


VENÖZ ERİŞİME BİR KÖPRÜ: İNTRAOSSEÖZ GİRİŞİM

 Nurten TOSUN¹

ÖZ

İntraosseöz girişim ilaç, kan ve sıvıların doğrudan kemik içindeki medüller boşluğa verilerek, venöz damar ağı ile dolaşıma katılmasını sağlayan bir yöntemdir. Bu yöntem, kritik hastalar için, hayat kurtarıcı tedavilerin hızlı uygulanmasına olanak tanınmasının yanı sıra, kısa süreli venöz erişim ihtiyacını karşılamak üzere bir köprü görevi de üstlenmektedir. Tıp alanındaki teknolojik gelişmelerle birlikte, intraosseöz girişimin uygulanması daha da kolaylaşmış, yerleştirme başarısızlığı ve olası komplikasyonlar önemli ölçüde azalmıştır. Bu sayede acil durumlarda intravenöz erişim sağlanamadığında, sadece pediatrik hastalarda değil, aynı zamanda yetişkinlerde de intraosseöz yolun tercih edilmesi giderek yaygınlaşmaktadır. Ancak, mevcut durumda intraosseöz girişimin potansiyeli yeterince değerlendirilmemektedir. Bu derleme, güncel literatürdeki bilgileri inceleyerek intraosseöz girişimin anatomik ve fizyolojik temelleri ile işleyiş mekanizması, endikasyonları, uygulama sürecine ilişkin ayrıntılar ve komplikasyonları hakkında kapsamlı bir bilgi sunmayı amaçlamaktadır. Sağlık profesyonelleri için bir rehberlik kaynağı oluşturarak, bu önemli yöntemin daha geniş bir şekilde anlaşılmasına katkıda bulunmayı hedeflemektedir.

Anahtar Kelimeler: İntraosseöz Girişim, Acil Durum, Travma, Resüsitasyon, İntravenöz

A BRIDGE TO VENOUS INTERVENTION: INTRAOSSEOUS ACCESS

ABSTRACT

Intraosseous access is a method that allows drugs, blood and fluids to be administered directly into the medullary cavity within the bone and circulated through the venous vascular network. For critically ill patients, this method not only allows for the rapid administration of life-saving treatments, but also acts as a bridge to meet the need for short-term venous intervention. With technological advances in the medical field, intraosseous access has become easier to perform and placement failure and potential complications have been significantly reduced. Thus, when intravenous access is not available in emergency situations, the intraosseous route is increasingly preferred not only in pediatric patients but also in adults. However, the potential of intraosseous access is currently underutilized. This review aims to provide comprehensive information on the anatomical and physiologic basis of intraosseous access, its mechanism of action, indications, details of the procedure and complications by reviewing the current literature. It aims to contribute to a broader understanding of this important procedure by providing a source of guidance for healthcare professionals.

¹Corresponding Author / Sorumlu Yazar, Öğr. Gör., Topkapı Üniversitesi, Plato Meslek Yüksekokulu, İlk ve Acil Yardım Programı, İstanbul, Türkiye, nurten2001@hotmail.com

Keywords: Intraosseous Access, Emergency, Trauma, Resuscitation, Intravenous

GİRİŞ

Kritik hasta ve yaralı hastaların tedavisinde intravasküler erişim sağlanması çok önemlidir ve intravasküler erişim sağlanmasındaki gecikmeler, potansiyel olarak hayat kurtarıcı tedavinin uygulanmasındaki gecikmelere yansımaktadır. Şok, kardiyak arrest, dehidratasyon ve hemodinamik stabilizasyonun bozulduğu durumlarda; periferik vazokonstriksiyon, kollaps gelişmekte ve intravenöz (IV) erişimi sağlamak güçleşmektedir. Çökmeyen yapı olarak isimlendirilen intraosseöz alan içindeki damarlarda kollaps gelişmediğinden ilaç ve sıvıların uygulanmasına olanak tanımaktadır. Bu sebeple de IV erişimin zaman alıcı veya imkansız olduğu hastalarda intraosseöz girişim güvenli ve hızlı seçeneklerden birisidir. Müdahale sürecini hızlandırmakla birlikte venöz erişim için zaman kazandırmakta ve köprü oluşturmaktadır (Palazzolo vd., 2023; Wang vd., 2023).

Intraosseöz girişim (IO/Kemik içi girişim) ilk kez Drinker ve arkadaşları (1922) tarafından hayvanlar üzerinde denenmiş, tanımlanmıştır. Takip eden yıllarda (1934'te Josefson'ın canlı insan denekte terapötik infüzyonu ve 1941'de Tocantins'in pediatrideki ilk uygulamalarıyla) güvenilirliği kanıtlandıktan sonra yaygın kullanımı özellikle İkinci Dünya savaşındaki yaralıların müdahalesinde olmuştur. Sonraki dönemde periferik venlere tek kullanımlık giriş ürünlerinin gelişmesiyle bu yöntem, 1980'lerde pediatri ileri yaşam desteği protokolünde yer almaya başladığı sürece kadar unutulmuştur. 1990'lı yıllarda otomatik IO cihazlarının geliştirilmesiyle birlikte sadece pediatrik hastalarda değil, acil sağlık hizmetlerinde yetişkin travma, şok hastalarında kullanımı giderek artmıştır (Josefson, 1934; Palazzolo vd., 2023; Tocantins vd., 1941).

