



**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON
ANABİLİM DALI**

SKOLYOZ CERRAHİSİNDE KAN VE KAN ÜRÜNLERİ KULLANIMININ ETKİNLİK VE GÜVENİLİRLİĞİ

UZMANLIK TEZİ

Dr. Selen ÇAKICI ARSLAN

Antalya, 2016



T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON
ANABİLİM DALI

SKOLYOZ CERRAHİSİNDE KAN VE KAN ÜRÜNLERİ KULLANIMININ ETKİNLİK VE GÜVENİLİRLİĞİ

UZMANLIK TEZİ

Dr. Selen ÇAKICI ARSLAN

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Nesil COŞKUNFIRAT

“Kaynakça gösterilerek tezinden yararlanılabilir”

Antalya, 2016

TEŞEKKÜR

İhtisas sürem boyunca bana her konuda destek olan, en yoğun olduğu dönemde tezimin hazırlanmasında zamanını ayıran ve hiçbir yardımını esirgemeyen değerli öğretim üyesi tez hocam Doç. Dr. Nesil COŞKUNFIRAT'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Başta Anabilim Dalı Başkanımız Prof. Dr. Necmiye HADİMİOĞLU olmak üzere yetişmemde emeği geçen, bilgi, beceri ve tecrübelerini bizlere aktaran beraber çalışmaktan gurur duyduğum tüm değerli hocalarıma teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Tezimin istatistik aşamasında yardım ve desteğini esirgemeyen Deniz ÖZEL'e,

Uzmanlık eğitimim boyunca birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum, mesleğin zorluklarını ve keyfini beraber paylaştığım tüm asistan arkadaşlarıma,

Asistanlığım süresince birlikte çalıştığım anestezi teknikerlerimize,

Hastanemiz Anestezi Yoğun Bakım, Ameliyathane, Anestezi Sonrası Bakım Ünitesi ve Algoloji hemşirelerimize ve yardımcı personellerimize çok teşekkür ederim.

Kliniğimiz sekreteri Elif DİKMEN'e bizim için gösterdiği üstün çabaları, yardımları, sevgisi ve güler yüzü için sevgi ve şükranlarımı sunarım.

Yardımını, sevgisini ve sabrını benden esirgemeyen sevgili eşim Murat'a ve eğitimimde ve yetişmemde maddi ve manevi destekleri ile her zaman yanımda olan çok sevdiğim aileme tüm kalbimle teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
Simgeler ve Kısaltmalar Dizini	v
Tablolar Dizini	vi
Şekiller Dizini	vii
1. GİRİŞ ve AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Skolyoz Nedir?	3
2.2. Sınıflama	3
2.3. Epidemiyoloji: Sıklık, Kimlerde Görülür?	5
2.4. Etiyopatogenez	5
2.4.1. Genetik faktörler	5
2.4.2. Melatonin ve büyüme hormonunun rolü	6
2.4.3. Bağ dokusunun etkileri	6
2.4.4. Paravertebral kaslardaki anormallikler	6
2.4.5. Trombosit anormallikleri	6
2.4.6. Kalmodulinin etkileri	6
2.4.7. Otonom sinir sisteminin rolü	7
2.4.8. Diğer faktörler	7
2.5. Tedavi	7
2.6. Cerrahi Tedavi	9
2.7. Skolyoz Cerrahisinde Anestezi	10
2.7.1. Anestezi öncesi değerlendirme	10
2.7.2. Skolyozda anestezi yöntemi	13
2.7.3. Skolyoz cerrahisi sırasındaki komplikasyonlar ve anesteziye olan etkileri	14

2.8. Postoperatif Dönem	15
2.8.1. Ağrı kontrolü	15
2.8.2. Sıvı yönetimi ile ilgili problemler	16
2.8.3. Respiratuar komplikasyonlar	17
2.9. Skolyoz Cerrahisi Ve Kanama Riski	18
2.9.1. Cerrahi faktörler	18
2.9.2. Trombosit ve koagülasyon faktörlerinin rolü	18
2.9.3. Kan kaybı miktarları ve masif hemoraji	19
2.9.4. Perioperatif testler	19
2.9.5. Kanamayı arttıran diğer faktörler	19
2.10. Allojenik Kan Ürünlerinin Zararları	22
2.11. Skolyoz Cerrahisinde Allojenik Kan Ürünlerinin Kullanımının Araştırılmasının Önemi	25
3. GEREÇ VE YÖNTEM	27
3.1. İstatistiksel Değerlendirme	29
3.2. Formlar	30
4. BULGULAR	34
5. TARTIŞMA	48
6. SONUÇLAR	57
7. ÖZET	58
8. ABSTRACT	60
9. KAYNAKLAR	62

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ADH	Antidiüretik hormon
AİS	Adolesan İdiopatik Skolyoz
ALBT	Allojenik Kan Transfüzyonu
aPTT	Aktive Parsiyel Tromboplastin Zamanı
ASA	Amerikan Anestezistler Derneği
ASBÜ	Anestezi Sonrası Bakım Ünitesi
CABG	Koroner Arter Bypass Greftleme
COX-2	Siklooksijenaz-2
EBL	Beklenen Kan Kaybı
EST	Eritrosit Süspansiyonu Transfüzyonu
FEV₁	Zorlu Ekspirasyonun 1.saniyesinde Atılan Volüm
GVHD	Graft Versus Host Hastalığı
HLA	İnsan Lökosit Antijenleri
INR	Uluslararası Düzeltme Oranı
Max.	Maximum
Min.	Minimum
NSAİD	Non-Steroid Antiinflamatuvar İlaç
PT	Protrombin Zamanı
SSEP	Somatosensöriyel Uyarılmış Potansiyel
TİVA	Total İntravenöz Anestezi
YBÜ	Yoğun Bakım Ünitesi

TABLOLAR DİZİNİ

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Skolyozun etyolojik klasifikasyonu	3
2.2. Transfüzyon riskleri ve görülme sıklıkları	23
4.1. İntraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılan ve yapılmayan hastaların cinsiyete göre değerlendirilmesi	35
4.2. İntraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılan ve yapılmayan hastaların ASA durumlarına göre değerlendirilmesi	37
4.3. İntraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu uygulaması baz alınarak iki gruba ayrılan hastaların füzyon seviyesine göre karşılaştırılması	38
4.4. Eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapıp yapılmamasına göre ayrılan grupların postoperatif mekanik ventilatör süresi ortalama değerleri	43
4.5. Demografik, intraoperatif ve postoperatif veriler	47

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.1. Hastaların cinsiyete göre dağılımı	34
4.2. Hastaların yaş gruplarına göre dağılımı	36
4.3. İntraoperatif eritrosit süspansiyonu verilen ve verilmeyen hastaların yaşlara göre dağılımı	36
4.4. İntraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılan ve intraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılmayan hastaların ortalama operasyon sürelerinin dağılımı	39
4.5. İntraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılan ve yapılmayan hastalarda postoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılma yüzdeleri	40
4.6. Eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılıp yapılmamasına göre ayrılan grupların postoperatif taburculuk süresi ortalama değerleri	45

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Skolyoz omurganın lateral eğriliği ve rotasyonu ile birlikte görülen ve zaman içerisinde göğüs kafesinde anatomik malformasyona neden olan 3 boyutlu karmaşık bir omurga deformitesidir (1,2). Skolyoz hastalarında ayrıca anatomik yapının bozulmasına bağlı olarak kardiyak ve respiratuar fonksiyonlarda bazı irreversibl değişiklikler meydana gelir (3,4,5,6). Skolyoz tedavisinde; 1) Progresyonu durdurmak, 2) Deformitede kalıcı olarak 3 boyutlu maksimum düzeltme sağlamak, 3) Gövdeyi dengeleyerek görünümünü iyileştirmek, 4) Kısa ve uzun dönemde ortaya çıkabilecek komplikasyonları minimumda tutmak amacıyla cerrahi metotlar uygulanmaktadır (7). Skolyoz cerrahisi birden çok omurga seviyesinde düzeltme gerektirebilir ve bu da beraberinde ciddi kan kaybı ile sonuçlanabilir (8,9,10,11,12,13,14). Bu nedenle cerrahi düzeltme yapılan hastalarda gerek intraoperatif gerekse postoperatif dönemde sıklıkla kan ve kan ürünleri transfüzyonuna ihtiyaç duyulmaktadır (15). Ancak allojenik kan transfüzyonunun cerrahi hastalarda postoperatif sonuçları olumsuz yönde etkilediğini gösteren birçok çalışma vardır (16,17,18,19). Masif sıvı ve kan replasmanına sekonder gelişen serebral ve pulmoner ödem, Graft versus host hastalığı (GVHD) gibi immünolojik ve hemolitik reaksiyonlar, bakteriyel ve viral enfeksiyöz ajanların bulaşı gibi risk ve yan etkileri bulunmaktadır (20,21,22,23,24,25). Ayrıca allojenik kan transfüzyonları postoperatif bakteriyel enfeksiyonların insidansını arttırmakta, hastanede yatış süresinin uzamasına ve hastane masraflarının artmasına sebep olmaktadır (26,27). Transfüzyonla ilgili komplikasyonları ve kanamayı azaltmak için; doğru hasta pozisyonu, dikkatli cerrahi teknik, hemostatik ajanlar, kontrollü hipotansiyon, preoperatif otolog kan donasyonu, preoperatif eritropoetin kullanımı, akut normovolemik hemodilüsyon ve antifibrinolitik ilaçlar gibi çeşitli yöntemler kullanılmaktadır (28,29,30,31,32).

Ancak kanamayı ve kan ve kan ürünleri kullanımını azaltmak için kullanılan bu tekniklerin de tamamen güvenilir olduğunu söyleyemeyiz ve çoğunlukla skolyoz gibi majör spinal füzyon cerrahisinde transfüzyon gereksinimini ortadan kaldırmazlar (8,33,34). Bu nedenle hangi hastaların kan transfüzyonuna ihtiyacı olacağını anlamak, yeterli ve etkili intravenöz erişim, invaziv hemodinamik

monitörizasyon ve kan ürünlerinin önceden temini ve stoklanması gibi uygun önlemler alınmalıdır.

Bu çalışmanın esas amacı kliniğimizde skolyoz cerrahisinde allojenik kan ürünleri kullanım alışkanlığımız ve potansiyelimizin belirlenmesidir. İkincil olarak da intraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonlarının postoperatif dönemdeki eritrosit süspansiyonu transfüzyonlarına ve postoperatif sonuçlara etkilerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Çalışmadan elde edilecek sonuçlarla; Skolyoz cerrahisi geçirecek hastalarda güvenli bir transfüzyon eşik değeri belirlenmesine katkı sağlayabileceğimiz ve benzer prospektif çalışmalara yol gösterici olabileceğimiz kanaatindeyiz.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Skolyoz Nedir?

Skolyoz vertebranın en sık görülen deformitesini tanımlayan bir terimdir ve eğilmeyi ifade eder (1,2,35). Skolyozda primer deformite omurganın yana doğru eğriliği ve vertikal aks boyunca rotasyonudur. Normalde omurga frontal (koronal) düzlemde düz olmalıdır. Eğer sağa veya sola eğim varsa skolyoz vardır (1).

Ön-arka direkt radyografilerde koronal eğriliğin 10 dereceden fazla olması başlıca tanı kriteridir (1,35). Tedavi edilmeyen skolyoz, göğüs kafesinde anatomik malformasyona neden olarak ciddi yapısal bozukluklara yol açabilir ve skolyoz hastalarında respiratuar, kardiyak ve nörolojik sistemler de sekonder olarak etkilenebilir.

2.2. Sınıflama

Skolyoz Araştırma Derneği skolyoz çeşitlerini etiyolojiye göre sınıflandırmıştır (36).

Tablo 2.1. Skolyozun etyolojik klasifikasyonu (36,37,38).

1. İdiopatik (genetik) skolyoz (tüm skolyoz vakalarının yaklaşık %70'ini oluşturmakta)
2. Konjenital skolyoz (muhtemelen genetik değil) Spina bifida, hemivertebra ve konjenital kosta füzyonları gibi konjenital vertebra anomalileriyle ilişkili
3. Nöromusküler skolyoz Nöropatik formlar Alt motor nöron hastalıkları (örn; poliyomyelit) Üst motor nöron hastalıkları (örn; serebral palsi) Diğerleri (örn; syringomyeli) Myopatik formlar Progresif (örn; musküler distrofi) Statik (örn; myotonia congenita) Diğerleri (örn; Friedreich ataksisi)
4. Nörofibromatozis (Von Recklinghausen hastalığı)
5. Mezenkimal bozukluklar Konjenital (örn; Marfan sendromu, Morquio sendromu, amyoplasia congenita, dwarfismin değişik tipleri) Edinsel (örn; romatoid artrit, Still hastalığı) Diğerleri (örn. Scheuermann hastalığı, osteogenezis imperfekta)
6. Travma Vertebral (örn; kırık, radyoterapi, cerrahi) Extravertebral (örn; yanıklar, torasik cerrahi)

Önemli ve sürekli ilerleyen skolyozu daha hafif formlardan ayırabilmek için **yapısal** ve **yapısal olmayan** terimleri kullanılmaktadır (1). Yapısal olmayan skolyozun üç tipi bulunur;

- 1) Pelvik eğim: Çocuklarda ve adolesan döneminde en sık görülen skolyoz tipidir ve bacak uzunluğu farklarına bağlı olarak ortaya çıkar.
- 2) İrritatif skolyoz: Disk hernisi asimetric kas spazmına neden olarak skolyoza neden olabilir (Siatik skolyoz).
- 3) Histerik skolyoz: Nadirdir ve diğer fizyolojik bozukluklara eşlik eder.

Yapısal skolyoz ise sürekli ilerleyebilir. Bu tip skolyozda meydana gelen deformite sadece koronal (frontal) düzlemde değil aynı zamanda sagittal (lateral) ve horizontal (transvers) düzlemde ve omurganın kendi etrafında rotasyon hareketi sonucu gelişen karmaşık bir eğriliktir (1).

Yapısal skolyozun majör tipleri **konjenital skolyoz**, **nöromusküler skolyoz** ve **idiopatik skolyozdur**. İdiopatik skolyoz da ilk ortaya çıktığı yaşa bağlı olarak **infantil (3 yaş altı)**, **juvenil (3-9 yaş arası)** ve **adolesan (10-18 yaş arası)** olarak sınıflandırılır (35). Diğer bir kategori de erişkin skolyoz olup ya adolesan idiopatik skolyozun devamı şeklinde ya da dejeneratif değişikliklere veya diğer sebeplere bağlı de novo bir gelişme şeklinde olabilir. Yaşlı hastalarda de novo skolyozu, önceden var olan idiopatik skolyoza superimpoze dejeneratif değişikliklerden ayrı olarak düşünmek çoğu zaman zordur (35).

2.3. Epidemiyoloji: Sıklık, Kimlerde Görülür?

Skolyoz vakalarının %75-90'ı idiopatik tip olup en sık alt tipi adolesan idiopatik tip skolyoz (AİS)'dur. İdiopatik vakaların dışında konjenital (%15) ve nöromusküler (%10) vakalarda olduğu gibi etyoloji bazen açıkça bellidir (39). Travma, tümör ve enfeksiyonlar da olası sebepler olup ancak sık karşılaşılan durumlar değildir.

Skolyoz her yaşta gelişebilir ancak en çok hızlı somatik gelişmenin meydana geldiği yaşlarda görülür. Adolesanlarda daha yaygındır ve kadın erkek oranları da 3:1'dir. Genel popülasyondaki prevalansı %0,3-%15,3'tür (40,41,42,43,44).

On derecenin üzerindeki eğriliklerde prevalans %3'ün altında, 30 derecenin üstündeki eğriliklerde ise %0,3'ün altındadır (5).

İdiopatik skolyoz infantlarda ve erken çocukluk döneminde oldukça nadir görülür. Ancak adolesan idiyopatik skolyoz risk grubu olan 10-16 yaşındaki hastaların %1-3'ünde görülmekle birlikte, bunların çoğunluğunda herhangi bir müdahale yapılması gerekmez (7,45). Dejeneratif değişiklikler 25 yaş ve üzeri erişkinlerde prevalansta %8'den fazla artıştan ve 60-90 yaş arasındaki popülasyonda %68 gibi yüksek bir prevalanstan sorumlu tutulmaktadır (35,41,42).

Adolesan skolyozlar daha benign seyirlidir. Cobb açısı 20°'ye eşit ve 20°'den daha küçük olan adolesanlar arasında progresyon olasılığı %10-%20 arasında değişmektedir. İmmatür kemikleşmeyle birlikte skolyotik eğriliğin 20°'yi aştığı adolesanlarda ise progresyon ihtimali %70'lere ve belki de daha yükseğe çıkabilir (46). Büyümesi tamamlanmış hastalarda 30°'den küçük skolyozların genellikle stabil olduğu düşünülür. 30°'den büyük olan skolyozlarda eğrilikte yılda yaklaşık 1 derecelik artış beklenebilir (47).

