

# Omurga Deformite Cerrahisinde Kullanılan Ultrasonik Kemik Kesicilerin Etkisi

## Effects of Ultrasonic Bone Scalpel in Spine Deformity Surgery

Ahmet Çağrı Uyar<sup>1</sup>, Mümin Karahan<sup>2</sup>, Alper Gültekin<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Sağlık Bilimleri Üniversitesi Derince Eğitim Ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Departmanı, Kocaeli, Türkiye

<sup>2</sup> Sakarya Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Departmanı, Sakarya, Türkiye

Yazışma Adresi / Correspondence:

**Mümin Karahan**

Şirinevler, Adnan Menderes Cad. Sağlık Sok No:195, 54100 Adapazarı/Sakarya

T: +90 4445400 E-mail : karahanli\_190@hotmail.com

Geliş Tarihi / Received : 17.11.2021 Kabul Tarihi / Accepte: 04.12.2021

Orcid :

Ahmet Çağrı Uyar <https://orcid.org/0000-0002-8905-6320>

Mümin Karahan <https://orcid.org/0000-0002-2137-2634>

Alper Gültekin <https://orcid.org/0000-0002-9234-215X>

( Sakarya Tıp Dergisi / Sakarya Med J 2021, 11(4):810-815 ) DOI: 10.31832/smj.1025129

### Öz

Amaç	Çalışmamızın amacı ultrasonik kemik kesici kullanılarak cerrahi tedavi uygulanan hastalar ile klasik el osteotomlarıyla osteotomi uygulanan hastaları, cerrahi süre ve kan kaybı miktarı bakımından karşılaştırarak literatüre katkı sağlamaktır.
Yöntem ve Gereçler	Çalışmada skolyoz ve kifoz tanısı olarak cerrahi olarak tedavi edilen 26 hastayı değerlendirdik. Hastalar osteotomi sırasında ultrasonik kemik kesici uç kullanılıp kullanılmamasına göre iki gruba ayrıldı. Hastaların yaş, cinsiyet, deformite tipi, osteotomi uygulanan segment sayısı, füzyon uygulanan segment sayısı, cerrahi süre, cerrahi sırasındaki tahmini kan kaybı miktarları, cerrahi sonrası kan transfüzyonu miktarı, hastanede kalış süresi ve komplikasyonlarla ilgili verileri retrospektif olarak taranarak kaydedildi. Gruplar arasında anlamlı istatistiksel farklılıklar araştırıldı.
Bulgular	Çalışmaya 26 hasta dahil edildi, 26 hasta'nın %65,4'ü (n= 17) kadın, %34,6'sı (n=9) erkektir. Hastaların %69,2'si (n=18) skolyoz ve % 30,8'i (n=8) kifoz hastasıdır. İki grupta bulunan hastalar füzyon seviyesi, osteotomi seviyeleri, ameliyat süresi, kanama miktarları açısından karşılaştırıldığında anlamlı fark yoktur. İki grup kanama miktarı / füzyon seviyeleri oranlarının açısından karşılaştırıldığında anlamlı fark yoktur. (p=0,781).
Sonuç	Ultrasonik kemik kesicilerin osteotomi sırasında kullanımının cerrah açısından klasik osteotomlara göre kolaylık sağladığı ve komplikasyonları azalttığı düşünülmektedir. Mevcut literatürde farklı sonuçlar bildirilmiştir. Çalışmamıza göre ultrasonik kesicilerin klasik osteotomlara göre anlamlı bir etkisi bulunmamıştır. Ultrasonik kemik kesicilerin omurga cerrahisinde kullanımı ile ilgili daha geniş vaka serileri ile yapılacak randomize kontrollü çalışmalar gerekmektedir. planlamasına yönelik olumlu tutumları arttırdığı, kontrastif yöntem kullanma niyetlerinin de arttığı saptanmıştır.
Anahtar Kelimeler	skolyoz; kifoz; ultrasonik kesici