Günümüzde hastane öncesi ya da hastane içi farketmeksizin Amerikan Kalp Derneği intraosseöz yolu intravenöz yola eşit kabul edilebilir bir vasküler erişim olarak kabul etmektedir (Panchal vd., 2018). Avrupa Resüsitasyon Konseyi ise IV erişiminin 1 dakika sonra başarısız olması durumunda hemen IO girişime geçilmesini önermektedir (Soar vd., 2015). Yeni yapılan bir meta analizde; intraosseöz girişimde ilk denemede başarı oranının, intravenöz girişimden anlamlı derecede daha yüksek ve ortalama işlem süresinin önemli ölçüde daha kısa olduğu raporlandırılmıştır (Wang vd., 2023).

İngiltere'de yapılan bir kohortta; 6 yıllık (2015-2021) çalışma dönemi boyunca, IO girişim kullanımında giderek artan bir artış gözlemlenmiştir (Vadegar vd., 2023). Buna karşın intraosseöz girişimin az tercih edildiğini gösteren çalışmalar da bulunmaktadır (Baert vd., 2020;

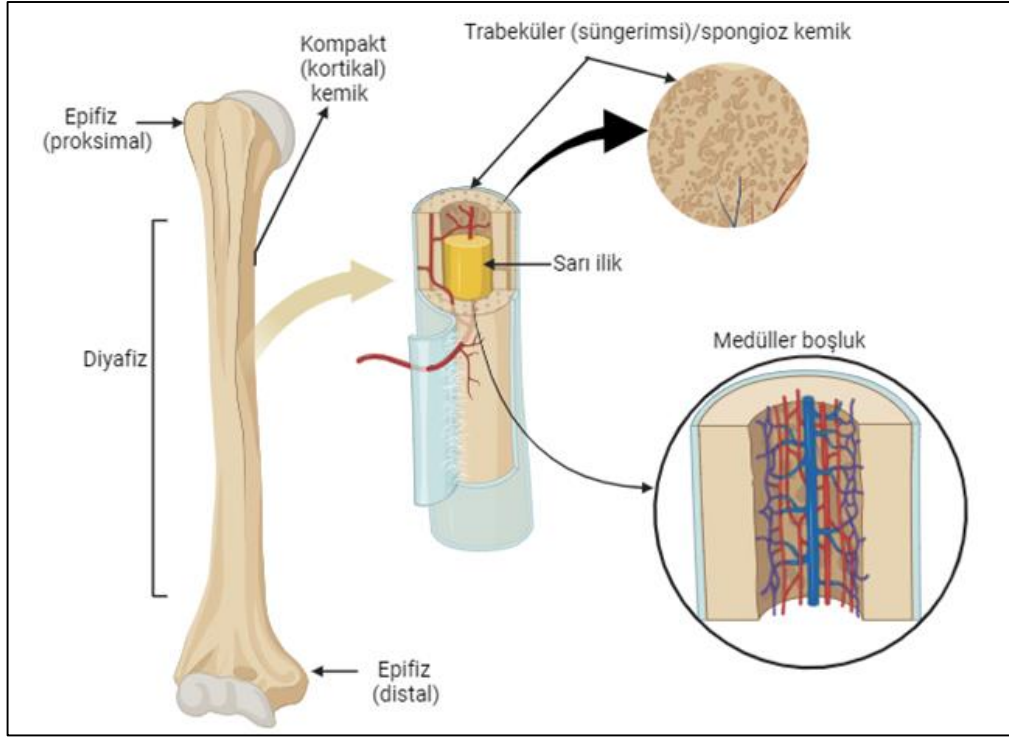
Cicolini vd., 2023; Hoskins vd., 2022; Pfeiffer vd., 2023). Gerekli olduğu durumlarda kullanılmamasının ana nedenleri eğitim eksikliği, sınırlı deneyim ve ekipman eksikliği olarak belirtilmiştir (Cicolini vd., 2023; Hallas vd., 2012; Zunkovic vd., 2022).

Vasküler erişim için güçlü bir alternatif olan intraosseöz yolun ihtiyaç olduğu durumlarda, daha etkin kullanılabilmesi için güncel veriler ışığında detaylı anlaşılmasına ihtiyaç vardır.

1. İNTRAOSSEÖZ GİRİŞİM

1.1. Kullanılan Kemikler ve Fizyoloji

İntraosseöz girişim ve infüzyonu açısından, “intraosseöz boşluk” genel olarak hem epifizdeki süngerimsi kemik hem de diyafizin medüller boşluğu içindeki süreklilik içindeki boşluk olarak tanımlanır. Tipik bir uzun kemiğin diyafizi (gövdesi) nispeten kalın bir kortikal veya kompakt kemik tabakasıyla kaplanmış dar bir medüller boşluktan oluşur. Epifiz (kemik uçları), trabeküler kemik olarak da bilinen spongios (süngerimsi) kemik ağını kaplayan çok daha ince bir kortikal kemik tabakasından oluşur. Kan, uzun kemiğe altı grup arter yoluyla girer. Bu vasküler ağ nedeniyle kemik iliği sürekli olarak perfüze edilir ve hipotansiyon, hipovolemi veya şok durumunda çökmez. Aslında hayvan çalışmaları, sürekli kan kaybı durumunda bile, periferik damarların daralacağı bir zamanda kemik iliği perfüzyonunun ve venöz çıkışın korunduğunu göstermiştir. Büyük bir sinüs medüller boşluğunun merkezi boyunca uzanır ve intraosseöz alanı içinde toplanan herhangi bir madde için bir rezervuar görevi görür. İntraosseöz girişim için katater genellikle uzun kemiklerin spongios özellikteki proksimal ya da distal uçlarına yerleştirilir. Epifize enjekte edilen maddeler medüller damarlar yoluyla bu merkezi medüller sinüse boşalacaktır. Sinüs, arter gruplarına paralel uzanan başka damarlara akar (Garside vd., 2016). Şekil 1’de örnek olarak humerus kemiğinin yapısı verilmiştir.