2.4. Etyopatogenez

Yapısal skolyozun majör tiplerinden konjenital skolyoz malformasyon ya da vertebranın hatalı segmentasyonu nedeniyle; nöromusküler skolyoz musküler imbalans nedeniyle ortaya çıkmaktadır (1). Skolyoz yapısal olarak nöromusküler ve konjenital anomalilere sekonder olarak ortaya çıkabileceği gibi idiyopatik olarak da ortaya çıkabilmektedir. Klinik ve radyolojik bulgular, herhangi bir spesifik etyolojiyi açıklayacak kanıt gösteremiyorsa idiyopatik tanısı konulur.

İdiopatik skolyozun gelişme nedeni konusunda yapılmış birçok araştırmalara rağmen hastalığın etyopatogenezini henüz aydınlatılamamıştır (7,48,49,50).

2.4.1. Genetik faktörler

Genellikle birden fazla aile bireyinde görüldüğü için genetik bir komponentin olduğu düşünülmektedir. İkizlerde yapılan çalışmalarda monozigotik ikizlerin %73'ünde ve dizigotik ikizlerin ise %36'sında beraberlik söz konusudur (51). Kalıtımın şekli olarak otozomal dominantlık, maternal

faktörler, multiple gen kalıtımı ve X-e bağılı dominantlık gibi değişik kalıtım modellerini gösteren çalışmalar mevcuttur (52).

2.4.2. Melatonin ve büyüme hormonunun rolü

Bazı hayvan türlerinde skolyoz gelişimi melatonin üretimindeki azalmayla ilişkilendirilmiştir (53,54). Bagnall ve ark. melatonin etkilerinin büyüme hormonu aracılığı ile olabileceğini öne sürmüştür (55). Büyüme hormonu tedavisi alan hastalarda skolyotik eğrilikte hızlı bir artış olduğunu bildiren sporadik vakalar mevcuttur (56).

2.4.3. Bağ dokusunun etkileri

Kollajen ve elastik lifler spinal kolonun yapısını destekleyen temel elementler olduğundan ve skolyoz pek çok bağ doku bozukluklarının fenotipik karakteristiği olduğundan bağ dokuda herhangi bir defektin olması hipotezi ortaya çıkmıştır (57).

2.4.4. Paravertebral kaslardaki anormallikler

Skolyozlu hastaların paravertebral kaslarında bulunan Tip-I (yavaş kasılan) ve tip-II (hızlı kasılan) liflerde bazı değişiklikler tespit edilmiştir (58,59). Fakat bu patolojilerin, oluşan deformitenin sebebi mi yoksa sonucu mu olduğu konusu halen tartışmalıdır (7).

2.4.5. Trombosit anormallikleri

Pek çok araştırmacı adolesan idiopatik skolyozlu hastalarda trombositlerin yapısında ve fonksiyonlarında anormallik olduğuna dikkat çekmektedir (60,61).

Yarom ve ark. iskelet kaslarında kalsiyum ve fosfor seviyelerinin yüksekliği belirlenen hastalarda hastaların plateletlerinde de intrasellüler kalsiyum ve fosfor düzeylerinin yükseldiğini gözlemlemiştir (62).

2.4.6. Kalmodulinin etkileri

Kalmodulin konsantrasyonlarındaki artışın iskelet kası aktivitesinde değişikliklerle ve bunu izleyen progresif eğrilikle sonuçlandığı gösterilmiştir (63).

Burwell bütünleştirici bir platelet-iskelet hipotezi formüle etmiştir. Buna göre hafif bir eğrilik sonucu intervertebral disk ve vertebral cisim büyüme plağında mikrotravmalar meydana gelmektedir. Bunun sonucu olarak vasküler hasar ve kalmodulindeki değişiklikler nedeniyle platelet aktivasyonu gerçekleşir. Bu da risk altındaki vertebral end-plağı etkileyen growth faktörlerin salınımıyla sonuçlanır (49).

2.4.7. Otonom sinir sisteminin rolü

Bozulmuş otonom sinir sistemi fonksiyonları ve adolesan idiopatik skolyoz etyopatogenezi arasındaki ilişki tavşanlarda interkostal sinir sempatektomisinin yumuşak dokularda hipervaskülarite, operasyon tarafındaki kaburgalarda büyüme artışı ve sempatektominin ters tarafında skolyoz gelişimi ile gösterilmiştir (64).

2.4.8. Diğer faktörler

Ayrıca idiopatik skolyoz gelişiminde çeşitli nörolojik mekanizmaların, vertebral nöroanatomideki değişikliklerin ve rölatif ‘Anterior Spinal Overgrowth’ mekanizmasının etkisi olabileceği öne sürülmüştür (65,66,67,68,69).

2.5. Tedavi

Skolyoz sadece kozmetik bir problem olarak karşımıza çıkabilmekle birlikte, sıklıkla ağrı ve nörolojik semptomlar eşlik eder. Bazı nöromusküler patolojilerin haricinde skolyoz hastaları genellikle aktif ve mobildirler. Ancak skolyoz gelişimi doğal haline bırakılırsa etyopatogenezi ve eğriliğin derecesine göre değişmekle beraber, eğriliğin derecesi zamanla artma eğilimindedir. Tedavi edilmeyen adolesan idiopatik skolyozun akibetini yetişkinlik boyunca inceleyen çalışmalar mevcuttur (6,70,71,72,73). Bu çalışmalarda tedavi edilmemiş adolesan idiopatik skolyozun uzun dönem sekelleri eğriliğin ilerlemesi, sırt ağrısı, kardiyopulmoner problemler ve sonraki yaşamda psikolojik rahatsızlığa giden kozmetik problemler olarak rapor edilmekte ve şiddetli eğriliklerde morbidite ve mortalite riskinde artış olacağı da belirtilmektedir. Önceleri özellikle konjenital veya erken başlangıçlı eğriliklerde tüm hastaların sırt ağrısı nedeni ile engelli bir hayat sürecekleri ve eğer erkenden tedavi edilmezlerse yıkıcı kardiyovasküler

risklere maruz kalacakları görüşü hakimdi (71,74,75). Ancak daha sonraki çalışmalarda daha olumlu veriler elde edilmesi ile bu görüş geçerliliğini yitirmiştir (6). İnfantil skolyozların %80'i tedavi gerektirmeden kendiliğinden düzelir, ancak kalan %20'sinde skolyoz ilerler ve uzun dönemde kompleks tedaviler gerekebilir. Progresif infantil skolyoz tedavi edilmezse şiddetli, hayatı tehdit eden restriktif pulmoner hastalık meydana gelebilir (35). Vital kapasite ve FEV₁ hızla azalır. Tedavi edilmeyen olgularda pulmoner hipertansiyon, sağ kalp yetmezliği ve ölüm görülür (70,74,76,77,78).

Skolyozda tedavinin amacı eğriliğin progresyonunu engellemektir (79). Psikoterapi ve dışarıdan destek sistemleri dünyada yaygın olarak kullanılan tedavilerdir ancak tam etkileri henüz aydınlatılamamıştır. Gelişmesi devam eden hastalarda dikkatli takip gerekir. Eğrilikte 6 ay içinde 5 dereceden veya 1 yıl içinde 10 dereceden fazla artış tespit edilirse ciddi ilerleme kabul edilebilir (45,79). Avrupa'da genel olarak küçük (25 derecenin altında) ve ilerleme riski düşük olan eğriliklerde ilk tedavi yaklaşımı olarak fizik tedavi önerilmektedir (80,81). 25-45 derece arasındaki orta derecedeki eğriliklerde de 'ortez' tedavisine destek olarak fizik tedavi uygulanmaktadır. 'Ortez' tedavisinden beklenen yarar, iskelet gelişimi tamamlanana yani skolyozun ilerleme ve cerrahi ihtiyacı riski azalana kadar hastanın eğriliğinin artmasının engellenmesidir. Başarılı bir 'ortez' tedavisi için iskelet gelişimi tamamlanana kadar mevcut eğriliğin 45 dereceyi geçmemesi gerekmektedir (82,83). 'Ortez' endikasyonu daha küçük çocuklarda kuvvetli iken adolesanlarda ise daha tartışmaya açıktır (79). 'Ortez' tedavisinin etkinliği hastanın ortezi kullanma süresi (günde 23 saate kadar) gibi tedaviye uyuma göre değişiklik gösterebilmektedir. Bu da ortez tedavisinin sonuçlarının cerrahiye göre daha az tahmin edilebilir olmasına yol açmaktadır (84). 'Ortez' tedavisine rağmen bir takım cerrahi işlemler de gerekebilir. 35 dereceden küçük eğriliklerde ortezler part-time ya da gece kullanıldığı zaman etkin olabilirken 35 dereceye eşit veya 35 dereceden büyük eğriliklerde tam zamanlı ve gelişme tamamen tamamlanana kadar kullanılmalıdır (85).

2.6. Cerrahi Tedavi

Skolyoz hastalarının çoğunda spinal deformitenin düzeltilmesi ve eğriliğin artmasının önlenmesi için cerrahi tedavi yapılmaktadır (79). Genel olarak kabul edilen cerrahi endikasyon nedeni Cobb açısı 45 derece üzerinde olan primer eğriliktir. Erişkinlerde cerrahi olmayan tedavilerle düzelmeyen eğriliğe bağlı ağrı, fonksiyonel kapasite düşüklüğü ve artan semptomlara neden olan artan eğrilikler diğer cerrahi endikasyonlardır (86).

Cerrahi tedavinin amacı (7)

- 1) Eğriliğin artmasını önlemek,
- 2) 3 boyutlu olarak deformitenin kalıcı maksimum düzelmesini sağlamak,
- 3) Gövdenin dengelenmesi ile görünümün düzelmesini sağlamak,
- 4) Kısa ve uzun dönemde görülmesi beklenen komplikasyonları en aza indirmek.

Skolyoz gibi koronal plandaki deformitelerin düzeltilmesi için anterior, posterior ya da kombine yaklaşımlar uygulanabilmektedir. Eğriliklerin çoğunda tercih edilen cerrahi posterior enstrümantasyondur. Anterior enstrümantasyon genellikle izole torakolomber ve lomber eğriliklerde kullanılmaktadır (7). Anterior yaklaşım tipik olarak nötral vertebradan nötral vertebraya, skolyotik eğriliğin konveks kısmına segmental vidaların ve çubukların yerleştirilmesini içerir. Açık torakotomi ile uygulanan anterior enstrümantasyon akciğer fonksiyonları üzerine olumsuz etkiler gösterebilir (7). Ayrıca implant kırılması, psödoartroz ve cerrahi skar gibi istenmeyen olaylar da meydana gelebilir (87,88). Pediatrik nüfusta iskelet matürasyonu iyi değerlendirilmelidir. İskelet olarak immatür hastalarda yalnızca posterior yaklaşım beklenmedik anterior büyümeye neden olabilir. Daha az invaziv teknikler de geliştirilmiştir. Postoperatif ağrının ve cerrahi ile oluşan skarın azaltılmasında video assisted anterior torakoskopik teknik kullanılabilmektedir (89). Ancak bu cerrahinin öğrenilmesi çok uzun zaman alabilmekte, yakın hayati organlarda zedelenme ve tek akciğer ventilasyonu gereksinimi nedeni ile anestezi açısından da riskler taşıyabilmektedir. Bu metodun posterior enstrümantasyona üstünlüğü de gösterilememiştir (90). Torakoskopik olarak stapling de araştırılmakta olan tedavi metodudur. 10 yaş altı çocuklarda kullanımı ile öne çıkan ve ileri yaşlarda füzyon cerrahisi gereksinimini azaltma açısından ümit vaat eden bir tedavi metodudur (91,92).

Cerrahiden beklenenler ise hastanın operasyondan sağ salim ve nörolojik defisit gelişmeden çıkması, başka cerrahilere gerek duymaması, ağrısız normal fonksiyonlarını yapabilmesi, yapısının ve göğüs kafesinin normal şeklini alabilmesidir. En çok korkulan komplikasyonlar; nörolojik defisit, enfeksiyon, psödoartroz ve implant yetmezliğidir (93). Nörolojik komplikasyon oranı prosedürün kapsamına bağlı olarak %0,2 ila %1,8 arasında değişmekte olup çoğu komplikasyonlar geçicidir (94).

Komplikasyonlar; intraoperatif nöromonitörizasyon, anesteziist tarafından intraoperatif kan basıncının kontrolü, hemoglobin ve hematokrit değerlerinin intraoperatif ve postoperatif kontrolü ile minimuma indirilebilir (35). Yeterli postoperatif analjezi ve fizyoterapi ağrı, ileus ve trombotik olayları önlemeye yardımcı olur. Modern cerrahi tekniklerin gelişmesi ve implantlarla tekrarlayan cerrahi gereksinimi ve psödoartrit insidansı azalmıştır. Bildirilen orta dönem sonuçlara göre ortalama 5,7 yıllık bir postoperatif izlem sürecinde %4'ün biraz üzerinde bir revizyon oranı bulunmaktadır. Revizyonların %43'ü opere edilen segment bitişiğinde psödoartroz veya kifoz gelişimi, %34'ü enfeksiyon ve %15'i enstrümantasyonla ilişkili ağrı yüzünden gerekmiştir (95). Ancak değişmekte olan cerrahi tedavi ve tekniklerin uzun dönem etkileri tam olarak aydınlatılamamıştır.

2.7. Skolyoz Cerrahisinde Anestezi (98)

2.7.1. Anestezi öncesi değerlendirme

Skolyoz hastalarında dikkatli ve kapsamlı bir hikaye alınmalı, uygun fizik muayene yapılmalı ve gereken tetkikler istenmelidir (96,97). Tüm bunlar hem güvenli bir cerrahi hem de anestezi için gereklidir. Pulmoner, kardiyak, renal, hematolojik ve nörolojik fonksiyonlar preoperatif dönemde optimize edilmelidir. Enfeksiyon gibi geri döndürülebilir bozukluklar varsa operasyon öncesi tedavi edilmelidir. Anesteziist ve cerrah işbirliği içerisinde gerekli konsültasyonlar istenerek, fonksiyonlar iyileşene kadar operasyon ertelenmelidir. Allojenik kan transfüzyonundan kaçınmak için özellikle yüksek sayıda vertebranın opere edilmesi veya revizyon cerrahisi planlanıyorsa gerekli kan koruma stratejileri planlanmalı, operasyondan yeterli süreler öncesinden uygulamalar başlatılmalıdır.

Operasyon sonrası yoğun bakım takibi gerekebilecek hastalar belirlenerek gerekli hazırlıklar yapılmalıdır (96,98,99).

1) Havayolunun değerlendirilmesi

Üst torasik ya da servikal skolyozlarda havayolu güçlükleri beklenebilir. Özellikle boyunda hareket bozuklukları, skolyoz nedeni olan konjenital hastalıkla beraber görülen ağız ve çene anomalileri, makroglossi entübasyonda güçlüğe neden olabilir. Solunum kasları ve toraksın şekil bozuklukları varlığı entübasyon öncesi hastanın solutulmasında sıkıntılara neden olabilir. Beklenen entübasyon güçlüğünde uyanık entübasyon planlanmalı ve olası entübasyon başarısızlıkları için gerekli hazırlıklar yapılmalıdır. Traksiyon için kullanılan cihazlar da havayolunu güvence altına almayı zorlaştırabilir (96,98).

2) Solunum sistemi

Skolyozda lateral eğim ve vertebral rotasyon yanında yüksek derecelerde torasik lordoz toraksın genişleyebilme kabiliyetini kısıtlayabilir (100,101).

Göğüs kafesindeki bozukluk solunum kaslarının gücünü ve solunum sisteminin kompliyansını azaltarak solunum işini zorlaştırır (102).

Cerrahiye başvurmayı gerektirecek derecelerdeki skolyozlarda perioperatif kardiyak ve pulmoner komplikasyonların artmasına neden olacak progresif akciğer hastalığı gelişmiş olma ihtimali yüksektir (103,104). Solunum sistemi değerlendirilmesi sırasında ayrıca önceden var olan pulmoner hastalık, akciğer hasarı veya pnömoni ve skolyozun şiddetine göre incelemeler yapılmalıdır (105).

Vital kapasitenin beklenenin %35'inden az olması, konjenital kalp hastalıkları, sağ ventrikül yetersizliği, obezite, anterior torasik spinal cerrahi ve kan kaybının 30 ml/kg'dan fazla olması postoperatif mekanik ventilasyon gereksinimi ile ilişkili faktörlerdir (96). Rawlins ve ark. beklenen zorlu vital kapasitesi %40'ın altında olan spinal füzyon cerrahisi yapılan 32 hastada gelişen komplikasyonları incelemiştir (106). Çalışmadaki hastaların çoğunun konjenital skolyozu mevcut olup, altı hastada major pulmoner komplikasyon gelişmiş ve üç hastanın trakeostomi ihtiyacı olmuştur. Yazarlar azalmış zorlu vital kapasitenin tek başına cerrahi açısından kontraendikasyon oluşturmadığını ancak bu hastaların perioperatif bakımına multidisipliner bir şekilde yaklaşılması gerektiğini belirtmişlerdir.

Skolyoz ilerledikçe vital kapasite ve fonksiyonel rezidüel kapasite azalır ve solunum sayısında artış ve tidal volümde azalmayla karakterize restriktif pulmoner hastalık paterni ortaya çıkar. Eğriliğin derecesi ($>70^\circ$), yüksek derecelerde torasik lordoz, vertebral rotasyon ve solunum kaslarının gücünün azalması pulmoner fonksiyonu etkiler (100,101,107). Pulmoner şantlaşmadan dolayı arteriyel oksijen basıncında azalma daha da belirginleşir (96). 50 derecenin üzerindeki geniş eğriliklerde vital kapasite düşer, solunum sıkıntısı gelişebilir ancak ciddi kardiyopulmoner tehlike riski nadirdir (6,72,108,109).

