefazolin üç gün boyunca uygulandı. Oral günlük 3000 cc sıvı tüketene kadar intravenöz hidrasyon uygulandı. Hastalar ortalama 5,14±0,92 (3-9) gün hospitalize edildi. Çalışmaya alınan hastalar haftalık poliklinik kontrolüne çağırıldı. Bu kontrollerde hastalar DVT açısından değerlendirildi ve 15-20. Günlerde venöz dopler usg ile değerlendirildi. Ağrılı şişlik, homans işareti pozitifliği, ciltte renk değişikliği, dizde efüzyonu müspet olanlar 5 gün ara ile daha sık takibe alındı ve faktör eksikliği yönünden kan değerlerine bakıldı. DVT pozitif olan hastalara kalp damar cerrahi tarafından tedavi başlandı. Riskli hastalar 3 ay boyunca haftalık poliklinik kontrolüne çağırıldı. Her kontrolde DVT riski klinik açıdan değerlendirildi. Pulmoner emboli düşünülen hastalara ise multi-rowdedektör pulmoner anjiyografi BT yapıldı.

BULGULAR

Tüm hastaların operasyonunu aynı cerrahi grup gerçekleştirdi ve ortalama operasyon süresi 60,2 (100-45) dakika olarak tespit edildi. Her iki gruptaki olguların %4'üne genel anestezi %75'ine kombine spinal-epidural ve %21'ine spinal anestezi uygulandı 1. gruptaki vakaların %35'i bilateral TDR ameliyatı olup , pnömotik turnike uygulandı, 2. grubun %32'si bilateral TDR ameliyatı olup hazır steril turnike kullanıldı.

Gruplar	Sodyum	Potasyum	Kalsiyum	Bun	Kreatinin	ALT	AST	Vücut
	136-146 mmol/L	3,5-5,5 mg/dL	8,4-10,2 mg/dL	7,9 - 21 mg/dL	0,81 - 1,44 mg/dL	0 - 45 U/L	0 - 35 U/L	Kitle indeksi
I	140,3±2,3	4,34±0,3	8,61±0,31	16,43±2,2	9,22±1,15	38,16±5,71	31,73±7,16	29,67±4,8
II	139,4±2,8	4,29±0,2	8,82±0,36	15,24±1,8	9,39±1,67	41,32±3,43	32,12±6,21	28,52±5,3
Pdeğeri	p>0,921	p>0,938	p>0,856	p>0,904	p>0,895	p>0,683	p>0,909	p>0,91

Hemogram değerleri her iki grup arasında fark bulunmadı

Gruplar	Wbc	Hemogram	Trombosit	Inr	Ptz	Ptt	Crp	Sedimentasyon
	X 1000		X 100.000	08-1,1	10-14 saniye	30-40 saniye	0-7	0-20
I	7,45±1,2	10,13±1,4	112,34±15,7	9,1±0,8	11,6±1,1	36,5±3,9	6,1±1,1	22,1±7,34
II	7,29±2,1	9,92±2,1	118,54±13,2	8,9±0,7	12,1±1,2	34,7±4,1	5,7±1,7	24,6±8,9
Pdeğeri	p>0,813	p>0,714	p>0,891	p>0,838	p>0,876	p>0,731	p>0,789	p>0,677

Riskli hastalardan 1. grupta 4, 2. Grupta ise 5 hastada metilen tetrahidrofolat redüktaz geninde homozigot mutasyon tespit edildi, iki grup arasında anlamlı fark yoktu (p<0,005)

TDR de pnömatik turnike kullanımı ve SRT kullanımına göre hastalar iki gruba ayrıldı. Hasta sayısı, cinsiyet ve ağırlıkları göz önünde bulundurularak 2 ayrı grup oluşturuldu. 1. gruba pnömatik turnike ile yapılan TDR hastaları dahil edilirken 2. gruba SRT ile ameliyat edilen TDR hastaları alındı. Ortalama yaş her iki grupta 61(47-86) idi. Her iki grupta 188 erkek hasta ve 189 bayan hasta bulunmaktaydı (**Tablo 1**).

Tablo 1: Pnömatik turnike uygulanan grup (1.grup) ile SRT uygulanan grubun (2.grup) özellikleri

GRUP	ERKEK	BAYAN	YAŞ	BOY	KİLO (kg)	BMI	BACAK (ORT)
1.GRUP	188	189	61±10,8	166±10,73	83±15,27	29±4,53	56±13,57
2.GRUP	188	189	63±14,3	172±13,26	86±13,6	31±3,52	58±11,47
Total	376	378	61	170	84,67	29,57	57,61