Şekil 1: Kemik yapısı (BioRender programı kullanılarak yazar tarafından oluşturulmuştur.)

Sternum, klavikula, humerus başı, iliak krest, distal femur, proksimal tibia, distal tibia ve kalkaneusun tümü intraosseöz erişim için potansiyel bölgelerdir (Astasio-Picado vd., 2022; Palazzolo vd., 2023). Kemiklere ilişkin bazı önemli bilgiler Tablo 1’de özetlenmiştir.

Tablo1: IO Girişimde En Sık Kullanılan Kemikler, Özellikleri ve Bölgenin Saptanması

Kemik Bölümünün Adı	Özellikleri ve Bölgenin Saptanması
Sternum	<p>Sternum çentiğinin 1 cm altındadır.</p> <p>En yüksek akış hızına sahiptir.</p> <p>Kardiopulmoner arreste, kompresyon uygulanacağı için tercih edilmez.</p> <p>Çocuklarda ve yeni doğanda sternal ilik gelişiminin yetersizliğine ve sternal perforasyona ilişkin riskler sebebiyle tercih edilmez.</p>
Proksimal humerus	<p>Humerus içe doğru döndürülmeli ve el, dirsek 90 derece fleksiyonda olacak şekilde karın üzerine yerleştirilmeli, biceps tendonunun medialde yer alması ve delinmemesi sağlanmalıdır. Cerrahi boyun palpe edilir ve iğne, cerrahi boyunun 2 cm yukarısına, anterior düzleme yaklaşık 45 derecelik açıyla büyük tüberkül içine yerleştirilir. İntramedüller boşluğa erişmek için 45 mm'lik iğne gibi daha uzun bir IO iğnesi gereklidir.</p> <p>Yetişkinlerde güvenle tercih edilir.</p>

	Sternumdan sonra en yüksek akış hızına sahiptir.
Distal femur	Bacak düzleştirilmiş ve ön düzlemde ortalanmış halde, patellanın 1 cm proksimalinde ve 1 ila 2 cm medialindedir.
Proksimal tibia	Tibianın düz kısmında tibial tüberozitenin 1 cm ila 2 cm aşağısı ve medialidir. Çocuklarda güvenle en fazla tercih edilen bölümdür.
Distal tibia (Medial malleol)	Tibianın düz kısmında medial malleolün 2 cm proksimalindedir.

*IO Girişimde En Sık Kullanılan Kemikler, Özellikleri ve Bölgenin Saptanması literatür (Astasio-Picado vd., 2022; Atmaca, 2022; Dornhofer ve Kellar, 2023; Group vd., 2021; Szydlowski vd., 2021) doğrultusunda oluşturulmuştur.

1.2. Endikasyonlar

Ciddi hipovolemi, ciddi yanıklar, septik şok, hemorajik şok, hızlı sıralı entübasyon ihtiyacı, katastrofik kanamaya neden olan yaralanmalar, status epileptikus, acil antidot uygulanması gereken zehirlenmelerde, kardiopulmoner resüsitasyonda 90 saniye içinde periferik damar yolu açılmadığında, hızlı venöz kateterizasyonunun mümkün olmadığı durumlar (Elliott vd., 2017). Retrospektif çok merkezli bir çalışmada; özellikle 1 yaş altı çocuklarda acil damaryolu sağlamak amacıyla açılacak intraosseöz girişimin erken dönemde (Hoskins vd., 2022) hatta bir başka çalışmada ilk seçenek olarak düşünülmesi önerilmektedir (Sunde vd., 2010).

1.3. İntraosseöz Girişim Yapılmaması Gereken Durumlar

İntraosseöz girişim yapılmadan önce aşağıda belirtilen durum veya hastalıklardan herhangi birinin hastada bulunmadığından emin olunmalıdır (Petitpas vd., 2016; Rosenberg ve Cheung, 2013):

- Yerleştirme yerinde cilt enfeksiyonu, selülit veya osteomyelit varlığı,
- Kemikte kırık olması,
- Ekstremitede damar yaralanması, yanıklar,
- Şiddetli kemik hastalıkları,
- Osteogenez, osteoporoz,
- Planlanan yerleştirme yerinde daha önce geçirilmiş ortopedik ameliyat,
- Ekstremitede kompartman sendromu,
- 24 saat içinde aynı bölgeden yapılmış intraosseöz girişim.

1.4. İğne Giriş Yerinin Seçimi

İntraosseöz kateter giriş yerinin seçiminde hastanın yaşına, resüsitasyon uygulanma durumuna, kemikte kırık ya da enfeksiyon olmamasına, son 48 saat içinde aynı kemikten IO giriş

yapılmamış olmasına dikkat edilmelidir (Astasio-Picado vd., 2022). Yetişkinlerde proksimal tibia, proksimal humerus ve sternum; bebekler ve yeni doğanlar için ise distal femur, proksimal tibia ve distal tibia daha çok tercih edilen bölgelerdir (Dornhofer ve Kellar, 2023).