Skolyoz genellikle total akciğer kapasitesinde azalmayla sonuçlanan restriktif tip akciğer hastalığının gelişmesiyle ilişkilidir. İnfantil ve juvenil skolyozlar akciğer hipoplazisi ile daha çok ilişkilidir çünkü torasik deformite akciğerin hızlı büyüme ve gelişme dönemlerinde ortaya çıkmaktadır (110). Adolesan skolyozlarda akciğerlerin büyüme ve gelişmesi skolyozun ortaya çıkmasından önce tamamlandığı için total akciğer kapasitesindeki azalma daha çok göğüs duvarının mekaniğindeki bozulmayı yansıtmaktadır (111). Uzun süren hipoinflasyon ve atelektaziler akciğer volümlerinde daha fazla azalmayla sonuçlanır. Azalmış total akciğer kapasitesi sıklıkla artmış rezidüel volümle ilişkilidir. Bu da ekshalasyona tamamen izin vermeyen ekspiratuar kasların disfonksiyonunu yansıtan çok yüksek rezidüel volüm/total akciğer kapasitesiyle sonuçlanır (111). Şiddetli restriktif defektlerde inspiratuar kapasitede azalma mevcuttur ve inefektif bir ventilasyon paterni vardır. Tidal volümün artışından ziyade solunum frekansında bir artma söz konusu olup sonuçta solunum iş yükü artmakta ve solunum kasları egzersize yanıt veremez hale gelmektedir. Aynı zamanda karbondioksit karşısı yanıt azalmıştır (107). Cobb açısı 100° olan hastalar kronik respiratuar yetmezlik ve pulmoner hipertansiyon riski altındadır. Pulmoner hipertansiyon kronik atelektazi, kronik hipoksemi ve kronik hiperkapninin ürünüdür (100,112).

3) Kardiyovasküler sistem

Skolyozda kardiyovasküler değişiklikler primer olarak mediasteninin yapısındaki değişikliğe ve sekonder olarak respiratuar sistemdeki değişikliklere bağlıdır. Torasik deformite nedeniyle kalp yer değiştirir veya sıkışır. Kardiyak dolum kısıtlanır ve kardiyak outputtaki herhangi bir artışı kısıtlar ve bu durum

egzersiz sırasında yeterli strok volüm artışına izin vermeyebilir (111). Deformitenin artması ile normal dolum ve istirahatte de kardiyak output bozulabilir, kardiyak rezervler daha da sınırlanır. Bu hastalarda majör cerrahinin hemodinamik etkileri tolere edilemeyebilir. Kronik respiratuar yetersizlik ve bunun kardiyak etkileri de eklendiğinde cerrahide ciddi hemodinamik bozukluklar kaçınılmazdır (113,114). Skolyoz hastalarında pulmoner hipertansiyon ve kalp yetmezliği gelişmesi baskı altında kalan akciğer bölgelerinde alveollerin küçülmesi, kan akışının yüksek rezistanslı ekstra alveoler damarlara akması ve artmış iş yüküne bağlı gelişir (115). Pulmoner hipertansiyon ve kalp yetmezliği geliştiği düşünülen olgularda daha ayrıntılı değerlendirme yapılmadan operasyon planlanmamalıdır (113). İdiopatik skolyozlu hastalarda mitral valv prolapsus insidansı da yüksek bulunmuştur (%25'e kadar) (116).

2.7.2. Skolyozda anestezi yöntemi

Hastanın genel durumu, yandaş hastalıkları ve cerrahinin özellikleri dikkate alınarak uygun anestezi yöntemi seçilebilir. Kısa segmentleri içeren lomber vertebra cerrahilerinde, nöroaksiyel anestezi teknikleri kullanılmıştır (117,118,119). Ancak çoğunlukla 8-10 segmenti içeren skolyoz cerrahisi gibi major cerrahilerde rejyonel yöntemler genellikle sadece genel anesteziye ek olarak kullanılmaktadır. Torasik epidural analjezi ve genel anestezi kombinasyonu genellikle yüksek riskli hastalarda tercih edilir ve operatif sonuçlara olumlu etkileri gösterilmiştir (120). Skolyoz cerrahisinde indüksiyon ve idamede kullanılan ilaçlar bazı riskler taşımaktadır. Örneğin sevofluran anestezisi ile postoperatif deliryum ve ajitasyonun yüksek oranlarda görüldüğü rapor edilmiştir (121,122). Cerrahi sırasında nöromonitörizasyon uygulaması anestezi yöntemi açısından belirleyici olabilir. Bu durumda inhalasyon anestezikleri genellikle tercih edilmez (123). Kan kaybı dikkatli bir şekilde takip edilmelidir. Tüm hastalarda etkili bir sıvı ısıtıcısıyla geniş intravenöz erişim ve arteriyel monitörizasyon gerekmektedir. İnotrop/vazopressör ihtiyacı olabilecek, kombine prosedür uygulanacak ve periferik venöz erişimin güç olduğu hastalarda santral venöz kateterizasyon endikasyonu vardır. Pron pozisyonda santral venöz basınç kardiyak dolumu tam olarak yansıtmayabilir (124). Kardiyak defekti olan hastalarda volüm durumunu

değerlendirmede transözefageal eko kardiyografi daha faydalı olabilir (125). Pron pozisyonda yüksek abdominal basınç epidural venöz basınçta ve venöz kanamada artmaya neden olduğundan intraabdominal basınç minimize edilmelidir.

2.7.3. Skolyoz cerrahisi sırasındaki komplikasyonlar ve anesteziye olan etkileri

Skolyozda da diğer geniş cerrahilerde olduğu gibi vücut ısısının muhafaza edilmesi ve pozisyona bağlı kompresyon nöropatileri gibi problemleri kapsayan komplikasyonlar sıktır. Perioperatif hipotermiyi önlemek için aktif ısınma önlemleri anestezi indüksiyonu öncesi başlanmalı ve operasyon boyunca devam ettirilmelidir. Hipotermi önlenmediği takdirde platelet fonksiyonlarında bozulmaya bağlı olarak koagulopati, immun sistemin bozulmasına bağlı olarak yara yeri enfeksiyonlarında artış, kutanöz kan akımında ve ilaç metabolizmasında azalma meydana gelebilir. Ayrıca hipotermi periferik sinirlerde iletim hızını azaltır ve uyanık ve anestezi altındaki hastalarda sinaptik gecikmeyi artırır (126). Hastaya pron pozisyon verilmesi bir ekip sorumluluğudur. Kollar 90°'den fazla abduksiyona ve ileri doğru fleksiyona getirilmemelidir. Aksillanın ve dirsekte ulnar sinirlerin ve uyluğun üst kısmında lateral kutanöz sinirlerin sıkışmadığına dikkat edilmelidir. Doğru pozisyon karnın serbest hareket etmesine ve yeterli ventilasyonun sağlanmasına imkan vermeli, kanamayı arttırabilecek venöz basınç artışlarını önlemelidir (127). Cilt kesisinden hasta uyanıncaya kadar sürekli devam eden nöromonitörizasyon ve kan koruma tekniklerinin yaygın kullanımı ile skolyoz cerrahisi eskisinden daha güvenilir bir hale gelmiştir.

Nörolojik hasar

Skolyoz cerrahisinin en korkulan komplikasyonlarından biri paralizidir (128,129). Konjenital kifoz, nörofibromatozis, iskelet displazileri ve enfeksiyon sonrası gelişen skolyoz cerrahileri yüksek nörolojik risk taşır (130,131).

En sık karşılaşılan durum iskemik hasar olup, iskemik hasara karşı en savunmasız alanlar anterior spinal arter tarafından beslenen alanlardır. Skolyoz cerrahisinde spinal kord fonksiyonlarının değerlendirilmesi ve nörolojik hasar riskini azaltmak için devamlı nöromonitörizasyon teknikleri kullanılmaktadır (132). Buna rağmen bazen hastalar erken postoperatif dönemde nörolojik olarak

normal iken 48 saat içerisinde spinal kord iskemisine bağı paraliz gelişebilmektedir (133).

Hava embolisi

Pron pozisyonda opere edilen hastalarda aniden kardiyovasküler kollaps gelişirse hava embolisinden şüphelenilmelidir (134,135). Yağ embolisi de skolyoz cerrahisinin nadir bir komplikasyonu olarak bildirilmiştir (136).

Görme kaybı

Pron pozisyonda gözler düzenli aralarla kontrol edilmeli ve gözlere bası engellenmelidir. Pron pozisyon, operasyon süresi ve düşük arteriyel tansiyonla bağlantılı olarak, intraokuler basınçta artış, retina perfüzyon basıncında azalma ile optik sinir iskemisine neden olabilir (137).

2.8. Postoperatif Dönem

2.8.1. Ağrı kontrolü

Postoperatif ağrı tedavisi skolyoz cerrahisinde kritik bir öneme sahiptir. Ağrıya bağı olarak hastalar efektif soluyamaz, atelektazi ve pulmoner kollaps riski artar. Skolyoz cerrahisini takiben etkili ağrı kontrolü ve aktif rehabilitasyon programı multimodal bir ağrı yönetim stratejisi gerektirmektedir. Spinal ve sistemik opioidler, rejyonel anestezi teknikleri ve NSAID'ler ağrı tedavisinin major komponentleridir.

Skolyoz cerrahisinde intratekal morfinin intraoperatif kanamayı azalttığı ve tek başına sistemik morfin uygulamasından daha iyi postoperatif analjezi sağladığı gösterilmiştir (138). Bu rejime hasta kontrollü analjezi de eklenebilir. Tek başına opioid kullanımı aşırı sedasyon, bulantı, kusma ve ileus ile sonuçlanabilir ve hareket sırasında da ağrıyı hafifletmez. Posterior spinal cerrahi için cerrahi olarak yerleştirilen epidural kateterler kullanılabilir (139,140). Anterior düzeltmeler için paravertebral boşluğa kateter yerleştirilebilir ve kateterden devamlı lokal anestetik infüzyonu verilebilir. Bazı hastalarda bu yöntem çok etkili analjezi sağlamakla birlikte, bazı hastalarda ise cerrahin epidural veya paravertebral boşluğa müdahalesi nedeniyle yamalı bloklar olabilmektedir (141). Skolyoz cerrahisinde NSAID'lerin kullanımı tartışmalıdır.

NSAID'ler de ağrıyı gidermede etkilidir ve opioid ihtiyacını azaltırlar (142). Ratlarda yapılan bir çalışmada yüksek doz indometazin kemik füzyonunu olumsuz etkilediği gösterilmiştir (143). Enstrümanlı lomber spinal füzyon cerrahisi uygulanan 288 hastanın retrospektif olarak değerlendirildiği bir çalışmada analjezi için ketorolak verilen grupta başarısız füzyon sayısı anlamlı derecede yüksek bulunmuş ve başarısızlık oranı dozla ilişkilendirilmiştir (144). Ketorolak ağrısı opioidlerle kontrol altına alınamayan hastalara verilmiş ve belki de ağrının başarısız füzyonun bir göstergesi olabileceği de vurgulanmıştır. COX-2 spesifik NSAID'ler benzer analjezik etki gösterirler ve parenteral formu olan parekoksib bulunmaktadır (145). COX-2 spesifik NSAID'ler platelet fonksiyonlarını etkilemezler. Spinal füzyon cerrahisi sonrası dren gelenleri fazla olan hastalarda COX-2 spesifik NSAID'ler mantıklı bir seçim olabilir ancak çocuklar ile ilgili yeterli çalışma bulunmamakta olup çocuklar için kullanım lisansı da henüz yoktur.

Teorik görüşler ve hayvan çalışmaları ketaminin etkili olabileceğini belirtse de postoperatif analjezi rejimi olarak klinik çalışmalarda karışık sonuçlar mevcuttur (146). Morfine dirençli ağrı tedavisinde düşük doz ketaminin oldukça etkili olduğu gösterilmiştir (147).

Başka çalışmalarda abdominal cerrahi için hasta kontrollü analjeziye rutin olarak eklendiğinde ketaminin etkili olmadığı gösterilmiştir (148,149).

2.8.2. Sıvı yönetimi ile ilgili problemler

Postoperatif dönemde saatlik idrar çıkışının takibi ve kayıpların yerine konması ile dikkatli bir sıvı yönetimi gerekli olmaktadır. İleus genellikle kaçınılmazdır ama nitroz oksit kullanımından kaçınılarak ve multimodal bir analjezik rejimi kullanılarak bu durum minimize edilebilir. Postoperatif period oligüriye katkıda bulunan yüksek ADH seviyeleri ile ilişkili olabilir (150). Yüksek ADH düzeylerine karşı hipotonik sıvı replasmanı hiponatremiye ve hipoosmolaliteye yol açacaktır (151). Oligüriyi düzeltmek için sıvı replasmanından önce hastanın volüm durumu değerlendirilmelidir. Perioperatif dönemde aşırı volüm yükünden ise kaçınılmalıdır (152).

2.8.3. Respiratuar komplikasyonlar

Skolyoz cerrahisi sonrası respiratuar sistem ile ilgili komplikasyon oranı %7'dir. Pulmoner komplikasyonlar girişim sonrası mortalite ve morbiditenin en önemli sebebi olup, idiopatik olmayan skolyozlularda insidans idiopatik skolyozlulardan 5 kat daha fazladır (98).

Preoperatif pulmoner fonksiyonların durumu postoperatif pulmoner fonksiyonların öngörülmesinde faydalı olabilir. Ameliyat öncesinde solunum problemi olan hastalarda; postoperatif vital kapasitenin azalması, öksürememe, periyodik ve derin solunum yapamama gibi sorunlar gözlenebilir. En ciddi postoperatif solunum problemi hastanın mekanik ventilatörden ayrılmasını ve ekstübe edilmesini engelleyen solunum yetmezliğidir. Bu risk spinal cerrahi geçirecek bütün hastalar için mevcut olmakla birlikte nöromusküler skolyozu olan hastalarda daha fazladır. Cerrahiyi takiben atelektazi ve respiratuar fonksiyonlarda bozulma sık karşılaşılan bir durum olup sık fizyoterapi ve erken mobilizasyonu sağlamak için etkin postoperatif analjezi sağlanmalıdır. Skolyoz cerrahisinde hastalar kısa bir zaman içinde kristalloid, kolloid ve kan ürünlerini içeren masif sıvı replasmanına maruz kalabilirler. Bu durum vücuttaki hidrostatik ve ozmotik basınç değişikliklerine bağlı plevral effüzyon ve akciğer ödeme neden olabilir (111). Posttorakotominin olağan komplikasyonları olan hava kaçağı, hemotoraks ve inatçı göğüs ağrısı ile birlikte şilotoraks da daha nadir olarak anterior cerrahi sonrası bildirilmiştir (153). Zhang ve ark. anterior yaklaşımdaki postoperatif pulmoner komplikasyon oranlarını posterior yaklaşıma göre 18 kat artmış olarak bulmuştur (154).

Epidural kataterden verilecek lokal anestezi intraoperatif monitörizasyona ve postoperatif nörolojik muayeneye etki eder mi?

Skolyoz cerrahisinde epidural analjezide Bupivakainin %0,25 konsantrasyonunun üzerinde kullanılması ile spinal SSEP ölçümlerinin bozulduğu, bupivakainin konsantrasyonunun artmasına paralel olarak, uyarılmış potansiyellerin amplitüdünün etkilendiği gösterilmiştir (155). Ancak Sundarathiti P'nin skolyoz cerrahisi geçiren hastalarda yaptığı çalışmasında epidural olarak infüzyonla uygulanan %0,125-0,2 konsantrasyonlarda levobupivakainin SSEP'lerde herhangi değişikliğe neden olmadığı rapor edilmiştir (156).

Skolyoz cerrahisinde epidural anestezide başarısızlık oranları anatomide meydana gelen değişiklikler nedeni ile artabilir. Skolyoz cerrahisinde epidural teknik düşünülürse epidural uygulamaya bağlı artması beklenen komplikasyonları ve başarısızlık oranlarını azaltmak için uygulamanın deneyimli bir kişi tarafından gerçekleştirilmesi, epidural kateter yerleştirilmesi ve blok işlemlerinin hasta uyanırken yapılması gibi önlemler önerilmiştir (157). Oluşabilecek nörolojik komplikasyonların motor blokla maskelenmemesi için de düşük konsantrasyonlarda ilaç önerilmektedir.

2.9. Skolyoz Cerrahisi Ve Kanama Riski

2.9.1. Cerrahi faktörler

Skolyoz cerrahisinde ekspozur, enstrümantasyon ve füzyon için ciddi yumuşak doku diseksiyonu gerekir. Cerrahi olarak açılan alanın geniş olması, cerrahinin zorluğu ve uzunluğu ayrıca genellikle hastaların pron pozisyonda olmaları ciddi kan kaybına neden olabilmektedir (9,10,11,12,13,14).