### Abstract

Introduction	The aim of our study is to contribute to the literature by comparing the patients who underwent surgical treatment using ultrasonic bone cutter and the patients who underwent osteotomy with hand osteotomes in terms of surgical time and amount of blood loss
Materials and Methods	Twenty-six patients who underwent scoliosis and kyphosis surgery were evaluated. Patients were divided into two groups according to whether or not ultrasonic bone scalpel was used during osteotomy. The patients' age, gender, type of deformity, number of osteotomy segments, number of fusion segments, surgical time, estimated blood loss, amount of blood transfusion after surgery, duration of staying hospital and complications were recorded retrospectively. Significant statistical differences between groups were investigated.
Results	26 patients were included in the study. 65.4% (n= 17) were female and 34.6% (n=9) were male. 69.2% (n=18) had scoliosis and 30.8% (n=8) had kyphosis. There was no significant difference between the two groups in terms of fusion level, osteotomy levels, operation time, and amount of bleeding. There was no significant difference between the amount of bleeding / fusion levels in the two groups. (p=0.781).
Conclusion	It is thought that the use of ultrasonic bone scalpel during osteotomy provides convenience for the surgeon and reduces complications compared to classical osteotomes. Different results have been reported in the literature. In our study, no significant effect of ultrasonic bone scalpel was found compared to osteotomes. Randomized controlled studies with larger case series on the use of ultrasonic bone scalpel in spine surgery are required.
Keywords	scoliosis; kyphosis; ultrasonic scalpel

## GİRİŞ

Adelösan idiopatik skolyozun cerrahi tedavisinde kan kaybı miktarı ve cerrahi süreler mortalite ve morbiditeye etki eden önemli parametrelerdendir.<sup>1</sup> Kan kaybı miktarı füzyon seviyesi ile de ilişkilendirilmiştir.<sup>1</sup> Literatürde benzer birkaç çalışmada füzyon uygulanan seviye başına kanama miktarı 65-150ml/seviye olarak bildirilmiştir.<sup>1,2,3</sup> Kan kaybını azaltmak için geliştirilen teknikler omurga cerrahisi ile uğraşan cerrahların büyük oranda ilgisini çeken bir konudur. Ultrasonik kesiciler uzun süredir osteotomi işlemlerinde kullanılmaktadır.<sup>4,5</sup> Ultrasonik kemik kesicilerin kullanım amacı yumuşak dokulara zarar vermeden kemik kesisi yapmaktır. Spinal osteotomi, laminoplasti ve maksillofasial cerrahilerde ultrasonik kesicilerin kullanımı mevcut literatürde tanımlanmıştır.<sup>6,7,8</sup> Ultrasonik kemik kesicinin bıçağı salınım hareketi yaparak tekrarlayan kesici darbeler ile kemik kesme işlemini tamamlar. Yumuşak dokulara temas ettiğinde ise dokunun elastik yapısı nedeni ile bıçağın kesici özelliği etkisiz hale gelmektedir.<sup>9</sup> Kesici ucun çalıştığı sırada cihaz bıçak üzerine yıkama solüsyonu dökerek ısınmayı engellemektedir. Böylelikle ısı etkisi ile meydana gelebilecek yaralanmalardan korunulmuş olur. Ayrıca kesici uç ile kemik arasında oluşan sürtünme etkisi ile kanama miktarında azalma olduğuna inanılmaktadır.<sup>9,10</sup> Literatürde ultrasonik kemik kesicilerin kanama miktarını azalttığını bildiren çalışmalar olduğu gibi; kan kaybı bakımından etkisiz olduğunu bildiren çalışmalar da mevcuttur.<sup>8,11</sup> Ultrasonik kemik kesicilerin cerrahi süreye etkisi olmadığını bildiren çalışmalar da vardır.<sup>11</sup>

Çalışmamızın amacı ultrasonik kemik kesici kullanılarak cerrahi tedavi uygulanan hastalar ile klasik el osteotomlarıyla osteotomi uygulanan hastaları, cerrahi süre ve kan kaybı miktarı bakımından karşılaştırarak literatüre katkı sağlamaktır.

## GEREÇ ve YÖNTEMLER

Çalışma retrospektif, tanımlayıcı tipte kesitsel bir araştırmadır. Çalışma için Sağlık Bilimleri Üniversitesi Kocaeli Derince Eğitim ve Araştırma Hastanesi Klinik Araştır-