Tibial IO, periferik intravenöz girişim ve humeral IO karşılaştırılan bir araştırmada; hastane dışı kardiyak arrestte damar erişiminde tibial bölgenin en yüksek ilk girişim başarısına ve en hızlı damar erişimi süresine sahip olduğu belirlenmiştir (Reades vd., 2011). Güncel bir çalışma da literatürü desteklemektedir; hastane dışı kardiyak arrest gelişen 2052 erişkin vakada humeral ve tibial intraosseöz damar yolunun ilk denemede başarı oranı benzer ve oldukça yüksek (%97-98) bulunmuştur (Brebner vd., 2023).

Bebek hastalarda ilk seçenek proksimal tibia, ikinci seçenek distal femur; çocuk hastalarda sırasıyla proksimal tibia, distal tibia, distal femur önerilmektedir (İpek Çelen, 2022).

1.5. Enfeksiyon ve Ağrı Kontrolü

İntraosseöz girişim sebebiyle osteomyelit veya selülit gelişme riskinden kaçınmak için girişim öncesi cilt temizliği önemlidir. Bölgenin temizliğinde povidone iyot veya klorheksidin kullanılmaktadır.

Ağrı, iğnenin yerleştirilmesi veya infüzyon kaynaklı oluşabilmektedir. Ağrı kontrolü için bilinci açık hastalara diğer ilaç veya sıvıları enjekte etmeden önce medüller boşluğa %2'lik lidokain uygulanması önerilmiştir. İnfüzyon süresince de mayi akışına bağlı ağrı hissedebileceği için ara ara adrenalinsiz lidokain uygulaması yapılabilmektedir (Michael, 2013).

1.6. Kullanılan Cihaz ve İğneler

İntraosseöz girişim için kullanılan çeşitli cihazlar mevcuttur. Yaygın olarak kullanılanlar şu şekilde özetlenebilir (Astasio-Picado vd., 2022; Drozd vd., 2021):

Jamshidi ve Cook Dieckmann İğneleri: Manuel iğnelerdir. El ile basınç ve döndürme uygulayarak yerleştirilir. Yerleştirme derinliği ayarlanabilmekte, tüm bölgeler için kullanılabilir. Pediatrik kullanımları yaygındır.

FAST 1 (First Access for Shock and Trauma/Şok ve Travma İçin İlk Erişim): Sadece sternuma giriş amacıyla tasarlanmıştır. 12 yaşından büyüklerde kullanılabilir.

BIG (Bone Injection Gun/ Kemik Enjeksiyon Tabancası): Yarı otomatik, yaylı, tek kullanımlık, yetişkin ve pediatrik formu vardır. Hafif, küçük boyutlu ve renk kodlarının olması sebebiyle elverişsiz ortamlarda bulunan hastalar için iyi alternatiftir. Proksimal tibia ve proksimal humerus en yaygın uygulama yerleridir.

EZ-IO (Easy Intraosseous Access Device/ Kolay İntraosseöz Erişim Cihazı): Yeniden kullanılabilen, pille çalışan bir matkap ve tek kullanımlık bir iğneden oluşur. Farklı yaş ve kilodaki hastalara uygun iğne seçenekleri vardır. Genellikle proksimal ve distal tibia, proksimal humerustan kullanılmaktadır.

NIO (New Intraosseous Device/ Yeni Nesil Kemik içi İğnesi): Otomatik, tek kullanımlık, yaylı ve iğne sabitleyici mekanizmaya sahiptir. Yetişkin, çocuk (NIO-Pediatric/3-12 yaş) ve bebek (NIO-Infant/0-3 yaş) versiyonları bulunmaktadır. Yapılan bir araştırmada uygulama açısından kolay ve güvenli olduğu ön plana çıkmıştır (Lange vd., 2022).

Hangi cihaz ya da iğnenin kullanılacağı hastanın yaşı, kilosuna, uygulanacak bölgeye göre karar verilmelidir. İntraosseöz iğnenin yerleştirilmesi çok kısa sürmektedir. Kullanılan cihaz, uygulama koşulları ve uygulayan kişinin deneyimine göre değişmekle birlikte yerleştirme işlemi genellikle 30-60 saniye içinde sağlanabilmektedir. Yerleştirmenin doğru yapıldığına dair bazı işaretler şu şekilde sıralanabilir:

- ✓ İlik boşluğuna girerken direnç kaybı oluşması,
- ✓ İğnenin stabilitesi,
- ✓ Enjektörle kemik iliği veya kanın aspire edilebilmesi,
- ✓ Doku şişmesi olmadan 2 ml serum fizyolojik verilebilmesi,
- ✓ Direnç olmadan 8 ml serum fizyolojik verilebilmesidir (Petitpas vd., 2016).

1.7. Kan Örneği Alma

IO girişim kan örnekleri almak için kullanılabilir. İğne yerleştirildikten hemen sonra, herhangi bir ilaç ya da sıvı vermeden önce alınması gerekmektedir. Alınan ilk 2 ml kanın “atık” olarak değerlendirilmesi gerektiği (kanla karışmış kemik iliğinin atılması) ve sonrasında alınacak kan örneğinin uygun konsantrasyonda olması sebebiyle laboratuvar analizi için daha güvenilir olduğu belirtilmiştir (Miller vd., 2010). IO ve IV girişim ile alınan kan örneklerinde sodyum, magnezyum, kalsiyum, laktat, glukoz, kan gazları (pH ve PCO₂) ve hemoglobin değerlerinin benzer olduğu görülmüştür (Miller vd., 2010; Strandberg vd., 2012; Ummenhofer vd., 1994). IO kan örneği analizinde; trombosit ve PO₂ değerlerinin IV kan örneğinden daha düşük, lökosit ve potasyum değerlerinin ise daha yüksek olduğu raporlandırılmıştır (Jousi vd., 2019; Miller vd., 2010).