2.9.2. Trombosit ve koagülasyon faktörlerinin rolü

Spinal füzyon ve enstrümantasyon cerrahisi sırasında cerrahi ve cerrahi ile ilgili özelliklerin yanı sıra, kaybedilen fazla miktarda kanın sıvı ile replasmanı ile koagülasyon faktörlerinin ve trombositlerin dilüsyonu görülebilir (158). Masif transfüzyon uygulanan hastalarda koagülasyon faktörlerinin ve trombositlerin dilüsyonunun kanamayı daha da arttırabileceği gösterilmiştir (159,160). İdiopatik skolyoz hastalarında ayrıca temelde bir koagülasyon defekti olabileceği de rapor edilmiştir (161,162). Kemik doku plasminojen aktivatörü ve ürokinaz kaynağı olduğundan artan kanamanın etyolojilerinden biri de fibrinolitik sistemin aktivasyonu ve fibrinoliz olabilir (163). Tüm bu mekanizmalara ek olarak hepatik disfonksiyon veya antikoagulan tedaviden kaynaklı bir preoperatif koagülopati de hastayı kan kaybına yatkın hale getirebilir.

2.9.3. Kan kaybı miktarları ve masif hemoraji

Spinal füzyon ve enstrümantasyon cerrahisi sırasında beklenmeyen masif hemorajiler de rapor edilmektedir (164,165). Hastalar perioperatif dönemde tahmini total kan volümlerine yakın kan kaybına maruz kalabilirler ve skolyoz cerrahisinde genellikle 1- 8 ünite kan transfüzyonu gerekebilir (14,166,167).

2.9.4. Perioperatif testler

Perioperatif dönemde yapılan koagülasyon testleri hangi hastaların ciddi derecede kanama riski altında olduklarını belirlemek ve transfüzyon ihtiyacına yol göstermede yardımcı olabilir (168). Major spinal cerrahi sırasında kan kaybı ve transfüzyon riski yüksek hastaların belirlenmesi için koagülasyon parametrelerinin faydası ve farklı koagülasyon testlerinin sensitivite, spesifite ve doğruluğunu tespit etmeye yönelik çalışmalar yapılmıştır (169,170,171,172,173).

2.9.5. Kanamayı arttıran diğer faktörler

Spinal füzyon cerrahisinde kanamayı arttırıcı faktörlerin veya fazla kan kaybı beklenmesini gerektirecek durumların belirlenmesi için birçok çalışma yapılmıştır (9,10,11,12,13,14). Bu çalışmalarda yaş, cinsiyet, ırk, yandaş hastalıklar, otolog kan transfüzyonları, cerrahi yaklaşım, vakanın primer veya revizyon cerrahisi olması, füzyon yapılan seviye sayısı, ameliyatın yapıldığı hastanenin iş yükü ve özellikleri ile ilgili diğer bazı faktörler allojenik kan transfüzyonunu etkileyen faktörler olarak açıklanmıştır. Füzyon yapılan seviyelere, kilo ve % kan volümüne göre kan kaybını tarif eden çeşitli çalışmalar bulunmaktadır (174,175).

1. Skolyoz tipi ve füzyon seviyesi: 2004 yılında Shapiro ve Sethna pediatrik spinal cerrahide yayınları gözden geçirerek skolyoz tiplerine dayanan bir EBL (estimated blood loss= beklenen kan kaybı) değerleri yayınlamışlardır (164). Bu çalışmaya göre AIS'li hastalarda kan kaybını füzyon başına 65-150 ml, spastik nöromusküler hastalarda 100-190 ml ve paralitik nöromusküler hastalarda 200-280 ml olarak bulmuşlardır. Diğer bir çalışmada AIS'de yirmidört saatlik kan kaybı yaklaşık olarak füzyon yapılan segment başına 200 ml olarak hesaplanmıştır (176). Nöromusküler hastalığı olanlarda operasyon süreleri genellikle daha uzun olup füzyon yapılan segment seviyesi de daha fazladır. Bu hastalarda subklinik

koagülopati olabilmesi, kemiklerinin daha fazla osteopenik olması ameliyatı uzatan ve daha fazla sublaminar telleme gerektiren, kanama miktarını arttırıcı faktörler olarak değerlendirilmektedir (177).

M.E. Thompson ve arkadaşları yaptıkları retrospektif çalışmada en çok kan kaybı görülen hastaların %10'unda 12 ve daha üzeri seviyede füzyon yapıldığını tespit ettiler. Bu çalışmaya göre 12 ve daha üzeri seviyede füzyon yapılacak hastalarda kan koruyucu tedbirlerin alınması önerilmekte ve hastalara erken dönemde müdahale edilmesi gerektiği vurgulanmaktadır (175).

Yoshihara ve Yoneoka pediatrik çağda idiopatik skolyoz için spinal füzyon yapılan hastalarda allojenik kan transfüzyonu gereksinimini belirleyici faktörleri tespit etmek için yaptıkları çalışmada hasta karakteristiklerini, cerrahi faktörleri ve hastane özelliklerini incelemişlerdir (8). Bu çalışmada otolog kan transfüzyonu yapılması, ağırlık kaybı ve anemi pediatrik idiopatik skolyoz cerrahisinde ALBT (allogenik blood transfusion=allojenik kan transfüzyonu) yapılmasını etkilemeyen faktörler olarak rapor edilmiştir. Ancak cerrahi yaklaşım yeri ve füzyon yapılan vertebra sayısının idiopatik skolyoz için spinal füzyon yapılan pediatrik hastalarda allojenik kan transfüzyonu yapılması göreceli riskini anlamlı derecede arttırdığını rapor etmişlerdir. Yoshihara ve Yoneoka'nın çalışmasında 9 ve üzerinde seviyede füzyon yapılan hastalarda allojenik kan transfüzyonu ihtimalinin 4-8 seviyede füzyon yapılanlara göre anlamlı olarak daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Füzyon yapılan seviye arttıkça kanama riskinin ve allojenik kan transfüzyonu yapılma ihtimalinin arttığını gösteren başka çalışmalar da mevcuttur (9,10,12,14).

2. Komorbiditeler: Yoshihara ve Yoneoka'nın çalışmasında ayrıca yüksek Elixhauser Comorbidity skoru, dört ve üstünde komorbiditesi olan hastalarda allojenik kan transfüzyonu yapılma ihtimalinin 4 kat arttığı tespit edilmiştir (8). Kan transfüzyonu ihtiyacının komorbidite varlığı ile arttığını gösteren başka çalışmalar da mevcuttur. Torres-Claramunt ve arkadaşlarının çalışmasında (13) dejeneratif omurga hastalıkları elektif cerrahisinde ASA skoru 3 ve daha fazla olan hastalarda ASA skoru 3'ün altında olanlara göre kan transfüzyonu riskinin yaklaşık 18 kat arttığı rapor edilmiştir. Bu hastalarda transfüzyonun artmasına neden olan başlıca komorbiditelerin kronik akciğer hastalıkları, anemi ve sıvı elektrolit bozuklukları olduğu belirtilmektedir.

3. Cerrahinin yeri: Kanama ve kan transfüzyonu ihtimalini etkileyen faktörlerden bir tanesi de cerrahinin yeridir. Posterior yaklaşımda oldukça fazla kanlanan paraspinal kaslar arasında geniş bir cerrahi ekspozur yapıldığı için posterior yaklaşım veya posterior ve anterior yaklaşımın birlikte uygulanması sadece anterior yaklaşıma göre allojenik kan transfüzyonu yapılma ihtimalini daha fazla arttırmaktadır (8).

4. Cerrahi süre: Cerrahi süre de allojenik kan transfüzyonu ihtimalini arttırdığı gösterilen faktörlerden bir tanesidir. Bowen ve arkadaşları (178) pediatrik idiopatik skolyoz vakalarında cerrahi süresi 6 saati geçenlerde transfüzyon riskinin 2 kat daha fazla olduğunu göstermişlerdir. Otolog kan transfüzyonunun allojenik kan transfüzyonu yapılma riskine olan etkilerini inceleyen çalışmalar da yapılmıştır (8,34).

5. Kan koruma stratejileri: Aşırı kanama riski tahmin edilebilirse, hedefe yönelik preoperatif testlere ve intraoperatif kan koruma stratejisi hazırlığına yol gösterici olabilir. İntraoperatif kan koruma stratejilerinden hangisinin seçileceği merkezler arasında farklılık göstermektedir (179,180). Allojenik kan kullanımını azaltma akut normovolemik hemodilüsyon ve intraoperatif cell saver kullanımı ile mümkün olabilir (181). Hipotansif anestezinin spinal cerrahide kan kaybını %58'e kadar etkin ve güvenilir bir şekilde azalttığı bulunmuştur (182,183). Ama aynı zamanda spinal kord perfüzyon basıncında azalma sebebiyle nörolojik defisit riskinde de artış olabilir (130,131).

Antifibrinolitiklerin skolyoz cerrahisinde özellikle nöromusküler hastalığı olan hastalarda kan kaybını azalttığı gösterilmiştir (31,184,185,186).

Major elektif cerrahi için otolog kan transfüzyonu ile hazırlanan hastaların ancak %85'inde başarı ile allojenik kan transfüzyonundan kaçınılabilmektedir. Otolog kan transfüzyonunun kan transfüzyonu ihtiyacını azalttığını gösteren çalışmalar yanında bunun tersini gösteren çalışmalar da mevcuttur (8,34). Bu çalışmalarda otolog transfüzyon ile cerrahiye hazırlanan hastaların genellikle revizyon cerrahisi ve anterior ve posterior cerrahi planlanan, zaten transfüzyon için daha riskli hasta grubu olduğu belirtilmektedir. Hastaların otolog kan transfüzyonu için hazırlanması ve uygulanmasının allojenik kan transfüzyonu

oranlarını düşürmemesinin otolog kan transfüzyonu hazırlığı yapılan grubun kan transfüzyonu için yüksek riskli grup olmasına bağlı olabileceği vurgulanmaktadır.

Benzer şekilde allojenik kan transfüzyonu oranlarını düşürmesi beklenen bir diğer strateji olan ‘Cell Saver’ kullanımı ile ilgili çelişkili sonuçlar bulunmaktadır. Owens ve arkadaşları (187) 2013 yılında yaptıkları bir çalışmada ‘Cell Saver’ transfüzyonunun lomber spinal cerrahide hem intraoperatif, hem de postoperatif ALBT ihtiyacını azaltmada etkisiz kaldığını, Weis ve arkadaşları da AIS için spinal füzyon yapılan hastalarda ‘Cell Saver’ kullanımının diğer transfüzyon ihtiyaçlarını azaltmada etkisiz kaldığını göstermişlerdir (33). Ancak AIS’de posterior spinal füzyon ve segmental enstrümantasyon yapılan hastalarda ‘Cell Saver’ kullanımının ALBT ihtiyacını azalttığını gösteren çalışmalar da mevcuttur (178,188). Anand ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada otolog kan transfüzyonunun 3 aşaması da kullanılmıştır. Bu çalışmada hastalarda hem preoperatif hazırlanmış otolog kan transfüzyonu yapılmış, hem intraoperatif kan kayıpları ‘Cell Saver’ ile toplanarak yeniden kullanılmış, hem de operasyon alanında postoperatif dönemde toplanan kanlar hastalara tekrar verilmiştir. Ayrıca bu çalışmada kan transfüzyonu ihtiyacını azaltmaya yönelik önemli hemostaz tedbirleri alınarak hipotansif anestezi teknikleri de kullanılmıştır. Tüm bu çalışmalar sonucunda; spinal cerrahide otolog kan transfüzyonu tekniklerine ek olarak periopertaif dönemde ALBT ihtiyacını azaltmaya yönelik ciddi önlemler alınırsa başarılı olunabileceği, ancak otolog kan transfüzyonu hazırlandı veya ne de olsa ‘Cell Saver’ kullanılıyor mantığı ile ALBT önlemeye yönelik anestetik ve cerrahi tekniklerde gevşeme yapılırsa, transfüzyonları azaltma amacı gerçekleşmeyeceği söylenebilir.

2.10. Allojenik Kan Ürünlerinin Zararları

Allojenik kan ürünleri başlıca etiketlemede meydana gelen hatalar nedeni ile ortaya çıkabilen ABO uyumsuzluğu, allerji gelişmesi, sensitizasyon, GVHD, alloimmunizasyon gibi immünolojik/hematolojik reaksiyonlar ve hastalık bulaşı, cerrahi alanda enfeksiyon artışı gibi diğer çeşitli riskler taşımaktadır (189).

Kan ürünleri transfüzyonu ile insan bağışıklık yetmezlik virüsü ve hepatit C virüsü gibi iyi bilinen mikroorganizmalar yanında daha nadir ve keşfedilmemiş mikroorganizmaların bulaşma riski devam etmektedir (22,190,191).

Kanın güvenliğinin sorgulanmaya başlanması ve gerekli önlemlerin alınması ile kan yolu ile virüslerin geçişinde büyük aşamalar kaydedilmesine rağmen bunların geçişini sıfıra indirmek bugünkü şartlarda imkansız görünmektedir.

Tablo 2.2. Transfüzyon riskleri ve görülme sıklıkları (192).

Hepatit B	1/5,800-1/150,000 Ü
Hepatit C	1/872,000 Ü
HIV	1/1,4-2,4 milyon
HTLV	1/1,5 milyon
TTV	%52
Batı Nil virüs	1/1,4 milyon
Sitomegalovirus bulaşı	%7
Epstein-Barr virüs bulaşı	%0,5
TRALI	1/5,000-10,000
ABO-Rh uyumsuzluğu	1/6,000-20,000
Ölüm	1/100,000-500,000
Geç hemolitik reaksiyonlar	1/2,500
Alloimmünizasyon (PLTs ve WBCs)	1/10
Alloimmünizasyon (RBCs)	%1
Allerjik reaksiyonlar	%1- %4
Febril reaksiyonlar	%0,1- %1
GVHD	1/400-1/10,000
Sıvı yüklenmesi	%10- %40
Eritropoezin baskılanması	Universal

HIV : İnsan Bağışıklık Yetmezlik Virüsü
HTLV : İnsan T-Hücreli Lösemi/Lenfoma Virüsü
TTV : Transfüzyonla Geçen Virüs
TRALI : Transfüzyonla İlişkili Akut Akciğer Hasarı
PLTs : Plateletler
WBCs : Lökositler
RBCs : Eritrositler
GVHD : Graft Versus Host Hastalığı

Allojenik kan transfüzyonunun klinik ve hayvan çalışmalarında postoperatif bakteriyel enfeksiyon riskini arttıran bağımsız bir risk faktörü olduğu gösterilmiştir. Spinal füzyon cerrahisi geçiren 109 hastada yapılan klinik ve immünolojik bir çalışmada kan transfüzyonu yapılan hastalarda hastane kökenli enfeksiyon oranının %4'ten %20'ye çıktığı gösterilmiştir. Aynı çalışmada postoperatif natural killer (NK) hücrelerinin ise -174'den -42/ μ L'ye düştüğü gösterilmiştir (193). Bu çalışmada allojenik kan transfüzyonunun hastane içi bakteriyel enfeksiyon için bir risk faktörü olduğuna dair önemli veriler elde edildiği sonucu çıkarılmıştır.

Transfüzyonla ilişkili 'Graft Versus Host Disease' (TR-GVHD) hastalığı nadir, ancak ölümcül bir hastalıktır ve immüno kompotent donör lenfositlerinin alıcıya geçişi nedeni ile gerçekleşir (194,195,196). Işınlanmamış hücre komponentleri sorumludur. Alıcıda, vericide olmayan doku antijenleri olmalıdır ve alıcı, verici hücreleri yok edecek yeterli cevabı oluşturamamalıdır, yani bu hastalığın gelişmesinde konağın, donörün hücresel elementlerine karşı immün cevap oluşturamaması önemlidir. Donörün T hücreleri alıcıdaki hücrelerde genetik olarak tanımlanmış HLA proteinlerine cevap oluşturur. GVHD genellikle bağışıklığı baskılanmış hastalarda meydana gelirken, eğer donör ve alıcıda ortak HLA antijenleri varsa normal hastalarda da görülebilir. Bu durum özellikle verici akraba ise ortaya çıkabilmektedir. TR- GVHD hastalığı genellikle klinik olarak viral bir enfeksiyon ve ilaç allerjisi gibi ortaya çıkar ve immünsüpresif tedaviye yanıt vermez.

Masif transfüzyonla hipomagnezemi, hipokloremi, hiperkalemi, pıhtılaşma faktörlerinin dilüsyonu ve hipotermi gibi metabolik bozukluklar da ortaya çıkabilir (197,198).

Eritrosit transfüzyonu özellikle kanla gelen sitokinler, lipitler ve diğer biyoaktif maddeler ve allojenik lökositler nedeni ile transfüzyonla indüklenen immünomodülasyona (TRIM) neden olabilir (199,200).

Lökosit azaltılması tekniğinin kullanılması ile mortalite oranları azaltılırken ciddi nazokomial enfeksiyon oranlarında değişiklik elde edilememiştir (201).