malar Etik Kurulu'ndan izin alınmıştır. (Tarih: 11.11.2021 protokol no: 2021-118) Çalışma Helsinki Deklarasyonu'na uygun yapılmıştır. Çalışmaya skolyoz ve kifoz tanısı olarak cerrahi olarak tedavi edilen 26 hasta dahil edildi. Hastalar osteotomi sırasında ultrasonik kemik kesici uç kullanılıp kullanılmamasına göre iki gruba ayrıldı. 1. Grup ultrasonik kemik kesici kullanılarak osteotomi uygulanan vakaları içerirken; 2. Grupta klasik el osteotomları kullanılarak osteotomi uygulanan hastalar bulunuyordu. Tüm hastalarda Ponte osteotomisi uygulanmıştır. Diğer osteotomi tipleri uygulanan hastalar çalışmaya dahil edilmedi. Hastaların yaş, cinsiyet, deformite tipi, osteotomi uygulanan segment sayısı(OS), füzyon uygulanan segment sayısı(FS), cerrahi süre, cerrahi sırasındaki tahmini kan kaybı miktarları, cerrahi sonrası kan transfüzyonu miktarı, hastanede kalış süresi, cerrahi sırasında gelişen komplikasyonlar ve erken dönem komplikasyonlarla ilgili verileri taranarak kaydedildi.

Çalışmada tanımlayıcı istatistiklerden sürekli değişkenler için normal dağılım kriterlerini sağlayan durumlarda ortalama, standart sapma; sağlamadığı durumlarda ortanca, 1.çeyreklik, 3.çeyreklik kullanılırken; kategorik değişkenler için sayı(n) ve yüzde kullanılmıştır. Sürekli Değişkenler Normallik testlerinden Shapiro-Wilk Testi kullanılarak normalliği sınanmıştır. Kategorik değişkenler karşılaştırılırken Fisher'in kesin kullanılmıştır. Normal dağılan sürekli değişkenler incelenirken t testi kullanılmış olup, normal dağılmayan verilerde Mann Whitney U testi kullanılmıştır. İstatiksel anlamlılık düzeyi p<0,05 alınmıştır. Veriler Analizler için SPSS v20.0 (IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0; Armonk, NY, USA) paket programı kullanılmıştır.

## BULGULAR

Çalışmamıza toplam 26 hasta katılmıştır. Katılımcıların %65,4'ü (n= 17) kadın, %34,6'sı (n=9) erkektir. Yaşlarının ortalaması 25,31 ± 10,77 yıl , ortancası 20,50 yıl ve 1. Ve 3. Çeyreklik değerleri 16,00-38,50 yıldır.

Grup 1'de 14 katılımcı yer almaktadır. Grup 1'in % 28,6'sı (n=4) erkek, % 71,4'ü (n=10) kadındır. Grup 1'deki hastaların yaş ortalamaları normal dağılmaktadır. Grup 1'deki yaş ortalamaları ve standart sapması  $30,27 \pm 11,63$  yıldır. Grup 2'nin %41,7 (n=5) erkek ve % 58,3'ü (n=7) kadındır. Grup 2'deki katılımcıların yaşları normal dağılmamaktadır. Grup 2'deki yaşların ortancası 17,50 yıl ve 1. Ve 3.çeyreklikleri 15,00-22,25'tir.

Grup 1 ve Grup 2 cinsiyetler açısından karşılaştırıldığında anlamlı fark yoktur.

Çalışmamızda hastaların %69,2'si (n=18) skolyoz ve % 30,8'i (n=8) kifoz hastasıdır. Grup 1'deki hastaların %64,3'ü(n=9) skolyoz hastası iken Grup 2'deki hastaların %75,0'i (n=9) skolyoz hastası iken, %25'i (n=3) kifoz hastasıdır.

Grup 1'deki hastaların füzyon uygulanan seviye sayısı(FS) ortancası 12,00'dir; 1.ve 3.çeyreklikleri 11,75-12,25'tir. Grup 2'deki FS ortancası 12,00 ; 1. ve 3.çeyreklikleri 11,00-13,00'dir. İki grup FS açısından karşılaştırıldığında anlamlı fark yoktur. (p=0,940) (Tablo 1)

Grup 1'deki hastaların osteotomi uygulanan seviye sayıları(OS) %50'si (n=7) 4 seviye iken %50'si (n=7) 5 seviyedir. Grup 2'deki hastaların OS'leri %8,3'ü(n=1) 3 seviye, %50,0'i (n=6) 4 seviye ve %41,7'si (n=5) 5.seviyedir. Grup 1'deki hastaların OS ortancası 4,50 1.ve 3.çeyreklikleri 4,0-5,0'dır. Grup 2 deki OS ortancası 4,00; 1. ve 3.çeyreklikleri 4,00-5,00'dır. Grup 1 ve Grup 2'deki hastalar OS bakımından karşılaştırıldığında anlamlı fark yoktu (p=0,595).