1.8. Verilen İlaç ve Sıvılar

Intravenöz yol ile uygulanabilen birçok ilaç ve sıvılar intraosseöz yoldan da verilebilmektedir. Keşfedildiği günden bu yana yapılan uygulamalara bakıldığında; resüsitasyon

için kullanılan ilaçlar, analjezikler, antibiyotikler, anestezi ajanları, izotonik sodyum klorür, ringer laktat, dekstrozu mayi, eritrosit süspansiyonu, taze donmuş plazma, trombositler, kriyopresipitat, kolloidler, krista kolloidler, tıbbi görüntüleme için kullanılan kontrast ürünlerin verilebileceği görülmüştür (Buck vd., 2007; Petitpas vd., 2016; Strandberg vd., 2015; Tyler vd., 2021; Von Hoff vd., 2008).

İntraosseöz yoldan herhangi bir ilaç vermeden veya infüzyona başlamadan önce uygun bir intramedüller ortam sağlamak amacıyla ilk olarak el ile enjektör basıncı altında en az 10 ml serum fizyolojik verilmesi önerilmektedir. Literatürde aynı uygulamanın ilacı verdikten sonra da yapılmasının altı çizilmektedir. Çünkü bazı ilaçlar için, intraosseöz yoldan bolus uygulaması, ilacın medüller boşlukta kalmasıyla bir “depo etkisi” oluşabileceğinden bahsedilmektedir. Bu etkinin intravenöz uygulamaya kıyasla daha düşük serum tepe konsantrasyonları ve tepe konsantrasyonlarına ulaşmak için daha yavaş süreç oluşturan bir etki olduğu belirtilmiştir (Buck vd., 2007; Petitpas vd., 2016).

1.9. İnfüzyon Akış Hızı

İntraosseöz yol infüzyon amaçlı kullanılacağına akış hızı konusu ön plana çıkmaktadır. Çünkü bu yol, intravenöz yola göre daha yavaştır. İntravenöz yoldan yapılan infüzyonlarda yer çekimi yeterli olurken; intraosseöz yoldan infüzyonlarda ideal akış hızının elde edilmesinde yer çekimi tek başına yeterli olmayabilir. Bu sebeple de etkili bir infüzyon sağlamak için basınç torbaları (300 mm/Hg güvenli basınç oluşturan), infüzyon pompaları, el ile enjektöre uygulanan basınç uygulaması kullanılmaktadır. Tutarlı, sürekli ve güvenli akış için infüzyon pompaları önerilmektedir. Enjektör ile yüksek basınç, ekstrevasiyon riskini artırabilme ve infüzyon ağrısında artışa sebep olabilmektedir (Righi ve Paxton, 2022). Hem hayvan deneyleri (hemorajik şok oluşturulmuş domuz modeli) hem de savaş ortamındaki yaralılardan elde edilen veriler doğrultusunda, çok yüksek basınçlardaki risklere ilişkin olarak; transfüzyon basıncını artırmadan akış hızını artırmak için, birden fazla anatomik bölgenin kullanılabilmesi önerilmektedir (Sarkar ve Philbeck, 2009; Sulava vd., 2021).

Uygun basınçlı infüzyon sağlamanın yanı sıra, infüzyon için seçilen bölge, verilen sıvının türü ve kateter boyutları gibi çeşitli faktörler de akış hızını etkileyebilmektedir. İğne girişinin yapıldığı bölge açısından düşündüğümüzde, yapılan çalışmalar akış hızlarının merkezi venöz sisteme yakınlıklarıyla paralel olarak; azalan sıra ile sternum, humerus, proksimal tibia, distal tibia olduğunu göstermektedir (Montez vd., 2015; Pasley vd., 2015; Tan vd., 2012). Verilen sıvının türüne bakacak olursak kan ürünlerinde akış hızının düşük olduğu belirtilmiştir. Ancak bu durumla ilgili olarak, intraosseöz boşluğa tam kan transfüzyonu için daha yüksek infüzyon basınçlarına ihtiyaç olduğu sonucuna varılmaması gerektiği vurgulanmış, yüksek infüzyon

basınçlarının hemoliz ve yağ embolisi riskini artırabileceği bilgisine yer verilmiştir (Sulava vd., 2021).

Bolus enjeksiyon için mayi akış hızı basınçlı infüzyon ile yetişkinlerde 40 ml/dk, çocuklarda 5 dakika 20 ml/kg olarak aktarılmıştır (Şimşek vd., 2018) fakat Lewis ve Wright 3000'den fazla kan ürünleri transfüzyonunu içeren retrospektif çalışmada yaklaşık 60 ml/dk hız bildirmişlerdir (Lewis ve Wright, 2015).