Eritrositlerin depolanması ile ilgili problemler de transfüzyon komplikasyonlarına neden olabilir. Eritrositlerin depolanması eritrositlerin şekil

değiştirme kabiliyetlerini bozarak, vasküler endotele adezyonlarına neden olabilmektedirler (202). Bu durumda da mikrovasküler akım bozularak oksijen taşınması da olumsuz yönde etkilenmektedir. Yakın zamanda Koch ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada 2 haftadan uzun süre depolanmış eritrosit verilen kardiyak cerrahi hastalarında hastane içi mortalite ve postoperatif komplikasyonların arttığı gösterilmiştir (203).

2.11. Skolyoz Cerrahisinde Allojenik Kan Ürünlerinin Kullanımının Araştırılmasının Önemi

Kan ürünlerinin kullanımı ehil ellerde çok değerli ve hayat kurtarıcı olabilir ve oldukça güvenlidir. Ancak kan ürünlerinin hazırlanma ve transfüzyon zincirinde oluşabilecek birçok zayıf halka tecrübeli bir klinisyenin kan ürünleri kullanımında çeşitli çekinceler hissetmesine neden olmaktadır. İntraoperatif dönemde kan nakli kararı vermek oldukça önemli ancak birçok faktörün bir arada değerlendirilmesi ve kâr - zarar hesabının özenle yapılması gereken bir konudur. Kan veren nüfusun kan kullanan nüfusa oranının giderek azalması nedeni ile kaynak bulmada giderek artan zorluk beklenmektedir (204). Günümüzde doğada kaynağı giderek azalan bu değerli tedavi metodunun kullanımının aslında daha önceleri sanıldığı kadar hayat kurtarıcı olmadığına dair giderek artan kanıta dayalı veri elde edilmektedir. Bu nedenle kan transfüzyonu kararı verirken günümüzde eskisi kadar kolay ve çabuk karar vermek oldukça zordur. Bugün, *'transfüzyona rağmen' meydana geldiği sanılan birçok ölümün gerçekte 'transfüzyona bağlı' gerçekleşmiş olduğuna dair kuşklar devam etmektedir* (16). Allojenik kan transfüzyonunun cerrahi hastalarda postoperatif sonuçları olumsuz yönde etkilediğini gösteren birçok çalışma vardır.

Skolyoz cerrahisi için yapılan spinal enstrümantasyon ve füzyon, perioperatif kan kaybına neden olarak hastayı allojenik kan transfüzyonunun riskleri ile karşı karşıya getiren zor ve uzun bir cerrahidir. Diğer majör cerrahilerde olduğu gibi skolyoz gibi majör ortopedik girişimlerde de allojenik kan ürünlerinin kullanımının azaltılmaya çalışılması tavsiye edilebilir (205,206,207).

Son yıllarda perioperatif kan kullanımı ile ilgili gelişmeler sonucunda özellikle gelişmiş ülkelerde perioperatif kan ürünlerinin kullanımının azaltılması yönünde programlar oluşturulması ile sonuçlanmıştır (208,209).

Hasta kan yönetimi programı, uluslararası alanda tanıtılarak perioperatif intraoperatif ve postoperatif dönemleri kapsayan hastanın kendi kan kaynağını arttıran, kan kaybını önleyici önemli tedbir ve yöntemler benimsetilmeye çalışılmaktadır (210). Kan kullanımı konusunda özellikle özelliikli cerrahilerde değişik merkezlerdeki değişik uygulamaların açıklanması yeni yöntemler geliştirilmesine ışık tutma potansiyeli taşımaktadır. Biz de bu nedenle kendi uygulamalarımızı, alışkanlıklarımızı ve bunun etkilerini görmek istedik ve 5 yıl gibi uzun bir dönemi kapsayan bu çalışmamızı planladık. Son yıllardaki gelişmelerle bu amaçla kullanılabilecek seçenekler artmaktadır. Ancak bu planlama hastanın ameliyat edilme kararı ile preoperatif dönemde başlatılmalıdır. İntraoperatif ve postoperatif dönemde kan kaybını azaltıcı yöntem, araç ve seçenekler dikkatle değerlendirilerek seçilmeli ve kullanılmalıdır (211,212,213).

Bu ilaç, alet, yöntem ve seçeneklerin getireceği faydalar ve olası etkiler ve birbirlerine üstünlükleri yeni araştırmaların konusu olmaktadır. Skolyoz cerrahisinde net ve delile dayalı veriler halen oldukça yetersizdir. Bu nedenle kan kullanımı ile ilgili seçeneklerin iyi bilinmesi, yeni ve yeni geliştirilen ajanların sürdürülmekte olan araştırmaların iyi takip edilmesi gerekmektedir. Tabii ki bu seçeneklerin kâr - zarar tahlili de iyi yapılmalıdır.

3. GEREÇ ve YÖNTEM

Çalışmamızda 01.01.2009 ile 31.12.2014 yılları arasında Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği'nde Skolyoz tanısıyla posterior spinal enstrümantasyon ve füzyon veya revizyon cerrahisi uygulanan 202 hastanın verileri değerlendirilmiştir. Öncelikle bu tarihlerde Skolyoz tanısı ile opere olan 207 hasta belirlenmiş ancak dosyalarına ulaşamayan 5 hasta çalışma dışı bırakılmıştır. Kayıtlarına ulaşılan hastalardan hiçbirisi çalışma dışı bırakılmamıştır.

Üniversitemiz Etik Kurulundan ve Hastanemiz Başhekimliği Arşiv Biriminden onay alındıktan sonra hasta verileri retrospektif olarak incelenmiştir. Çalışmada kullanılan veriler hasta dosyalarından, hastane bilgisayar veri tabanı sisteminden, anestezi preoperatif poliklinik değerlendirme formları, anestezi intraoperatif kayıt formları, ASBÜ takip formları ve YBÜ takip formlarından elde edilmiştir. Bu formlardan elde edilen veriler çalışma için oluşturulan veri toplama formuna (Şekil 3.1) kaydedilmiştir.

Bu çalışmada hastalara uygulanan anestezi tipi ve diğer anestezi prosedürler belirlenerek kaydedilmiştir. Hastalarda kullanılan tüm monitörizasyonlar veri toplama formlarına kaydedilmiştir. Çalışmaya alınan hastalarımızda hemodinamik monitörizasyon ve sıvı verilmesi için uygulanan ek invaziv girişimler de değerlendirilmek üzere kaydedilmiştir. Hastalarımızda gerekli görüldüğünde, elde edilebilirliğine göre uygulanan nöromonitörizasyon verileri tespit edilerek kaydedilmiştir. Kliniğimizde intraoperatif nöromonitörizasyon uygulaması yapılamadığında ve/veya operasyonu yapan cerrah tarafından ihtiyaç görüldüğünde yapılan 'wake-up' testi kayıtları incelenerek, hastalarda kullanım yüzdeleri değerlendirilmiştir.

Hastaların anestezi polikliniğinde görevli anestezi doktoru tarafından doldurulan preoperatif değerlendirme formları da incelenerek bu formlarda tespit edilen yaş, cinsiyet, kilo, boy, anestezi özellikler ve yandaş hastalıklar veri toplama formlarına kaydedilmiştir. Ayrıca laboratuvar testlerinde görülen değerler veri toplama formlarına kaydedilmiştir. İntraoperatif kan gazı değerleri değerlendirilerek hastaların eritrosit süspansiyonu transfüzyonu öncesi eşik

hemoglobin değerleri ve intraoperatif son arter kan gazı hemoglobin değeri tespit edilmiştir. Hastaların anestezi formlarında anestezi ve operasyon süreleri, intraoperatif kan gazı değerlendirme raporları ile anestezi takip formları karşılaştırılarak, intraoperatif ilk arter kan gazı hemoglobin değeri, eritrosit süspansiyonu verilme zamanları ve miktarları, transfüzyon sırasındaki hemodinamik verileri değerlendirilmiştir.

İntraoperatif anestezi takip fişlerinde hastaların almış oldukları kan ürünü cinsi, miktarı, verilif zamanları ve süreleri, intraoperatif verilen kristalloid ve kolloid miktarı, intraoperatif inotrop/vazopressör verilme ihtiyacı, zamanları ve süreleri tespit edilerek kaydedilmiş ve değerlendirilmiştir.

Ayrıca intraoperatif idrar çıkışı, major komplikasyonlar, postoperatif çıkış yeri tespit edilmiştir. Hastaların postoperatif verileri yoğun bakım ve hastanemiz ASBÜ takip formlarından ve servis kayıtları incelenerek değerlendirilmiştir. Bu kayıtlardan; 1) Yoğun bakım ve ASBÜ’de kalış süreleri, 2) Mekanik ventilasyon süreleri, 3) Postoperatif ilk hemoglobin değeri, 4) Postoperatif kan ve kan ürünleri transfüzyonu, 5) Postoperatif taburculuk süresi kaydedilmiştir. Ayrıca hastaların taburculuğa kadar yoğun bakıma yeniden yatışları incelenmiştir.

İntraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu ile pre-postoperatif hemoglobin ve pre-postoperatif hemoglobin farkı arasındaki ilişki, intraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyon uygulaması ile postoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyon ihtiyacı arasındaki ilişki, perioperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu ile postoperatif hastanede yatış süresi, mekanik ventilasyon süreleri ve YBÜ/ASBÜ’de kalış süreleri arasındaki ilişki, intraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu uygulaması ile operasyon süresi ve füzyon seviyesi arasındaki ilişki incelenmiştir.

Bir torba eritrosit süspansiyonu 200 ml olarak kabul edildi ve çocuk hastalarda verilen mL ile 200 oranlanarak ünite değeri tespit edildi (Örn; 50/200).

3.1. İstatistiksel Değerlendirme

Çalışmamızın istatistiksel bölümü, Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik Anabilim Dalı'nın katkılarıyla gerçekleştirildi. İstatistiksel analizler için PASW Statsitics (Predictive Software Analytics) 18.0 programı kullanıldı. Veriler değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel metotların (ortalama, standart sapma) yanı sıra niceliksel ve niteliksel verilerin karşılaştırılmasında Ki-Kare, 2-Sample z-test, T-testi, Kruskal-Wallis, Independent Sample T-test, Mann-Whitney U, Spearman's rho ve Pearson ki-kare kullanıldı. Sonuçlar %95'lik güven aralığında, anlamlılık $p < 0,05$ düzeyinde değerlendirildi.



3.2. Formlar

Veri Toplama Formu

I. Hasta Verileri, Pre-İntraoperatif Veriler

1. Hasta Dosya Numarası: _____
2. Yaş _____
3. Cinsiyet _____
4. Boy _____cm
5. Kilo _____ kg
6. ASA _____
7. Anestezi Süresi _____
8. Operasyon süresi _____
9. Anestezi Tipi _____
10. Monitorizasyonlar ☐ standart ☐ IAB ☐ CVP ☐ Nöromonitörizasyon
11. Cerrahi Tipi _____
12. Füzyon Yapılan Seviye Sayısı: _____
13. Wake up test: var ☐, yok ☐

II. Pre-Operatif Laboratuvar Parametreleri

Cerrahi Başlangıcındaki Parametreler

1. Hb _____

III. İlk EST transfüzyonundan önceki Hb _____ gr/dL

IV. İntraoperatif Uygulanan Volümler & Cerrahi Sonu Parametreleri

1. EST: |__|__|__| Ünite
2. Kristalloid kullanıldı mı: ☐E ☐H |__|__|__|__| mililitre
3. Kolloidler: ☐E ☐H |__|__|__|__| mililitre
4. Taze Donmuş Plazma: ☐E ☐H |__|__|__| ünite
5. Traneksamik asit: ☐E ☐H eğer evetse, |__|__|__| miligram
6. Diğer kanama azaltıcı önlem ve ilaçlar: _____

Cerrahi sonuna kadar (cilt kapanması) İnotrop / Vazopressör İhtiyacı: var ☐, yok ☐

V. Takip :

1. Cerrahi Bitiminde:

UYANDI ☐ Yoğun Bakımda ☐ ASBÜ ☐

2. Takip sonuna kadarki herhangi bir zamanda mekanik ventilatöre bağlandı mı?

3. EVET ☐ HAYIR ☐

Cevap EVET ise kaç saat : _____ Nedeni:

Cerrahi sonundan çalışma sonuna kadar verilen kan ürünleri

4. EST: |_|_|_| ünite

5. Taze Donmuş Plazma: ☐ E ☐ H |_|_|_| ünite

6. Trombosit konsantresi: ☐ E ☐ H |_|_|_| ünite

VI. Yoğun Bakım / ASBÜ Verileri:

1. Yatış süresi:
2. Mekanik ventilasyon süresi:
3. Yeniden yatış ve süresi:
4. Yatış süresince gelişen komplikasyonlar:

VII. Taburculuk Süresi:

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON A.D.
ANESTEZİ DEĞERLENDİRME FORMU

[illegible]



AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON A.D.
PREOPERATİF DEĞERLENDİRME FORMU

Tarih : / /

Cerrahi Bölüm	Servis	Doğ.Tarihi:	Boy cm	Ağırlık kg	Kan Grubu :	Adı Soyadı:
Preoperatif Tanı		Planlanan Operasyon				Dosya No:
Kan Basıncı mm Hg	Nabız dk	Entübasyon problemi/diş durumu				

Kullandığı ilaçlar **Yok**

Laboratuvar **Anestezi açısından patolojik bulgu yok**

Hb g/dl	Htc %	Trombosit /mm	Lökosit /mm	Na ⁺ mmol/l	K ⁺ mmol/l	Ca ⁺⁺ mmol/l	Kreatinin mg/dl	BUN mg/dl	ALT U/l	AST U/l	GGT U/l
PT s	PTT s	Glukoz mg/dl	Tot. Prot. g/dl	Albumin g/dl	Diğer						

Kalp / Dolaşım sistemi **Patolojik bulgu yok**

Hipertansiyon	Pulmoner hipertan.	Hipotansiyon	Kalp yetmezliği	Koroner arter hast	Aritmi
Myokard inf.< 6ay	Myokard inf.> 6ay	Kor pulmonale	Akciğer embolisi	Tromboz	Dehidratasyon
EKG Bulguları			EKO Bulguları		

Akciğer/Solunum Yolları

Akut infeksiyon	Pnömoni	Kronik bronşit	Astma	Amfizem	Sigara adet/gün
Restriktif AC hast.	Pseudokrup	Solunum/dk	Atelektazi		
Akciğer grafi bulguları			Solunum Fonksiyonları		

Endokrin Sistem

Yağlanma	Diabetes Mellitus	Diabetes İnsipitus	Böbrek yetersizliği	Karaciğer yetersiz	Alkol
Malign hipertermi	İmmobilizasyon	Hipertiroidi	Hipotiroidi	Ülser	Aspirasyon riski
Hiperlipidemi	Hiperürisemi	Porfiriya	Koagülopati		

Nöroloji

Solunum depr.	Koma	KİB artışı	Serebral iskemi	Konvülsiyon	Parestezi
Polinöropati	Nöromusküler hast	Myasteni	Parkinson	GKS (E: , M: , V:)	

Allerji

Polen	Antibiyotik	Anestezi ilaç	Analjezik ilaç	Radyoopak	Flaster
Kontakt dermatit	Anafilaksi				

Daha önce aldığı anestezi Komplikasyonlar Diğerleri

ASA sınıflaması	I	II	III	IV	V	Girişim türü	elektif	acil
Premedikasyon						Preoperatif Öneriler		
Akşam								
Sağ	İlaç	Doz	Uygulama yolu					
Veriliş saati		İlacı veren			Tarih	Saat	Premedikasyonu yapan doktor imza	

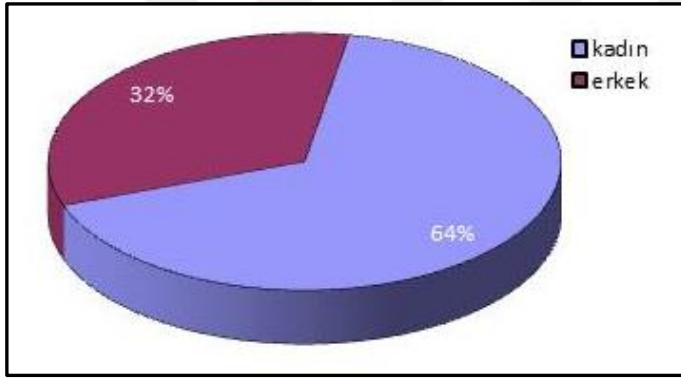
Form - 70 01 03 00 17

Rev.No: 02

4. BULGULAR

Bu çalışmada 01.01.2009 ile 31.12.2014 yılları arasında Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği'nde Skolyoz tanısıyla posterior spinal enstrümantasyon ve füzyon veya revizyon cerrahisi uygulanan 202 hastanın verileri değerlendirilmiştir. Bu tarihlerde Skolyoz tanısı ile opere olan 207 hasta belirlenmiş ancak dosyalarına ulaşamayan 5 hasta çalışma dışı bırakılmıştır. Kayıtlarına ulaşılan hastalardan hiçbirisi çalışma dışı bırakılmamıştır.

Çalışma için değerlendirilen 202 hastanın cinsiyetlerine göre dağılımı değerlendirildiğinde, kadın/erkek oranı 138 (%68) / 64 (%32) idi. Kadın/erkek oranları arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark vardır ($p < 0,001$).



Şekil 4.1. Hastaların cinsiyete göre dağılımı.