Grup 1' deki ameliyat süresi ortalaması  $145,71 \pm 19,49$  (min 120 dk- max 180 dk) dakika iken Grup 2 deki ameliyat süresi ortalaması  $146,67 \pm 23,86$  (min 120 dk- max.200 dk) dakikadır. İki grup açısından ameliyat süresi karşılaştırıldığında anlamlı fark yoktur.(p= 0,940)

Grup 1'deki hastaların kanama miktarlarının ortalama-

sı  $1196,43 \text{ ml} \pm 256,053 \text{ ml}$ 'dir. Grup 1'de en az kanayan hasta 800 ml kanamışken en çok kanayan hasta 1800 ml kanamıştır. Grup 2'deki hastaların kanama miktarlarının ortalaması  $1291,67 \text{ ml} \pm 420,948 \text{ ml}$ 'dir. Grup 2'de en az kanayan hasta 500 ml kanamışken en çok kanayan hasta 1900 ml kanamıştır. İki grup kanama miktarları açısından karşılaştırıldığında anlamlı fark yoktur. (p=0,485 t test)

Grup 1'deki hastaların kanama miktarı /füzyon seviyeleri oranlarının ortancası 100,00 ve 1. Ve 3.çeyreklikleri 89,75-110,25'tir. Grup 2'deki hastaların kanama miktarı /füzyon seviyeleri oranlarının ortancası 103,50 ve 1. Ve 3.çeyreklikleri 81,75-139,50'dir. İki grup kanama miktarı /füzyon seviyeleri oranlarının açısından karşılaştırıldığında anlamlı fark yoktur. (p=0,781)

Grup 1'deki hastaların kanama miktarı / osteotomi seviyeleri oranlarının ortalaması  $266,79 \pm 52,719$ 'dur. Grup 2'deki hastaların kanama miktarı / osteotomi seviyeleri oranlarının ortalaması  $296,00 \pm 91,290$ 'dur . İki grup kanama miktarı / osteotomi seviyeleri oranları açısından karşılaştırıldığında anlamlı fark yoktur. (p=0,319 t test)

Grup 1'deki hastaların yatış sürelerinin ortancası 5 gündür ve 1.ve 3. Çeyreklikleri sırasıyla 4gün- 6gündür (min 4 gün-max 10 gün). Grup 2'deki hastaların yatış sürelerini ortancası 6,00 gündür ,1.ve 3.çeyreklikleri sırasıyla 5 gün-6 gündür( min 5 gün-max 7 gün). İki grup yatış süreleri açısından karşılaştırıldığında anlamlı fark yoktur. (p=0,131)

Grup 1'deki hastaların transfüzyon miktarlarının ortancası 450,00 ml olup 1.ve 3. Çeyrekliği sırasıyla 450,00ml -450,00 ml iken (min 0 ml – max 900ml ) Grup 2 deki transfüzyon miktarlarının ortancası 450 ml olup 1.ve 3.çeyreklikleri 112,50- 450,00 ml'dir (min 0 ml-max 900 ml). İki grup transfüzyon miktarları açısından karşılaştırıldığında anlamlı fark yoktur. (p=0,705\*)

Cerrahi sırasında komplikasyon gelişen hasta yoktur. Bir

grup hastada medikal tedavi ile iyileşen cerrahi yara enfeksiyonu görülmüştür. Grup 1'deki hastaların % 21,4'ünde (n=3) komplikasyon görülürken %78,6'sında (n= 11) komplikasyon görülmemiştir. Grup 2'deki hastaların %16,7'sinde (n= 2) komplikasyon görülürken % 83,3'ünde (n=10) komplikasyon görülmemiştir. Grup 1 ve Grup 2'deki hastalar komplikasyonlar valığı açısından karşılaştırıldığında anlamlı fark yoktur. (p= 1,00 Fisher'in kesin testi)

	ortanca [1.-3.çeyreklik]	ortanca [1.-3.çeyreklik]	P değeri
Füzyon seviyesi	12,00 [11,75-12,25]	12,00 [11,00-13,00]	0,940
Osteotomi seviyesi	4,50 [4,00-5,00]	4,00 [4,00-5,00]	0,595
Kanama /Füzyon seviyesi	100 [89,75-110,25]	103,5 [81,75-139,50]	0,781
Transfüzyon ihtiyacı(ml)	450 [450-450]	450 [112,5-450]	0,705
	ortalama (min-max)	ortalama (min-max)	P değeri
Cerrahi süre(dk)	145,71 ± 19,49 (120 -180)	146,67 ± 23,86 (120-200)	0,940
Kanama miktarı(ml)	1196,43± 256,053 (800-1800)	1291,67±420,948 (500-1900)	0,485
Kanama / Osteotomi seviyesi	266,79 ±52,719	296,00±91,290	0,319