1.10. İğnenin Kalma Süresi

Literatürde; intraosseöz iğnenin kalma süresine ilişkin 24 saatle sınırlandırılması gerektiğine, alternatif intravenöz erişim mevcut olmadığında veya güvenilir bir şekilde sağlanamadığında 48-72 saate kadar uzatılabileceğine dikkat çekilmiştir. Bu süre içerisinde santral ya da periferik venöz katater takılamamışsa ve kullanılmaya ihtiyaç varsa (24 saat sonra sıvı sızıntısı olabileceğinden) farklı bir yere yeniden IO iğne yerleştirilmesi ve öncekinin çıkarılması gerekmektedir (Petitpas vd., 2016; Philbeck vd., 2023). İğnenin kaldığı süre içerisinde yerleştirme yeri kontrollerinin ilk 2 saat boyunca her 15 dakikada bir, ardından kalan bekleme süresi boyunca her 2 saatte bir olması gerektiği, açıklığın korunması için 30ml/saat hız ile sürekli infüzyonun sağlanması gerektiği vurgulanmaktadır (Philbeck vd., 2022).

1.11. Komplikasyonlar

Tyler ve arkadaşlarının (2021) yaptığı travma hastalarının resüsitasyonunu ve 28 yılı (1990-2018) içeren sistematik çalışmada; intraosseöz uygulamalar sonrasında komplikasyon insidansının %0,9 olduğu belirlenmiştir. 2023 yılında yine travma hastalarının resüsitasyonunda intraosseöz erişimin etkinliğini inceleyen bir meta analizde ise kümülatif analiz sonucunda IO ve IV grubu arasında komplikasyon oranlarında hiçbir fark görülmediği raporlandırılmıştır (Wang vd., 2023). Yetişkin hastalarda (18 yaş ve üzeri) IO komplikasyonlarını inceleyen, 80 yılı (1942-2021) kapsayan ve 7.127 yerleştirme girişimini içeren bir başka literatür incelemesinde; komplikasyon oranı %4,6 olarak saptanmıştır (Palazzolo vd., 2023).

Alan yazın incelendiğinde intraosseöz girişim sonrasında en sık görülen komplikasyonlar; ekstremitasyon, kompartman sendromu, kemik yaralanması, yumuşak doku nekrozu, osteomyelit (Palazzolo vd., 2023; Wang vd., 2023), selülit, ve subkutan apse olarak karşımıza çıkmaktadır. Teorik olarak uzun vadeli komplikasyonlar arasında kemik iliği hasarı, kemik büyümesinde bozulma ve yağ embolisi bulunmaktadır (Atmaca, 2022). Bouhamdan ve arkadaşları sadece pediatrik hastalarda IO kanülasyondan kaynaklanan komplikasyonları (2022 yılına kadar yapılan çalışmalarda) incelemişlerdir. Yaptıkları incelemede; IO kanülasyonu ile ilişkili komplikasyon oranının, önceki analizlerde belirtilenlerden daha yüksek olduğunu (%9,7)

bildirmişlerdir. Bu sonuca ilişkin yetişkin ve pediatrik kemik yapılarındaki fizyolojik farklılıklara dikkat çekmişlerdir. Erişkinlerdeki medüller boşlukta artan yağ iliğinin damar ekstrevasyona daha az eğilimli olduğunu, kemiklerinin korteksinin de daha kalın ve bu nedenle kırılmaya ve sonrasında ekstrevasyona, kompartman sendromuna veya kırıkla ilişkili diğer komplikasyonlara daha az eğilimli olduklarını ifade etmişlerdir. Mevcut sistematik incelemede intraosseöz iğne yerleştirilen bölgeye göre komplikasyonlar farklılık gösterdiği bilgisine de yer verilmiştir. Örneğin kompartman sendromu, sternumdan ziyade proksimal tibia (şu anda en yaygın yerleştirme bölgesi) gibi daha yeni yerleştirme bölgelerinin kullanımıyla ilişkili bir komplikasyon olduğu belirtilmiştir (Bouhamdan vd., 2022).

Görülen komplikasyonlar ve oranlarının yorumlanmasında IO girişim yapılan hasta popülasyonunun daha çok kardiyak arrest veya şok tablosunda oldukları, düşük sağ kalım oranlarına sahip oldukları ve bunların yanı sıra iğnenin yanlış yerleştirilmesi durumları göz ardı edilmemelidir. Girişimin uygun teknikle yapılması, uygun kemik seçimi ve uygulama sonrası bölgenin gözlenmesiyle oluşabilecek sorunların önüne geçilebileceği vurgulanmaktadır (Bouhamdan vd., 2022; Palazzolo vd., 2023; Wang vd., 2023).

SONUÇ

Sonuç olarak, intraosseöz girişim kardiopulmoner resüsitasyon, travma, acil durumlarda sıvı ve ilaç vermek için hızlı, güvenilir bir yöntemdir. Bu yöntemde başarı oranının yüksek, ortalama işlem süresinin oldukça kısa olduğu unutulmamalıdır. Hasta için riskler ve faydalar değerlendirilerek; periferik venöz erişimin zor ya da imkânsız olduğu durumlarda, hem hızlı müdahaleyi sağlamak hem de köprü oluşturmak amacıyla etkin kullanılabilir. Bu derlemede sahada aktif olarak çalışan veya henüz öğrenci olan sağlık profesyonellerine intraosseöz girişime ilişkin önemli bilgiler verilmiştir.

KAYNAKÇA

Astasio-Picado, A, Cobos-Moreno, P, Gomez-Martin, B, del Carmen Zabala-Banos, M, Aranda-Martin, C. (2022). Clinical Management of Intraosseous Access in Adults in Critical Situations for Health Professionals. *Healthcare*, 10(2), 367.