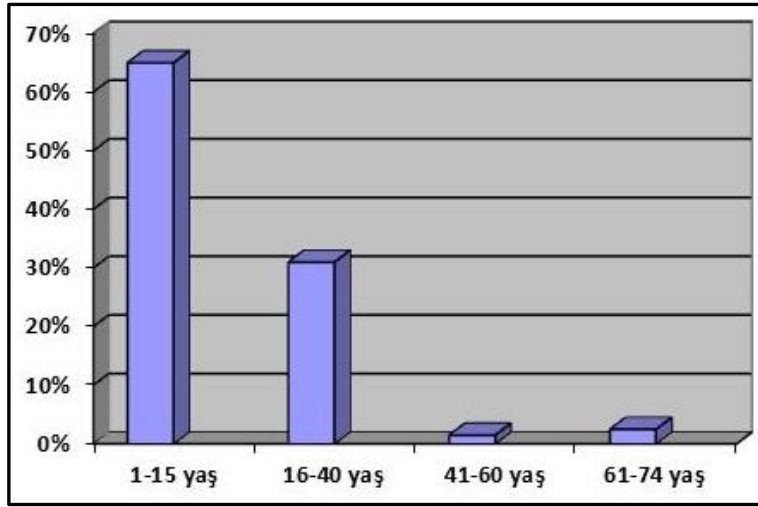
Çalışmaya alınan hastalar intraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılan ($n=116$) ve intraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılmayan ($n=86$) olarak 2 gruba ayrılmıştır. Kadın ve erkek hastalarda intraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılanlarla yapılmayan hastaların dağılımı incelendiğinde farkın anlamlı olduğu görülmüştür ($p=0,001$).

Tablo 4.1. İntraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılan ve yapılmayan hastaların cinsiyete göre değerlendirilmesi.

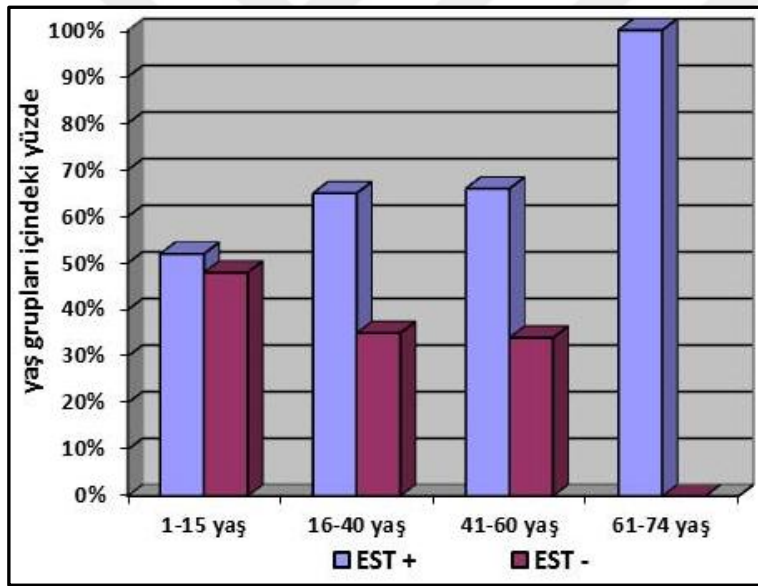
Cinsiyet	İntraoperatif EST Yapılan Grup n=116		İntraoperatif EST Yapılmayan Grup n=86		p
	Sayı	%	Sayı	%	
Kadın	90	78	48	56	0,001
Erkek	26	22	38	44	

EST: Eritrosit Süspansiyonu Transfüzyonu

Çalışmaya alınan hastaların yaşları değerlendirildiğinde; yaşları 1 ile 69 arasında değişen olguların yaş ortalaması 16,01 (SD±11,24) bulunmuştur. Çalışmamızdaki hastalar Türk Anesteziyoloji ve Reanimasyon Derneği (TARD) Anestezi uygulama kılavuzundaki yaş sınıflaması esas alınarak değerlendirildiğinde 132 (%65) hasta 1-15 yaş arası, 62 hasta (%31) 16-40 yaş arası, 3 hasta (%1,5) 41-60 yaş arası ve 5 hasta (%2,5) 61-74 yaş arası olmak üzere toplam 202 hasta vardır. Çalışmamızda 75 yaş ve üzeri hasta olmadığı tespit edilmiştir. Skolyoz cerrahisi sırasında intraoperatif eritrosit süspansiyonu verilen hastaların yaşlara göre dağılımı incelendiğinde intraoperatif eritrosit süspansiyonu verilen 69 hastanın 1-15 yaş, 40 hastanın 16-40 yaş, 2 hastanın 41-60 yaş ve 5 hastanın 61-74 yaş grubunda olduğu görülmüştür. İntraoperatif eritrosit süspansiyonu verilen hastaların yaş grupları içindeki yüzdeleri değerlendirildiğinde bu değerlerin sırası ile 1-15 yaşta 69/132 (%52), 16-40 yaşta 40/62 (%65), 41-60 yaşta 2/3 (%66) ve 61-74 yaşta 5/5 (%100) olduğu görülmektedir.



Şekil 4.2. Hastaların yaş gruplarına göre dağılımı.



EST: Eritrosit Süspansiyonu Transfüzyonu

Şekil 4.3. İntraoperatif eritrosit süspansiyonu verilen ve verilmeyen hastaların yaşlara göre dağılımı.

Hastalar ASA kategorisine göre değerlendirildiğinde (Tablo 4.2); Hastaların ağırlıklı olarak ASA I ve II olduğu görüldü. 9 hasta ASA III kategorisindeydi. ASA III olan hastaların ağır nörolojik problemleri mevcuttu. ASA III hastalarımıza eşlik eden durumlar: 2 hastada serebral palsi ve infantil spazm, 2 hastada anjiyomiyolipom ve tuberoskleroz, 1 hastada atrial septal defekt,

pulmoner hipertansiyon ve spondilokostal disgenezi, 1 hastada sakral agenezi, ektopik barsak ve spina bifida, 1 hastada kas hastalığı, 1 hastada dismorfi, spina bifida ve ambigus genitalya ve 1 hastada da epilepsi öyküsü bulunmaktaydı.

Tablo 4.2. İntraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılan ve yapılmayan hastaların ASA durumlarına göre değerlendirilmesi.

Toplam Hasta Sayısı	İntraoperatif EST Yapılan Grup n=116		İntraoperatif EST Yapılmayan Grup n=86		p
	Sayı	%	Sayı	%	
ASA durumu					p=0,26 (Pearson ki-kare)
ASA I	75	65	64	75	
ASA II	34	29	20	23	
ASA III	7	6	2	2	
ASA IV					

EST: Eritrosit Süspansiyonu Transfüzyonu

Hastaların füzyon yapılan vertebra seviyelerine göre değerlendirmeleri yapıldığında füzyon seviyesinin 1 ile 16 arasında değişmekte olduğu ve çalışmaya dahil edilen 202 hastanın füzyon seviyesinin median değerinin 8 olduğu bulunmuştur. Füzyon seviyesi Yoshihara ve Yoneoka'nın çalışmasındaki gibi (8) füzyon yapılan vertebra seviyesi ≤ 3 , 4-8 arası ve ≥ 9 olarak 3 kategoriye ayrılarak, füzyon seviyesi ve yatış boyunca eritrosit süspansiyonu transfüzyonu uygulaması arasındaki ilişki değerlendirildiğinde; Füzyon seviyesi < 3 olan 29 hastanın 24'üne (%20) yatış boyunca eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılmış; füzyon seviyesi 4-8 olan 52 hastanın 36'sına (%30) yatış boyunca eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılmış; füzyon seviyesi ≥ 9 olan 71 hastanın 60'ına (%50) yatış boyunca eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılmış olduğu tespit edildi. Bu üç grupta füzyon seviyesi ve yatış boyunca eritrosit süspansiyonu transfüzyonu uygulaması arasında ilişki Pearson ki-kare testi ile değerlendirildiğinde anlamlı farklılık saptanmamıştır (p=0,104). İntraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılma oranlarının füzyon seviyesi ile ilişkisi ise aşağıda Tablo 4.3'te gösterilmiştir.

Tablo 4.3. İntraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu uygulaması baz alınarak iki gruba ayrılan hastaların füzyon seviyesine göre karşılaştırılması.

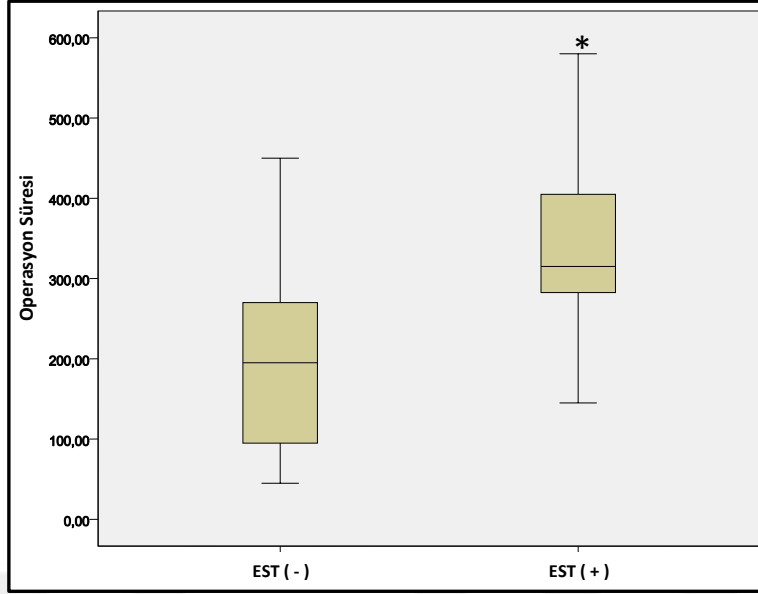
Füzyon seviyesi	İntraoperatif EST (+) (n; %)	İntraoperatif EST (-) (n; %)	p
≤3	22 (%20,6)	7 (%15,6)	p=0,224 (Pearson Ki-kare)
4-8	32 (%29,9)	20 (%44,4)	
>8	53 (%49,5)	18 (%40)	

EST: Eritrosit Süspansiyonu Transfüzyonu

Ayrıca çalışmamızda hastalar füzyon seviyesine göre; füzyon seviyesi <12 ve füzyon seviyesi ≥12 şeklinde iki ayrı gruba ayrılarak yeniden değerlendirilmiş ve bu iki grup arasında intraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılmı sıklıkları karşılaştırılmıştır. Füzyon seviyesi <12 olan 119 hastanın 84'üne (%70,6) intraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılmış; füzyon seviyesi ≥12 olan 33 hastanın ise 23'üne (%69,7) intraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılmış olduğu tespit edilmiştir (p=0,241).

Vakaların anestezi süresi min. 55 ve max. 660 dakika olup, ortalama süre 311,56 (SD±131,52) dakika bulunmuştur. Operasyon süreleri ise min. 45 ve max. 580 dakika olup ortalama 277,26 (SD±124,76) dakikadır.

Çalışmamızda operasyon süresi ile intraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu arasındaki ilişki değerlendirilmiştir. İntraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılan 116 hastanın ortalama operasyon süresi 339 (SD±98) dakika; intraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılmayan 86 hastanın ortalama operasyon süresi 193 (SD±106) dakika olup bu iki grup independent sample T-test ile karşılaştırıldığında anlamlı farklılık saptanmıştır (p < 0,001) (Şekil 4.4).



* İntraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılanların ortalama operasyon süreleri anlamlı olarak uzun bulunmuştur ($p < 0,001$).

EST: Eritrosit Süspansiyonu Transfüzyonu

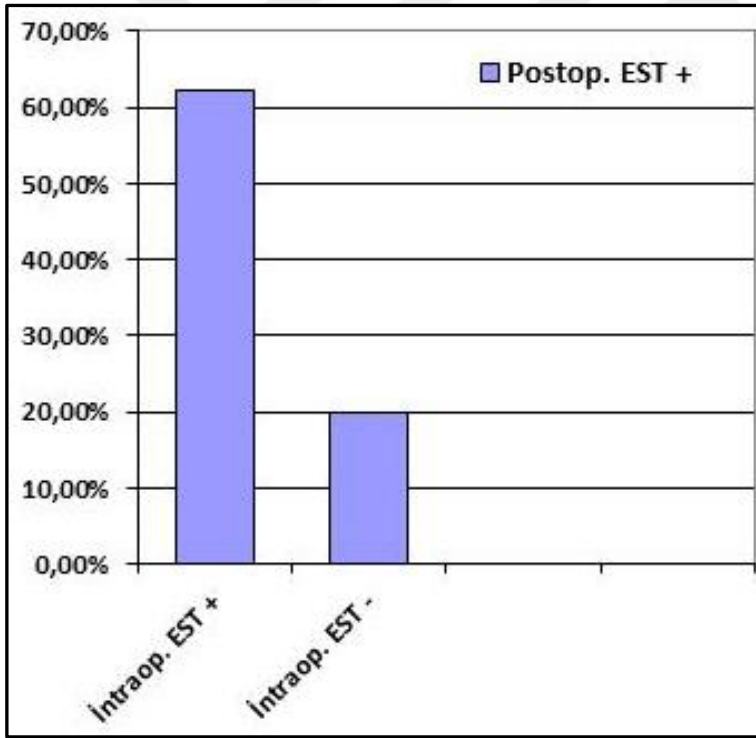
Şekil 4.4. İntraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılan ve intraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılmayan hastaların ortalama operasyon sürelerinin dağılımı.

Hastaların hepsinin preoperatif dönemde çalışılan laboratuvar hemoglobin değerleri kaydedilmiştir. Tüm hastaların preoperatif hemoglobin değerleri değerlendirildiğinde min. 7,8 g/dL, max. 16,4 g/dL ve ortalama değerin 12,91 (SD±1,46) g/dL olduğu görülmüştür. Eritrosit süspansiyonu verilmeyen hastaların preoperatif hemoglobin değerlerine bakıldığında hemoglobin değerlerinin ortalamasının 12,95 (SD±1,64) g/dL (min: 7,8 max: 16,3) olduğu, eritrosit süspansiyonu verilen hastalarda ise preoperatif ortalama hemoglobin değerlerinin 12,8 (±SD 1,31) g/dL, (min:8,6 max:16,4) olduğu görüldü. Eritrosit süspansiyonu verilen hastalarla verilmeyen hastaların preoperatif hemoglobin değerleri karşılaştırıldığında anlamlı fark tespit edilmedi ($p=0,849$, Mann-Whitney U).

Hastaların intraoperatif dönemde alınan ilk kan gazındaki hemoglobin değerleri araştırılmış, ancak eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılan 116 hastanın 46'sında kan gazı verilerine ulaşılamamıştır. Çalışmamızda intraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılan 116 hastanın 96'sında eritrosit süspansiyonu transfüzyonu öncesi son alınan arteriyel kan gazında saptanan ortalama hemoglobin değeri 9,56 (SD±1,42) g/dL olarak bulunmuştur.

Çalışmaya dahil edilen 202 hastadan intraoperatif eritrosit süspansiyonu ihtiyacı olduğu düşünülen 116 hastaya min. 0,5 Ü max. 8 Ü ve ortalama 2,13 (SD±1,33) Ü eritrosit süspansiyonu verildiği tespit edilmiştir.

Çalışmamızda intraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılan ve yapılmayan hastaların postoperatif taburculuk süresi boyunca eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılma oranları tespit edildi. İntraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılan 116 hastanın 72'sine (%62,1); intraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılmayan 86 hastanın 17'sine (%19,8) postoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılmış olduğu görüldü. Bu iki grup arasında Pearson Ki-kare testi ile anlamlı farklılık saptanmıştır ($p<0,001$). Bu sonuca göre intraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılan hastaların postoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyon ihtiyacı artmış olarak saptanmıştır.



* $p<0,001$

EST : Eritrosit Süspansiyonu Transfüzyonu
İntraop : İntraoperatif
Postop : Postoperatif

Şekil 4.5. İntraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılan ve yapılmayan hastalarda postoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılma yüzdeleri.

Çalışmaya dahil edilen 202 hastadan postoperatif kan ihtiyacı olduğu düşünülen hastalara (n:89) verilen eritrosit süspansiyonu 1-7 Ü arasında değişmekte olup, ortalama 1,76 (SD±1,13) Ü'dir. İntraoperatif eritrosit süspansiyonu verilen 116 hastanın 72'sine postoperatif dönemde de eritrosit süspansiyonu transfüzyonu uygulanmıştır. İntraoperatif eritrosit süspansiyonu verilen hastaların intraoperatif dönemdeki transfüzyon miktarları ile postoperatif dönemdeki transfüzyon miktarları Spearman's rho testi ile karşılaştırıldığında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık bulunamamıştır (p=0,193).

İntraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılan ve yapılmayan hastaların postoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılma miktarlarının median ve ortalama değerleri sırasıyla 2 (min:1- max:7), 1,83 (SD±1,21) Ü ve 1 (min:1 max:3), 1,47 (SD±0,71) Ü'dir. Gruplar arasında eritrosit süspansiyonu transfüzyon miktarları açısından anlamlı farklılık yoktur (p=0,232).