Araştırmaya katılan 754 hasta içinde 165 (%21.8) hastada DVT tespit edildi. 1. gruptaki 124 (%32.8) hastada DVT teşhis edildi, 2. grupta ise bu sayı 41 (%10.8) hastaya geriledi. Yine araştırmaya katılan 21 (%2.7) hastada pulmoner emboli teşhis edilirken 1. grupta 19 (% 5) hastada pulmoner emboliye rastlandı. 2. gruptakiler de ise sadece 2 (%0.5) hastada pulmoner emboli saptandı. 2 grup DVT ve pulmoner emboli gelişimi açısından değerlendirildiğinde gruplar arasındaki farklar anlamlı bulundu. (p<0.05) (**Tablo 2**). Elektrokardiografiye göre 2 grup arasında patolojik bulgulara ve normal sınırlara göre benzer bulgular vardı. (p>0,692) Diz grafilerinde patolojik bulgu görülen 17 hasta çalışmadan sonuçları etkileyebilme olasılığına karşı çıkarılmıştır. Anterior posterior çekilen akciğer radyografisine göre 2 hastada akciğer karsinomu ve 5 hastada KOAH ön tanısı ile çalışmadan çıkarıldı.

Tablo 2: Pnömatik turnike uygulanan grup (Grup 1) ile SRT uygulanan grupta (Grup 2) DVT ve pulmoner emboli görülme oranları

	Grup 1 124 (%32.8)	Grup 2 41 (%10.8)	p değeri
DVT	19 (% 5)	2 (% 0.5)	<0.05
Pulmoner emboli			<0.05

TARTIŞMA

TDR sonrasında DVT insidansı batı toplumlarında %72 (%50-%72) iken postoperatif pulmoner emboli oranı %1.3 olarak bildirilmiştir (6-7). Hong Kong'da 15 yıllık bir dönem boyunca geriye dönük postmortem bir çalışmada, Asya popülasyonlarında bildirilen serilerde DVT görülme sıklığı %2.6' dan %76.5'e, pulmoner emboli insidansı %0.58' den % 2.08' e yükselmiştir (8-9). Araştırmamızda ise DVT görülme oranı %21.8, pulmoner emboli görülme oranı ise %0.5 dir. Bu oranlar batı toplumlarıyla kıyaslandığında daha düşük gözükmeyle birlikte teşhis için kullanılan yöntemler bu oranlarda etkili olmaktadır.

Travma, immobilizasyon ve cerrahi operasyonlar DVT için predispozan faktörler olmakla birlikte oluşan trombüsün embolizasyonunda mekanik stresler rol oynamaktadır. TDR de bu streslerden biri de turnike kullanımıdır (11). Parmet ve ark. hastalarda turnike kullanımının, turnike kullanılmayan TDR ye kıyasla emboli riskini 5.33 kat arttırdığını rapor etmişlerdir (12).

Turnikenin basınç uygulaması ve basıncının sona ermesinden hemen sonra meydana gelen pulmoner emboli atakları, basınç artması sırasında oluşan pulmoner embolide, turnike şişirildiğinde ekstremitelerde turnike bölme basıncının artmasıyla açıklanır ve bu trombozu çıkarmak için yeterli olabilir. Turnike basınç uygulaması sonlandıktan sonra pulmoner emboli oluştuğunda genel varsayım, bir venöz staz döneminin lokal tromboz ile ve bunu takiben embolizasyon ile sonuçlanmasıdır (13). Bu mekanizmalara ek olarak turnike; venöz staza, direkt travma yoluyla endotel hasarına ve kalsifiye kan damarlarının olası hasarlarına neden olmaktadır. Zahavi ve ark. turnike kullanımından kaynaklanan iskeminin, plazma beta-tromboglobülin ve plazma tromboksan-b2 düzeylerini artırdığını ve böylece TDR uygulanan hastalarda tromboz riskinin arttırdığını bildirmiştir (14). Katsumata ve ark. TDR sırasında turnike kullanımına bağlı, nötrofil elastazın nötrofillerden lokal olarak salınmasını ve buna reaktif oksijen türevleri eşlik etmesi neticesinde DVT gelişimi, pulmoner emboli ve doku hasarı oluştuğunu belirtmişlerdir (15). Bu nedenlerden dolayı ameliyatta tercih edilen turnike çeşidi DVT ve pulmoner emboli gelişiminde önemli bir yer tutmaktadır.

SRT yeni bir ürün olup kullanımı pnömatik turnikeye göre daha kolay, daha hızlı ve arteryel okluzyon etkisi daha başarılıdır. Steril halka proksimale yuvarlanarak uygulandığı için başarılı bir exangunasyon sağlar. Önemli başka bir avantajı da SRT nin pnömatik turnikeye göre daha ince bir alana etki etmesidir (11). Bu nedenle daha az endotel hasarı ve daha az nötrofil elastaz salınımını sağlayarak DVT riskini ve pulmoner emboli riskini azaltacaktır.