Atmaca, MO. (2022). Humerus Proximal Uçtan Yapılan İntraosseöz Yol Uygulamasında Güvenli Alan Belirlenmesine Yönelik Radyoanatomik Çalışma. Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Acil Tıp Anabilim Dalı Uzmanlık Tezi. Ankara.

Baert, V, Vilhelm, C, Escutnaire, J, Nave, S, Hugenschmitt, D, Chouihed, T, et al. (2020). Intraosseous Versus Peripheral Intravenous Access During Out-of-Hospital Cardiac Arrest: A Comparison of 30-Day Survival and Neurological Outcome in the French National Registry. *Cardiovascular Drugs and Therapy*, 34(2), 189-197.

Bouhamdan, J, Polsinelli, G, Akers, KG, Paxton, JH. (2022). A Systematic Review of Complications from Pediatric Intraosseous Cannulation. *Current Emergency And Hospital Medicine Reports*.

Brebner, C, Asamoah-Boaheng, M, Zaidel, B, Yap, J, Scheuermeyer, F, Mok, V, et al. (2023). The association of tibial vs. Humeral intraosseous vascular access with patient outcomes in adult out-of-hospital cardiac arrests. *Resuscitation*, 193, 110031.

Buck, ML, Wiggins, BS, Sesler, JM. (2007). Intraosseous drug administration in children and adults during cardiopulmonary resuscitation. *The Annals of Pharmacotherapy*, 41(10), 1679-1686.

Cicolini, G, Comparcini, D, Simonetti, V, Maria Papappicco, CA, Unsworth, J, Tomietto, M. (2023). Nurses' knowledge and self-assessment of their clinical experiences of intraosseous access: A multicentre cross-sectional study. *International Emergency Nursing*, 69, 101314.

Dornhofer, P, Kellar, JZ. (2023). Intraosseous Vascular Access. *Çinde StatPearls*. StatPearls Publishing. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK554373/>

Drozd, A, Wolska, M, Szarpak, L. (2021). Intraosseous vascular access in emergency and trauma settings: A comparison of the most universally used intraosseous devices. *Expert Review of Medical Devices*, 18(9), 855-864.

Elliott, A, Dubé, PA, Cossette-Côté, A, Patakfalvi, L, Villeneuve, E, Morris, M, et al. (2017). Intraosseous administration of antidotes: A systematic review. *Clinical Toxicology (Philadelphia, Pa.)*, 55(10), 1025-1054.

Garside, J, Prescott, S, Shaw, S. (2016). Intraosseous vascular access in critically ill adults—A review of the literature. *Nursing in Critical Care*, 21(3), 167-177.

Group, CTR, Gehrz, WJ, Emerling, A, Kay, V, Reilly, E, Young, R, et al. (2021). 43 The Importance of Intraosseous Placement Location on Infusion Rates and Infusion Pressures in a High Bone Density Humerus and Sternum Cadaveric Swine (*Sus Scrofa*) Model. *Annals of Emergency Medicine*, 78(4), S18-S19.

Hallas, P, Brabrand, M, Folkestad, L. (2012). Reasons for not using intraosseous access in critical illness. *Emergency Medicine Journal*, 29(6), 506-507.

Hoskins, M, Sefick, S, Zurca, AD, Walter, V, Thomas, NJ, Krawiec, C. (2022). Current utilization of interosseous access in pediatrics: A population-based analysis using an EHR database, TriNetX. *International Journal of Emergency Medicine*, 15(1), 65.

İpek Çelen, Ö. (2022). Sıvı Tedavisi ve İlaç Uygulamaları: İntraosseöz Uygulama. Editörler Gürkan Özel, Betül Akbuğa Özel, Mehmet Ergin. *Paramedik*. 2. Baskı. Güneş Tıp Kitabevleri. Ankara. ss: 735-744.

Josefson, A. (1934). A new method of treatment intraossal injections. *Acta Medica Scandinavica*, 81, 550-564.

Jousi, M, Laukkanen-Nevala, P, Nurmi, J. (2019). Analysing blood from intraosseous access: A systematic review. *European Journal of Emergency Medicine: Official Journal of the European Society for Emergency Medicine*, 26(2), 77-85.

Lange, P, Umar, M, Walker, JD, Riddle, M, Mochmer, P. (2022). Evaluation of the NIO and TALON Intraosseous Devices as Placed by U.S. Army Conventional Force Combat Medics: A Randomized Crossover Study. *Military Medicine*, 187(7-8), e877-e881.

Lewis, P, Wright, C. (2015). Saving the critically injured trauma patient: A retrospective analysis of 1000 uses of intraosseous access. *Emergency Medicine Journal: EMJ*, 32(6), 463-467.

Michael, S. (2013). Towards evidence-based emergency medicine: Best BETs from the Manchester Royal Infirmary. BET 1: Local anaesthetics in intraosseous access. *Emergency Medicine Journal*, 30(5), 423-424.

Miller, LJ, Philbeck, TE, Montez, D, Spadaccini, CJ. (2010). A new study of intraosseous blood for laboratory analysis. *Archives of Pathology & Laboratory Medicine*, 134(9), 1253-1260.

Palazzolo, A, Akers, KG, Paxton, JH. (2023). Complications of Intraosseous Catheterization in Adult Patients: A Review of the Literature. *Current Emergency And Hospital Medicine Reports*, 11(2), 35-48.