## TARTIŞMA

Adelösan idiopatik skolyozun cerrahi tedavisinde kan kaybı miktarı ve cerrahi süreler gibi değişkenler morbiditeye etki eden önemli parametrelerdendir.<sup>1</sup> Bu parametreler füzyon uygulanan seviye uzunluğu osteotomi uygulanan seviye sayısı ile değişkenlik göstermektedir. Osteotomi uygulanması sırasında Ultrasonik kemik kesicilerin kullanılmasıyla cerrahi sürenin kısaltılması, kanama miktarının azalması, yumuşak dokuda oluşabilecek hasarların önlenmesi hedeflenmektedir.

Literatürde benzer çalışmalarda kan kaybı miktarı füzyon seviyesi ile ilişkilendirilmiştir.<sup>1</sup> Birkaç çalışmada füzyon uygulanan seviye başına kanama miktarı 65-150ml/seviye olarak bildirilmiştir.<sup>1,2,3</sup> Bizim çalışmamızda da her iki grup için füzyon seviyesi başına hesaplanan kanama miktarı literatür ile uyumlu idi. Bartley ve ark çalışmalarında ultrasonik kesici kullanarak uygulanan adelösan idiopatik skolyoz-posterior spinal füzyon cerrahisinde kanama miktarının %30 oranında azaldığını belirtmişlerdir.<sup>12</sup> Wahlquist ve ark.'nın yapmış olduğu çalışmada da ultrasonik kesicilerin kanama miktarını azalttığı yönünde görüş bildirilmiştir.<sup>13</sup> Bizim çalışmamızda ultrasonik kesici kullanılan grup 1'de seviye başına kanama miktarı görece daha az bulunmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı bir sonuç elde edilmemiştir. Çalışmamız bu bakımdan Garg ve ark. yakın zamanda yayınladığı çalışmaları ile benzer sonuçlar elde etmiştir.<sup>11</sup>

Bartley ve ark çalışmalarında ultrasonik kesicilerin cerrahi süreyi kısalttığını bildirmişlerdir.<sup>12</sup> Wahlquist ve ark. 'nın yapmış olduğu çalışmada ise cerrahi süre bakımından anlamlı değişim tespit edilmemiştir.<sup>13</sup> Bir başka çalışmada ise ultrasonik kemik kesicilerin cerrahi süre ve kanamaya etkisi olmadığı bildirilmiştir.<sup>11</sup> Bizim çalışmamız da hesaplanan cerrahi süreler her iki grupta da literatürle uyumludur ve gruplar arasında cerrahi süreler bakımından anlamlı farklılık bulunmamıştır.

Cerrahi sırasında ve takip eden dönemde transfüzyon ihtiyacı bakımından gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır. Çalışmamızda kaydedilen tranfüzyon miktarları literatürle uyumlu miktarlardadır.<sup>11</sup>

Çalışmamıza dahil edilen hiçbir hastada intraoperatif komplikasyon gelişmemiştir. Postoperatif dönemde yara yerinde akıntı olan birkaç hastanın iyileşmesinde medikal tedavi yeterli olmuştur. Komplikasyonlar bakımından gruplar arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Daha önce yayınlanmış çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir.<sup>11,13</sup>

Sonuç olarak; omurga deformite cerrahisinde kanama, enfeksiyon, osteotomi sırasında gelişen yumuşak doku yaralanması gibi komplikasyonları azaltmak adına birçok yöntem uygulanmaktadır. Ultrasonik kemik kesicilerin osteotomi sırasında kullanımının cerrah açısından klasik osteotomlara göre kolaylık sağladığı ve komplikasyonları azalttığı düşünülmektedir. Mevcut literatürde farklı sonuçlar bildirilmiştir. Çalışmamıza göre ultrasonik kesicilerin klasik osteotomlara göre anlamlı bir etkisi bulunmamıştır. Ultrasonik kemik kesicilerin omurga cerrahisinde kullanımı ile ilgili daha geniş vaka serileri ile yapılacak randomize kontrollü çalışmalar gerekmektedir.