Çalışmamızda gruplar DVT ve pulmoner emboli gelişimi açısından değerlendirildiğinde aradaki farklar anlamlı bulundu. ($p<0.05$) Brin Y.S ve arkadaşları 145 hastada pnömatik turnike kullanarak TDR yapmış ve 1 olguda DVT tespit etmiş, 166 hastada ise SRT kullanarak TDR ameliyatı yapmış olup 2 olguda DVT tespit etmişlerdir (16). Bu sonuçlar bizim araştırmamıza zıt gibi gözükse de bu çalışmada

DVT tanısı için yapılan tetkik ve hastaların DVT açısından takip edilip edilmediği ile ilgili bir veri bulunmadığından istatistiksel olarak anlamlı olmadığını düşünüyoruz. Çalışmamızda DVT teşhisinde sensivitesi %94, spesifitesi %98 olan renkli dopler ultrasonografi (RDUS) yi kullandık. Tekrarının kolay olması, iyonizan radyasyon kullanılmaması, noninvaziv ve ucuz bir yöntem olması nedeniyle bu yöntemi tercih ettik. Günümüzde DVT teşhisi için en yaygın tetkik olarak RDUS kullanılsa da, tanıda altın standart olarak venografi kabul edilmektedir. Biz invaziv ve ağırlı olması, uygulamanın zor olması, iyonizan radyasyon kullanılması, tekrarının kolay olmaması nedeniyle venografiyi tercih etmedik.

Pnömotik turnike uygulanması esnasında alt ekstremitelerde yaklaşık 30-40 cm lik bir segmentte sirküler kompresif güçlere bağlı spazm oluşmaktadır, buna karşılık hazır steril turnikedeki bu genişlik yaklaşık 2 cm dir. Etki altında kalan segment uzunluğu arttıkça damar intimasında olası hasarlanma nedeniyle venöz tromboz riski arttığından, hazır steril turnikelerin DVT açısından daha az risk taşıdığı kanatındeyiz.

KAYNAKLAR

1. Berry DJ, Bozic KJ. Current practice patterns in primary hip and knee arthroplasty among members of the American association of hip and knee surgeons. *J Arthroplasty* 2010; 25(6 Suppl):2-4.
2. Norman D, Greenfield I, Ghayeb N, et al. Use of a new exsanguination tourniquet in internal fixation of distal radius fractures. *Tech Hand Up Extrem Surg* 2009;13(4):8.
3. Silverstein MD, Heit JA, Mohr DN, et al. Trends in the incidence of deep vein thrombosis and pulmonary embolism: a 25-year population-based study. *Arch Intern Med*. 1998;158(6):585-93.
4. David H. Green. *Green's Operative Hand Surgery*. Ed.3 Vol: 1, New York: Churchill-Livingstone, 1993: 5-11.
5. Shaw JA, Murray DG. The relationship between tourniquet pressure and underlying soft-tissue pressure in the thigh. *J Bone Joint Surg Am*. 1982;64(8):1148-52
6. Barnes RW, Nix ML, Barnes CL, et al: Perioperative asymptomatic venous thrombosis: role of duplex scanning versus venography. *J Vasc Surg* 1989;9:250-61.
7. Woolson ST. The resolution of deep venous thrombosis that occurs after total joint arthroplasty. A study of thrombi treated with anticoagulation and observed by repeat venous ultrasound scans. *Clin Orthop* 1994;299:86-91.

- 8.** Cheng KK, Lai ST, Yu TJ, et al. Postoperative deep vein thrombosis in the Taiwanese Chinese population. *Am J Surg* 1987;153:302–5.
- 9.** Nandi P, Wong KP, Wei WI, et al. Incidence of postoperative deep vein thrombosis in Hong Kong Chinese. *Br J Surg* 1980;67:251–3.
- 10.** Chau KY, Yuen ST, Ng TK, et al. An autopsy study of pulmonary thromboembolism in Hong Kong Chinese. *Pathology* 1991;23:181–4.
- 11.** Feldman V, Biadsi A, Slavin O, et al. Pulmonary Embolism After Application of a Sterile Elastic Exsanguination Tourniquet. *Orthopedics*. 2015;38(12):e1160-3.
- 12.** Parmet JL, Horrow JC, Berman AT, et al. The incidence of large venous emboli during total knee arthroplasty without pneumatic tourniquet use. *Anesth Analg* 1998, 2(87):439–444.
- 13.** Desai S, Prashantha PG, Torgal SV, et al. Fatal pulmonary embolism subsequent to the use of Esmarch bandage and tourniquet: a case report and review of literature. *Saudi J Anaesth*. 2013; 7(3):331-335.
- 14.** Zahavi J, Price AJ, Westwick J, et al. Enhanced in-vivo platelet release reaction, increased thromboxane synthesis, and decreased prostacyclin release after tourniquet ischaemia. *Lancet* 1980; 8196(2):663–667.
- 15.** Katsumata S, Nagashima M, Kato K, et al. Changes in coagulation-fibrinolysis marker and neutrophil elastase following the use of tourniquet during total knee arthroplasty and the influence of neutrophil elastase on thromboembolism. *Acta Anaesthesiol Scand* 2005; 4(49):510–516.
- 16.** Brin YS, Feldman V, Ron Gal I, et al. The Sterile Elastic Exsanguination Tourniquet vs. the Pneumatic Tourniquet for Total Knee Arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2015;30(4):595-9