Çalışmaya katılan 202 hastadan 27'sine intraoperatif taze donmuş plazma replasmanı yapılmış olup ortalama 1,88 (SD±1,05) Ü'dir. Taze donmuş plazma transfüzyonu yapılan hastaların hepsine aynı zamanda intraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapıldığı görülmüştür.

Çalışmaya katılan 202 hastadan 9 hastanın intraoperatif inotrop/vazopressör desteğe ihtiyacı olmuştur. İntraoperatif inotrop/vazopressör ihtiyacı olan 1 hastaya intraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılmamış olup, diğer 8 hastaya intraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılmıştır (%88,9). İntraoperatif inotrop/vazopressör ihtiyacı olan 6 hastaya postoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılmıştır (%66,7). İntraoperatif inotrop/vazopressör ihtiyacına göre hastalar iki gruba ayrıldığında intraoperatif inotrop/vazopressör ihtiyacı olan hastaların preoperatif hemoglobin değerlerinin ortalama 13,46 (SD±1,12) g/dL olduğu intraoperatif inotrop/vazopressör ihtiyacı olmayan hastaların ise ortalama preoperatif hemoglobin değerlerinin 12,89 (SD±1,47) g/dL olduğu tespit edildi ve 2 grup arasında anlamlı fark saptanmadı (p=0,128). İntraoperatif inotrop/vazopressör ihtiyacı olan hastaların postoperatif hemoglobin değeri ortalama 10,06 (SD±2,05) g/dL ve intraoperatif inotrop/vazopressör ihtiyacı olmayan hastaların postoperatif hemoglobin değeri ortalama 10,45 (SD±1,49) g/dL olup, 2 grup arasında anlamlı fark saptanmamıştır (p=0,381).

İntraoperatif inotrop/vazopressör ihtiyacı olan hastaların intraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyon miktarları ortalama 2,75 (SD±1,75) Ü; intraoperatif inotrop/vazopressör ihtiyacı olmayan hastaların intraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyon miktarları ortalama 2,09 (SD±1,3) Ü olup, 2 grup arasında anlamlı fark saptanmamıştır (p=0,304).

İntraoperatif inotrop/vazopressör ihtiyacı olan hastaların postoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyon miktarları ortalama 1,33 (SD±0,51) Ü; intraoperatif inotrop/vazopressör ihtiyacı olmayan hastaların postoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyon miktarları ortalama 1,79 (SD±1,16) Ü olup 2 grup arasında anlamlı fark saptanmamıştır (p=0,321).

Çalışmamızda 202 hastanın 55'i (%27) operasyon bitiminde ekstübe edilmiştir. Postoperatif 93 hasta yoğun bakım ünitesinde (YBÜ), 54 hasta Anestezi Sonrası Bakım Ünitesinde (ASBÜ)'de takip edildi. YBÜ ve ASBÜ'de kalış süreleri en az ve 3 ve en fazla 288 saat olmak üzere ortalama 19,3 (SD±33,35) saattir. YBÜ ve ASBÜ'de kalış süreleri ayrı ayrı değerlendirildiğinde ASBÜ'de kalış süresi ortalama 8,62 (SD±16,41) saat, YBÜ'de kalış süresi ise ortalama 26,7 (SD±40,1) saattir. Hastaların ASBÜ/YBÜ'de kalış süreleri 4 ayrı hasta grubu arasında (hiç eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılmayan, intraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılan, postoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılan, intraoperatif ve postoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılan) 2'li kombinasyonlar halinde birbirleriyle Kruskal-Wallis testi ile karşılaştırılmış olup, istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır (p=0,118). İntraoperatif eritrosit süspansiyonu verilen hastaların YBÜ'de kalış süreleri ortalama 30,73 (SD±47,86) saat; intraoperatif eritrosit süspansiyonu verilmeyen hastaların YBÜ'de kalış süreleri ortalama 17,82 (SD±3,46) saat olup, YBÜ'de kalış süreleri açısından anlamlı farklılık yoktur (p=0,381, Mann-Whitney U). İntraoperatif eritrosit süspansiyonu verilen hastaların ASBÜ'de kalış süreleri ortalama 6,73±3,21 saat; intraoperatif eritrosit süspansiyonu verilmeyen hastaların ASBÜ'de kalış süreleri ortalama 6,16 (SD±2,95) saat olup iki grup arasında anlamlı farklılık yoktur (p=0,532, Mann-Whitney U).

Operasyon sonunda ekstübe edilmeyen hastaların postoperatif ortalama mekanik ventilasyon süresi 6,11 (SD±28,48) saattir. Hastalar hiç eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılmayanlar, intraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılanlar, postoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılanlar ve hem intraoperatif hem de postoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılanlar olarak 4 gruba ayrılmış ve bu gruplarda mekanik ventilatörde kalma sürelerinin ortalaması sırasıyla 1,68 (SD±2,41) saat, 9,75 (SD±43,03) saat, 3,0 (SD±2,87) saat ve 8,58 (SD±33,59) saat (Tablo 4.4) olarak tespit edilmiştir. Bu grupların postoperatif dönemde mekanik ventilasyonda izlendikleri süreler Kruskal-Wallis testi ile değerlendirilmiş olup, hiç eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılmamış hastalar ile sadece intraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılan hastalar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır (p=0,006). Bunun yanında hiç eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılmayan hastalar ile hem intraoperatif hem de postoperatif dönemde eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılan hastaların mekanik ventilasyonda izlenme süreleri arasında ciddi ölçüde istatistiksel anlamlılık saptanmıştır (p<0,001). Bu sonuca göre eritrosit süspansiyonu transfüzyonu ile mekanik ventilatöre bağlı kalma süresi arasında bir ilişki olduğu saptanmış olup, eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılmayan hastaların postoperatif dönemde mekanik ventilatöre bağlı kalma süreleri ciddi anlamda kısadır.

Tablo 4.4. Eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapıp yapılmamasına göre ayrılan grupların postoperatif mekanik ventilatör süresi ortalama değerleri.

	Ortalama Mekanik Ventilatör süreleri (saat)
EST (-) (n=69)	1,68±2,41
İntraoperatif EST (+) (n=44)	9,75±43,03
Postoperatif EST (+) (n=16)	3,0±2,87
Hem intraoperatif hem de postoperatif EST (+) (n=72)	8,58±33,59

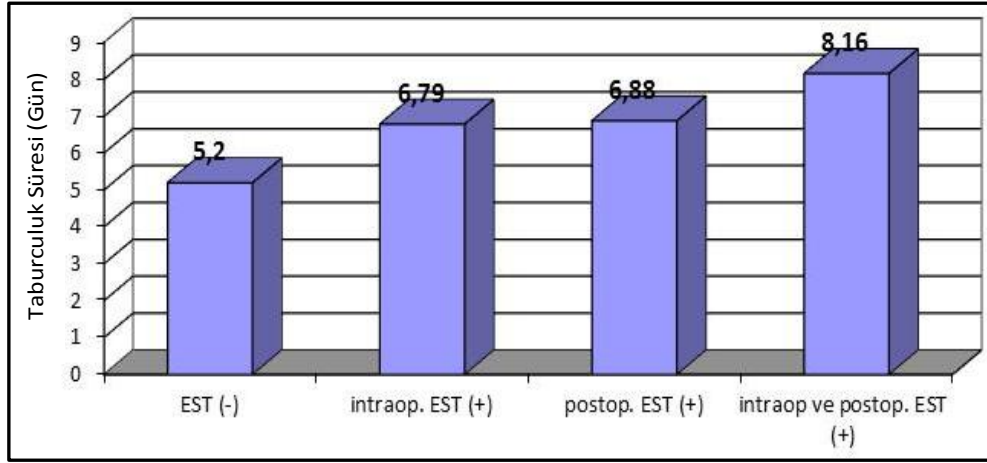
Değerler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.
EST: Eritrosit Süspansiyonu Transfüzyonu

Hastaların postoperatif dönemdeki ilk laboratuvar hemoglobin değerleri kaydedilmiştir. Postoperatif ortalama hemoglobin değeri 10,43 (SD±1,51) gr/dL'dir. Bu değerler intraoperatif eritrosit süspansiyonu verilen ve verilmeyen hastalar dikkate alınarak yeniden değerlendirildiğinde postoperatif hemoglobin değerlerinin sırası ile intraoperatif eritrosit süspansiyonu verilen hastalarda ortalama 10,32 (SD±1,67) gr/dL olduğu, intraoperatif eritrosit süspansiyonu verilmeyen hastalarda hemoglobin değerinin ortalama 10,61 (SD±1,21) gr/dL olduğu tespit edilmiştir. Bu değerler Mann-Whitney U testi ile değerlendirildiğinde 2 grup arasında anlamlı fark tespit edilememiştir (p=0,241).

Çalışmamızda intraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılan ve yapılmayan hastaların preoperatif-postoperatif hemoglobin değerleri farkları (Δ hgb) T-testi ile değerlendirilmiş olup, bu iki grup arasındaki Δ hgb değerleri arasında anlamlı bir farklılık saptanmamıştır (p=0,763).

Postoperatif dönemde verilen eritrosit süspansiyonu ve taze donmuş plazma miktarları kaydedilmiştir. Postoperatif dönemde eritrosit süspansiyonu verilen hastalarda (n=89) verilen ortalama eritrosit süspansiyonu miktarları 1,76 (SD±1,13), (min.1- max.7) Ü'dir. Ortalama taze donmuş plazma miktarı ise 2,25 (SD±1,35), (min.1 -max.5) Ü'dir.

Hastaların postoperatif taburculuk süreleri ortalama 6,73 (SD±3,17), (min.2-max.22) gündür. Postoperatif taburculuk süreleri hastalar eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılmayan, intraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılan, postoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılan, intraoperatif ve postoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılan olarak 4 gruba ayrılarak gruplar arasında Kruskal-Wallis testi ile değerlendirildiğinde eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılmayan grup median: 5 (min:2 - max:12) gün ile intraoperatif ve postoperatif kan transfüzyonu yapılan grup median: 8 (min:4 - max:22) gün arasında anlamlı ölçüde farklılık saptanmıştır (p<0,001).



EST :Eritrosit Süspansiyonu Transfüzyonu
İntraop : İntraoperatif
Postop : Postoperatif

Şekil 4.6. Eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapıp yapılmamasına göre ayrılan grupların postoperatif taburculuk süresi ortalama değerleri.

Hastaların anestezi yöntemleri retrospektif olarak incelendiğinde kliniğimizde TİVA'nın ağırlıklı olarak uygulandığını söyleyebiliriz. Toplamda 24 hastaya dengeli inhalasyon anestezisi uygulanmış olup 2014 yılında opere olan tüm hastalara ise TİVA uygulanmıştır.

Monitörizasyon açısından değerlendirdiğimizde standart monitörizasyonun yanında gerekli olduğu düşünülen 34 hastaya santral venöz kateterizasyon yapılmıştır.

Nöromonitörizasyon ve wake-up açısından anestezi kayıtları incelendiğinde 12 hastaya wake up testi, 59 hastaya ise intraoperatif nöromonitörizasyon uygulandığını tespit ettik. Nöromonitörizasyon uygulanan hastaların hiçbirinde nöromonitör değişiklikleri bildirilmemiştir. Ayrıca hastalarımıza rutin olarak preoperatif dönemde ortalama 4 ünite eritrosit süspansiyonu hazırlandığı tespit edilmiştir.

Hastalara intraoperatif dönemde ortalama 2987,64 (SD±1768,26) ml. kristalloid verilmiştir. Hastalara intraoperatif verilen kolloid miktarı ise ortalama 665,54 (SD±242,26) ml'dir.

Komorbiditeler incelendiğinde serebral palsy, marfan sendromu, vertebra anomalileri, kas hastalığı, Klippel Feil sendromu, kardiyak problemler, spinal ve

kraniyal patolojiler, astım, hipertansiyon ve aritmi gibi hastalıklar ve bir takım nörolojik problemlerin eşlik etmekte olduğu gözlenmiştir.

Postoperatif mortalite incelendiğinde 2 hastanın postoperatif dönemde kaybedildiği ve bu hastalarda epilepsi ve serebral palsy öyküsünün mevcut olduğu tespit edilmiştir. 2 hastaya da hem intraoperatif hem de postoperatif dönemde eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılmıştır. Hastaların ikisi de yoğun bakımda takipleri sırasında kaybedilmiştir.

Major komplikasyonlar açısından hastalar retrospektif olarak değerlendirildiklerinde 1 hastanın implant kırılması ve deformedite nedeniyle postoperatif 7. günde tekrar opere edildiği görülmüştür. Bir hasta intraoperatif ani gelişen hipotansiyon ve bradikardisi nedeniyle operasyon tamamlanamadan yoğun bakıma devredilmiş. Bir hasta postoperatif 5. günde operasyon sahasında hematoma nedeniyle tekrar opere edilmiş. 2 hastada tek taraflı monopleji şikayeti olmuş. Bir hastanın postoperatif dönemde geçmeyen taşikardisi olması ve cerrahi bir sebep bulunamaması üzerine göğüs ve kardiyoloji kliniği ile konsülte edilerek hastaya medikal tedavi uygulanmış. Bir hasta sinir kökü basısı nedeniyle postoperatif 5. günde tekrar opere olmuş. Bir hastada intraoperatif pnömotoraks ve arkasından kardiyopulmoner arrest gelişmesi üzerine hastaya kısa bir süre kardiyopulmoner resusitasyon yapılmış ve acil çocuk cerrahisi konsültasyonu istenerek hastaya göğüs tüpü takılmış. Hasta yoğun bakıma devredilmiş. Postoperatif takiplerinde hastanın hemodinamisi ve oksijenizasyonun düzelmesi üzerine hasta postoperatif 1. gün sabah ekstübe edilmiş. Postoperatif 2. günde hasta servise taburcu edilmiş. Serviste 15 günlük takip sonrası hasta taburcu edilmiş. Bu hastalar intraoperatif ve postoperatif dönemde eritrosit süspansiyonu ihtiyaçları açısından incelendiklerinde implant kırılması ve deformedite nedeniyle postoperatif 7. günde tekrar opere edilen hastaya ve intraoperatif pnömotoraks ve arkasından kardiyopulmoner arrest gelişmesi üzerine kısa bir süre kardiyopulmoner resusitasyon yapıp göğüs tüpü takılan hastaya sadece intraoperatif dönemde eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapıldığı görülmüştür. Komplikasyon gelişen diğer 6 hastaya ise hem intraoperatif hem de postoperatif dönemde eritrosit süspansiyonu transfüzyonu uygulanmıştır.

Tablo 4.5. Demografik, intraoperatif ve postoperatif veriler.

	İNTRAOP. EST (+)	İNTRAOP. EST (-)	P
Kadın / Erkek	90/26	48/38	p= 0,001
Yaş	Med:15 min:2,5 max:69	Med:13 min:1 max:52	p= 0,001
Ağırlık	Med:50 min:10 max:80	Med:42,5 min:11 max:76	p= 0,057
ASA I	75	64	p= 0,236
ASA II	34	20	
ASA III	7	2	
Komorbidite			p= 0,321
Var	40	24	
Yok	76	62	
Füzyon seviyesi	Med: 8 min: 1 max: 16	Med:7 min: 1 max: 14	p= 0,631
Füzyon seviyesi (n;%)			p=0,224
≤ 3	22 (%20,6)	7 (%15,6)	
4-8	32 (%29,9)	20 (%44,4)	
> 8	53 (%49,5)	18 (%40)	
Anestezi süresi (dk)	378 (SD±100)	220 (SD±112)	p<0,001
Operasyon süresi (dk)	339 (SD±98)	193 (SD±106)	p<0,001
Preoperatif Hgb (g/dL)	Med:12,9 min:8,6 max:16,4	Med:12,8 min:7,8 max:16,3	p= 0,849
Postoperatif EST, n (%)			p<0,001
Var	72 (%62,1)	17 (%19,8)	
Yok	44 (%37,9)	69 (%80,2)	
Postoperatif EST yapılan hastalar (ünite)	Med:2 min:1 max:7	Med:1 min:1 max:3	p= 0,232
YBÜ/ASBÜ kalış süresi (saat)			p=0,381 p=0,532
YBÜ	30,73±47,86	17,82±3,46	
ASBÜ	6,73±3,21	6,16±2,95	
Postoperatif mekanik ventilasyon süresi (saat)	5,70±26,75	6,45±30,90	p= 0,708
Postoperatif Hgb (g/dL)	Med:10,4 min:6,2 max:14,1	Med:10,75 min:8,2 max:13,3	p= 0,241
Postoperatif taburculuk süresi (gün)	Med:7 min:3 max:22	Med:5 min:2 max:16	p<0,001

Dk : Dakika

EST : Eritrosit Süspansiyonu Transfüzyonu

Hgb : Hemoglobin

İntraop : İntraoperatif

Med : Median

Min : Minimum

Max : Maximum

5. TARTIŞMA

Çalışmamızda 01.01.2009 ile 31.12.2014 yılları arasında Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği'nde Skolyoz tanısıyla opere edilen 202 hastanın verileri değerlendirilmiştir. Çalışmamızın ana amacı kliniğimizde skolyoz cerrahisinde allojenik kan ürünleri kullanım alışkanlığımız ve potansiyelimizin belirlenmesi, ikincil olarak da intraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonlarının postoperatif dönemdeki eritrosit süspansiyonu transfüzyonlarına ve postoperatif sonuçlara etkilerinin değerlendirilmesi idi.