**Çalışma için Sağlık Bilimleri Üniversitesi Kocaeli Derince Eğitim ve Araştırma Hastanesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan izin alınmıştır. (Tarih: 11.11.2021 protokol no: 2021-118)**

#### References

1. Thompson ME, Kohring JM, McFann K, McNair B, Hansen JK, Miller NH. Predicting excessive hemorrhage in adolescent idiopathic scoliosis patients undergoing posterior spinal instrumentation and fusion. *Spine J*. 2014 Aug 1;14(8):1392-8. doi: 10.1016/j.spinee.2013.08.022. Epub 2013 Oct 18. PMID: 24139751.
2. Shapiro F, Sethna N. Blood loss in pediatric spine surgery. *Eur Spine J*. 2004 Oct;13 Suppl 1(Suppl 1):S6-17. doi: 10.1007/s00586-004-0760-y. Epub 2004 Aug 13. PMID: 15316883; PMCID: PMC3592180.
3. Modi HN, Suh SW, Hong JY, Song SH, Yang JH. Intraoperative blood loss during different stages of scoliosis surgery: A prospective study. *Scoliosis*. 2010 Aug 7;5:16. doi: 10.1186/1748-7161-5-16. PMID: 20691105; PMCID: PMC2924263.
4. Sherman JA, Davies HT. Ultracision: the harmonic scalpel and its possible uses in maxillofacial surgery. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 2000 Oct;38(5):530-2. doi: 10.1054/bjom.2000.0502. PMID: 11010788.
5. Horton JE, Tarpley TM Jr, Jacoway JR. Clinical applications of ultrasonic instrumentation in the surgical removal of bone. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1981 Mar;51(3):236-42. doi: 10.1016/0030-4220(81)90051-7. PMID: 6938883.
6. Parker SL, Kretzer RM, Recinos PF, Molina CA, Wolinsky JP, Jallo GI, Recinos VR. Ultrasonic BoneScalpel for osteoplastic laminoplasty in the resection of intradural spinal pathology: case series and technical note. *Neurosurgery*. 2013 Sep;73(1 Suppl Operative):ons61-6. doi: 10.1227/NEU.0b013e318283c98b. PMID: 23262563.
7. Gilles R, Couvreur T, Dammous S. Ultrasonic orthognathic surgery: enhancements to established osteotomies. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2013 Aug;42(8):981-7. doi: 10.1016/j.ijom.2012.12.004. Epub 2013 Jan 8. PMID: 23312501.
8. Hu X, Ohnmeiss DD, Lieberman IH. Use of an ultrasonic osteotome device in spine surgery: experience from the first 128 patients. *Eur Spine J*. 2013 Dec;22(12):2845-9. doi: 10.1007/s00586-013-2780-y. Epub 2013 Apr 16. PMID: 23584231; PMCID: PMC3843782.
9. Sanborn MR, Balzer J, Gerszten PC, Karausky P, Cheng BC, Welch WC. Safety and efficacy of a novel ultrasonic osteotome device in an ovine model. *J Clin Neurosci*. 2011 Nov;18(11):1528-33. doi: 10.1016/j.jocn.2011.04.016. Epub 2011 Sep 13. PMID: 21917459.
10. Pakzaban P. Bone Scalpel Ultrasonic Bone Dissector: applications in spine surgery and surgical technique guide. Farmingdale, NY: Misonix, Inc.; 2013.
11. Garg S, Thomas J, Darland H, Kim E, Kittelson J, Erickson M, Carry P. Ultrasonic Bone Scalpel (USBS) Does Not Reduce Blood Loss During Posterior Spinal Fusion (PSF) in Patients with Adolescent Idiopathic Scoliosis (AIS): Randomized Clinical Trial. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2021 Jul 1;46(13):845-851. doi: 10.1097/BRS.0000000000003990. PMID: 34100838.
12. Bartley CE, Bastrom TP, Newton PO. Blood Loss Reduction During Surgical Correction of Adolescent Idiopathic Scoliosis Utilizing an Ultrasonic Bone Scalpel. *Spine Deform*. 2014;2(4):285-290. doi:10.1016/j.jspd.2014.03.008
13. Wahlquist S, Nelson S, Glivar P. Effect of the Ultrasonic Bone Scalpel on Blood Loss During Pediatric Spinal Deformity Correction Surgery. *Spine Deform*. 2019;7(4):582-587. doi:10.1016/j.jspd.2018.10.002