Panchal, AR, Berg, KM, Kudenchuk, PJ, Del Rios, M, Hirsch, KG, Link, MS, et al. (2018). 2018 American Heart Association Focused Update on Advanced Cardiovascular Life Support Use of Antiarrhythmic Drugs During and Immediately After Cardiac Arrest: An Update to the American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*, 138(23), e740-e749.

Petitpas, F, Guenezan, J, Vendevre, T, Scepi, M, Oriot, D, Mimos, O. (2016). Use of intraosseous access in adults: A systematic review. *Critical Care*, 20(1), 102.

Pfeiffer, D, Olivieri, M, Brenner, S, Gomes, D, Lieftüchter, V, Hoffmann, F. (2023). Factors influencing the success and complications of intraosseous access in pediatric patients—A prospective nationwide surveillance study in Germany. *Frontiers in Pediatrics*, 11.

Philbeck, TE, Puga, TA, Montez, DF, Davlantes, C, DeNoia, EP, Miller, LJ. (2022). Intraosseous vascular access using the EZ-IO can be safely maintained in the adult proximal humerus and proximal tibia for up to 48 h: Report of a clinical study. *The Journal of Vascular Access*, 23(3), 339-347.

Philbeck, T, McDonald, J, Ross, C. (2023). 166 Real World Evidence Demonstrates Safety and Performance of Intraosseous Vascular Access, Including for Longer Duration of Use in Pediatric Patients. *Annals of Emergency Medicine*, 82(4, Supplement), S75.

Reades, R, Studnek, JR, Vandeventer, S, Garrett, J. (2011). Intraosseous versus intravenous vascular access during out-of-hospital cardiac arrest: A randomized controlled trial. *Annals of Emergency Medicine*, 58(6), 509-516.

Righi, N, Paxton, JH. (2022). Flow Rate Considerations for Intraosseous Catheter Use. *Current Emergency and Hospital Medicine Reports*, 10(4), 125-133.

Rosenberg, H, Cheung, WJ. (2013). Intraosseous access. *CMAJ : Canadian Medical Association Journal*, 185(5), E238.

Sarkar, D, Philbeck, T. (2009). The Use of Multiple Intraosseous Catheters in Combat Casualty Resuscitation. *Military Medicine*, 174(2), 106-108.

Soar, J, Nolan, JP, Böttiger, BW, Perkins, GD, Lott, C, Carli, P, et al. (2015). European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 3. Adult advanced life support. *Resuscitation*, 95, 100-147.

Strandberg, G, Eriksson, M, Gustafsson, MG, Lipcsey, M, Larsson, A. (2012). Analysis of intraosseous samples using point of care technology: An experimental study in the anaesthetised pig. *Resuscitation*, 83(11), 1381-1385.

Strandberg, G, Larsson, A, Lipcsey, M, Michalek, J, Eriksson, M. (2015). Intraosseous and intravenous administration of antibiotics yields comparable plasma concentrations during experimental septic shock. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, 59(3), 346-353.

Sulava, E, Bianchi, W, McEvoy, CS, Roszko, PJ, Zarow, GJ, Gasparly, MJ, et al. (2021). Single Versus Double Anatomic Site Intraosseous Blood Transfusion in a Swine Model of Hemorrhagic Shock. *Journal of Surgical Research*, 267, 172-181.

Sunde, GA, Heradstveit, BE, Vikenes, BH, Heltne, JK. (2010). Emergency intraosseous access in a helicopter emergency medical service: A retrospective study. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*, 18(1), 52.

Szydowski, B, Nolte, J, Vershilovsky, E. (2021). Recent Advances in Intraosseous Vascular Access. *Current Emergency and Hospital Medicine Reports*, 9(3), 82-88.

Şimşek, P, Gürsoy, A, Bıyık Bayram, Ş. (2018). İlaç Uygulamaları İçin Farklı Bir Yol: İntroosseöz Ulaşım ve İnfüzyon. *Journal of Education & Research in Nursing/Hemşirelikte Eğitim ve Araştırma Dergisi*, 15(1).

Tocantins, LM, O'neill, JF, Jones, HW. (1941). Influxions Of Blood and Other Fluids Via The Bone Marrow: Application in Pediatrics. *Journal of the American Medical Association*, 117(15), 1229-1234.

Tyler, JA, Perkins, Z, De'Ath, HD. (2021). Intraosseous access in the resuscitation of trauma patients: A literature review. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery: Official Publication of the European Trauma Society*, 47(1), 47-55.

Ummenhofer, W, Frei, FJ, Urwyler, A, Drewe, J. (1994). Are laboratory values in bone marrow aspirate predictable for venous blood in paediatric patients? *Resuscitation*, 27(2), 123-128.

Von Hoff, DD, Kuhn, JG, Burriss, HA, Miller, LJ. (2008). Does intraosseous equal intravenous? A pharmacokinetic study. *The American Journal of Emergency Medicine*, 26(1), 31-38.

Wang, D, Deng, L, Zhang, R, Zhou, Y, Zeng, J, Jiang, H. (2023). Efficacy of intraosseous access for trauma resuscitation: A systematic review and meta-analysis. *World Journal of Emergency Surgery: WJES*, 18(1), 17.

Zunkovic, M, Markota, A, Lesnik, A. (2022). Attitudes towards the Utilization of Intraosseous Access in Prehospital and Emergency Medicine Nursing Personnel. *Medicina-Lithuania*, 58(8), 1086.