Çalışmaya alınan 202 hastanın hastaların intraoperatif 116'sına (%57) intraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapıldığı tespit edildi.

Hastalar intraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılan ve yapılmayan hastalar olarak 2 gruba ayrılarak incelendiğinde; intraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılan 116 hastanın 72'sine (%62,1), intraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılmayan 86 hastanın 17'sine (%19,8) postoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılmış olduğu görülmüş olup bu iki grup arasında Pearson ki-kare testi ile istatistiksel açıdan anlamlı farklılık saptanmıştır ($p<0,001$). Böylece intraoperatif dönemde eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılmasının postoperatif dönemde transfüzyon ihtiyacını arttırdığı şeklinde yorumlanabilir.

Hastaların postoperatif taburculuk süreleri ortalama 6,73 (SD±3,17) gün (min.2-max.22) olarak tespit edildi. Postoperatif taburculuk süreleri hastalar eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılmayan, intraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılan, postoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılan ve hem intraoperatif hem de postoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılan olarak 4 gruba ayrılarak incelenmiştir. Taburculuk süreleri gruplar arasında Kruskal-Wallis testi ile değerlendirildiğinde eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılmayan grup median: 5 (min:2-max:12) gün ile intraoperatif ve postoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılan grup median: 8 (min:4-max:22) gün arasında anlamlı ölçüde farklılık saptanmıştır

($p<0,001$). Bu sonuçlara göre transfüzyon uygulamalarının hastanede kalış süresini uzattığını söyleyebiliriz.

Operasyon sonunda ekstübe edilmeyen hastaların postoperatif ortalama mekanik ventilasyon süresi 6,11 (SD±28,48) saattir. Burada da hastalar hiç eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılmayanlar, intraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılanlar, postoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılanlar ve hem intraoperatif hem de postoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılanlar olarak 4 gruba ayrılmış ve bu gruplarda mekanik ventilatörde kalma sürelerinin ortalaması sırasıyla 1,68 (SD±2,41) saat, 9,75 (SD±43,03) saat, 3,0 (SD±2,87) saat ve 8,58 (SD±33,59) saat olarak tespit edilmiştir. Bu grupların postoperatif dönemde mekanik ventilasyonda izlendikleri süreler Kruskal-Wallis testi ile değerlendirilmiş olup, hiç eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılmamış hastalar ile sadece intraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılan hastalar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ($p=0,006$). Bunun yanında hiç eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılmayan hastalar ile hem intraoperatif hem de postoperatif dönemde eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılan hastaların mekanik ventilasyonda izlenme süreleri arasında ciddi ölçüde istatistiksel anlamlılık saptanmıştır ($p<0,001$). Bu sonuca göre yine transfüzyon uygulamalarının mekanik ventilatöre bağlı kalma sürelerini olumsuz etkilediği ve transfüzyon yapılmayan hastaların postoperatif dönemde mekanik ventilatör sürelerinin ciddi anlamda kısa olduğu görülmektedir.

Hastalar hiç eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılmayanlar, intraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılanlar, postoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılanlar ve hem intraoperatif hem de postoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılanlar olarak 4 gruba ayrılarak incelendiklerinde sadece eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılmayan grup (median değer: 5) ile hem intraoperatif hem de postoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılan grup (median değer: 8) arasında taburculuk süresi açısından anlamlı ölçüde farklılık saptanmıştır ($p<0,001$). Genel olarak baktığımız zaman taburculuk süresi ortalama 6,73 (SD±3,17) gündür. Dolayısıyla kan transfüzyonu uygulamalarının hastanede kalış süresini uzattığını söyleyebiliriz. Ridgeway ve ark. skolyoz cerrahisi yapıp allojenik kan transfüzyonu yapılan hasta grubunda ortalama hastanede kalış süresini

14,7 gün olarak bulmuştur. Bu sürenin predonasyon otolog kan transfüzyonu yapılan gruba göre daha fazla olduğu görülmüş (214). Jonathan R. Kamerlink ve ark. 125 adolesan idiopatik skolyozlu hastada cerrahinin maliyet üzerine olan etkilerini inceledikleri bir çalışmada hastaların hastanede kalış süreleri ortalama 4,6 (SD±1,2) gün olarak bulunmuş ancak çalışmada kan transfüzyonuyla ilgili herhangi bir veriye değinilmemiştir (215). Poe-Kochert ve ark. posterior spinal füzyon ve enstrümantasyon yapılan idiopatik skolyozlu hastalarda devamlı morfin infüzyonunun etkinliğini değerlendirdikleri bir çalışmada hastanede kalış süresi ortalama 4,7 gün olarak bulunmuş, ancak bu çalışmada da hastalara transfüzyon yapılıp yapılmadığı belirtilmemiştir (216).

Operasyon bitiminde 55 (%27) hasta operasyon odasında ekstübe edilmiştir. Postoperatif dönemde 93 hasta YBÜ’de, 54 hasta ASBÜ’de takip edildi. YBÜ ve ASBÜ’de ortalama kalış süreleri sırası ile 26,7 (SD±40,1) saat ve 8,62 (SD±16,41) saattir. İntraoperatif eritrosit süspansiyonu verilenlerin YBÜ ve ASBÜ’de kalış süreleri ve intraoperatif eritrosit süspansiyonu verilmeyenlerin YBÜ ve ASBÜ’de kalış süreleri incelendiğinde intraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılan gruptaki hastaların YBÜ ve ASBÜ’de kalış sürelerinin intraoperatif eritrosit süspansiyonu verilmeyen hastalara göre daha uzun olmadığı bulunmuştur. Ridgeway ve ark. skolyoz cerrahisinde predonasyon otolog kan transfüzyonun allojenik kan transfüzyonu ile karşılaştırıldığı çalışmada allojenik kan transfüzyonu yapılan grubun yoğun bakımda kaldıkları gün ortalaması predonasyon grubuna göre daha fazla olmakla birlikte istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamış (4,3/2,03) ($p < 0,11$) (214). Böylece kliniğimizde hastaların YBÜ ve ASBÜ’de kalış sürelerinde kan transfüzyonu ve bunun hasta üzerinde yarattığı etkiler tek başına etkili olmayıp YBÜ ve ASBÜ’de kalış sürelerinin multifaktöriyel olduğunu söyleyebiliriz (örn; uzamış operasyon ve anestezi süresi, etkili ağrı kontrolü gibi).

Transfüzyonun sonuçlara etkilerini gösteren çalışmalar değerlendirilirken dikkat edilmesi gereken noktalar: çoğu çalışmada transfüzyon başlanan trigger point, hemoglobin değeri veya transfüzyona başlama nedenleri belirtilmemektedir. Çalışmaların bazılarında hastaların postoperatif taburculuğa kadar veya 30 günlük mortaliteleri değerlendirilmekte ancak postoperatif aldıkları

kan bu değerlendirilmede göz ardı edilmektedir. Bu durumun iki sakıncası olabilir: Bir, eğer intraoperatif kan transfüzyonu yapılmayan hastalara postoperatif dönemde kan verildi ise bu hastalara kan transfüzyonun etkisi yetersiz olarak değerlendirilmiş olmaktadır. İki, transfüzyon sonuçlarını değerlendiren çok geniş çalışmalar genellikle değişik hastanelerden ve ülkelerden elde edilen veriler toplanarak gerçekleştirilmektedirler. Bu durumda da hastanelerin kalite ve özelliklerinin, hastanelerin kan verme stratejileri, transfüzyon trigerları, lökosit azaltılmış kan kullanıp kullanmamaları ve kan depolama özelliklerinin özellikle de enfeksiyonlar açısından sonuçları etkilemesi söz konusu olabilir. Carson ve Klein'in yaptıkları derlemede *'kan transfüzyonlarının daha sıklıkla durumları daha kötü olan hastalarda uygulandığının ve zaten durumu daha kötü hastaların enfeksiyonlara daha yatkın olduklarının ve daha fazla öldüklerinin'* altını çizmişlerdir (217). Bununla bağlantılı olarak daha ciddi intraoperatif kanaması olan hastaların daha fazla kan transfüzyonuna tabii olacakları ve daha çok kanayan hastalarda da zaten daha kötü sonuçlar beklenebileceği söylenebilir. Bu konuya paralel olarak çok fazla kanama veya ihtiyaç olduğu düşüncesi ile kan verilen ve kan transfüzyonuna rağmen öldüğü düşünülen hastaların da aslında kan transfüzyonu nedeni ile ölmüş olabileceklerini düşünen bilim adamları da vardır.

Çalışma için değerlendirilen 202 hastanın cinsiyetlerine göre dağılımı değerlendirildiğinde, kadın/erkek oranı 138 (%68) / 64 (%32) idi. Kadın/erkek oranları arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark vardır ($p < 0,001$). Çalışmamızda K/E oranı diğer epidemiyolojik çalışmalara benzerdir (40,41).

Çalışmaya alınan hastalar intraoperatif kan transfüzyonu yapılan ($n=116$) ve intraoperatif kan transfüzyonu yapılmayan ($n=86$) olarak 2 gruba ayrılarak kadın ve erkek hastalarda intraoperatif kan verilenlerle verilmeyen hastaların dağılımı incelendiğinde farkın anlamlı olduğu görülmüştür ($p=0,001$).

Çalışmamızda kadın cinsiyette intraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu uygulaması istatistiksel olarak anlamlı ölçüde fazladır. Karlsson ve ark. on-pump CABG yapılan hastalarda kadın cinsiyette transfüzyon riskinin arttığını bulmuşlardır (219). Carling ve ark. adolesan idiopatik skolyozlu hastalarda preoperatif fibrinojen düzeyleri ile kanama ve transfüzyon gereksinimini değerlendirdikleri çalışmasında kadınlarda transfüzyon miktarının

arttığını bulmuşlardır (173). Yazarlar bu durumun kadınların preoperatif hemoglobin değerlerinin daha düşük olması ve daha küçük bir kan hacmine sahip olup hemodilüsyondan daha fazla etkilenmeleri ile açıklanabileceğini belirtmişlerdir.

İntraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılan hastaların yaş ortalaması yapılmayanlara kıyasla anlamlı ölçüde büyüktür. Carabini ve ark. spinal füzyon cerrahisi sırasında major transfüzyonun belirteçleri ile ilgili yaptıkları bir çalışmada 4 üniteden fazla eritrosit transfüzyonu yapılan ve 4 üniteden az eritrosit transfüzyonu yapılan gruplar arasında cinsiyet ve yaş açısından anlamlı farklılık bulamamıştır (220). Çalışmada ASA I'den ASA IV'e kadar olan hastalar da incelenmiştir. Çalışmada 4 üniteden fazla eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılan ve 4 üniteden az eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılan grup arasında ASA açısından anlamlı farklılık bulunamamıştır. Çalışmamızda 9 hasta ASA III kategorisindeydi. İntraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılan ve yapılmayan hastalar ASA durumlarına göre değerlendirildiğinde gruplar arasında anlamlı farklılık bulunamamıştır. ASA yüksekliği ve komorbiditelerin kan transfüzyonunu etkilediği gösterilmiştir (8).

Çalışmamızda intraoperatif özelliklerden anestezi ve operasyon süreleri değerlendirildiğinde anestezi süresi ortalama 311,56 (SD±131,52), operasyon süresi ise ortalama 277,26 (SD±124,76) olarak bulunmuştur. İntraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılanlar ve intraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılmayanlar olarak 2 gruba ayrılan hastalardan intraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılan hastaların operasyon süresi median:315, min:90, max:580 dakika olarak bulunmuş olup, intraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılan hastalarda anestezi süresi ve operasyon süresi istatistiksel olarak anlamlı ölçüde uzun saptanmıştır. Carabini ve ark. posterior spinal füzyon cerrahisi sırasında major transfüzyonun belirteçleri ile ilgili yaptıkları bir çalışmada hastalar 4 üniteden fazla eritrosit süspansiyonu transfüzyonu alan ve 4 üniteden az eritrosit süspansiyonu transfüzyonu alan hastalar olarak 2 gruba ayrılmıştır. 4 üniteden fazla eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılan hastaların operasyon süreleri 4 üniteden az eritrosit

transfüzyonu yapılanlara göre istatistiksel açıdan anlamlı derecede uzun bulunmuştur (220). P. Sundarathiti ve ark. torakolomber skolyozlu hastalarda torasik epidural analjezinin etkinliğini değerlendirdikleri çalışmada anestezi ve operasyon sürelerini ortalama 228,67 ve 266 dakika olarak bulmuşlardır (156). Carling ve ark. adolesan idiopatik skolyozlu hastalarda preoperatif fibrinojen düzeyleri ile kanama ve transfüzyon gereksinimini değerlendirdikleri çalışmasında operasyon süresini ortalama 194 (SD±50) dakika olarak bulmuşlardır (173). Bu çalışmada operasyon süresi ile kaybedilen kan volümü açısından anlamlı farklılık olduğu rapor edilmiştir.

Bowen ve ark. pediatrik idiopatik skolyoz hastalarında operasyon süresinin 6 saatten daha uzun sürmesiyle transfüzyon ihtiyacının 2 kat daha arttığını bulmuşlardır (178).

Çalışmamızda intraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılan 116 hastanın 96'sında eritrosit süspansiyonu transfüzyonu öncesi son alınan arteriyel kan gazında saptanan ortalama hemoglobin değeri 9,56 (SD±1,42) g/dL'dir. Bu değer kliniğimizde skolyoz cerrahisinde hastalarımıza kan transfüzyonuna başlama eşik değerimiz olarak kabul edilebilir.

Çalışmaya dahil edilen 202 hastadan intraoperatif kan ihtiyacı olduğu düşünülen 116 hastaya min.0,5 Ü max. 8 Ü (ortalama 2,13±1.33) kan verildiği tespit edilmiştir. Literatürde daha önce yapılan çalışmalarda skolyoz cerrahisinde ortalama kan kullanımının 1-8 ünite arasında olduğunu görmekteyiz (14,166,167,218).

Skolyoz cerrahisi gibi major kan kaybı ile ilişkili operasyonlarda kan kaybını doğru ölçmek zordur. Ayrıca kan kaybı değişken olup total kan kaybının en azından 1/3'ü postoperatif dönemde olmaktadır (14). Kan kaybındaki bu değişkenliğe rağmen kan kaybını tahmin etmede bir takım faktörler değerlendirilebilir. Füzyon yapılan segment seviyesinin kan kaybıyla korele olduğu daha önceki çalışmalarda ortaya konmuştur (14). Çalışmamızda intraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu uygulaması baz alınarak iki gruba ayrılan hastaları füzyon seviyesine göre karşılaştırdık. Füzyon seviyelerini 3 ve 3'ten küçük olarak, 4-8 seviye ve 8 seviyeden büyük olarak gruplara ayırdık. Füzyon seviye miktarı pek çok literatürde kan transfüzyonu ile oldukça ilişkili

bulunduğundan çalışmamızda da beklentimiz bu yöndeydi ancak yapılan istatistiksel analiz sonucunda intraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılanlar ve yapılmayanlar arasında füzyon seviyesi açısından anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p=0,224$). İstatistiksel açıdan anlamlı olmasa bile verilerimize baktığımız zaman klinik olarak anlamlı olduğu düşünülebilir. Örneklem sayısının artması istatistiksel açıdan anlamlı sonuç elde edilmesini sağlayabilir. Yoshihara ve Yoneoka'nın spinal füzyon yapılan idiopatik skolyozlu pediatrik hasta popülasyonunda allojenik kan transfüzyonun tahmincilerini inceledikleri çalışmada 9 ve daha fazla seviyede füzyon yapılan hastaların allojenik kan transfüzyonu alma olasılığının 4-8 seviye füzyon yapılanlara göre daha fazla olduğu bulunmuştur (8). Thompson ve ark. posterior spinal enstrümantasyon ve füzyon yapılan 311 adolesan idiopatik skolyozlu hastalarda aşırı kan kaybının tahmin edilmesi ile ilgili yaptıkları retrospektif bir çalışmada füzyon yapılan seviye ($p<.0001$), operasyon süresi ($p=.0139$), vida sayısı ($p<.0001$) ve maximal preoperatif Cobb açısı ($p=.0491$) aşırı kan kaybı ile anlamlı ölçüde ilişkili bulunmuştur (175). Aşırı kan kaybı ile en güçlü ilişkisi olan değişken ise füzyon seviyesi olup (≥ 12 seviye), %10'dan fazla aşırı kanama olasılığı saptanmış. Bulgular füzyon seviyesi ≥ 12 olan vakalarda uygun kan koruma ve erken müdahale planlanmasının ciddi şekilde düşünülmesi gerektiğini göstermektedir. Guay ve ark. ve Murray ve ark. tahmini kan kaybının en iyi belirtecinin füzyon seviyesi ve kabaca seviye başına tahmini kan kaybının ise 200 ml olduğunu bildirmiştir (14,176). Literatürde füzyon seviyesinin kan kaybı ve kan transfüzyonu ile oldukça yakın ilişkili olduğunu gösteren pek çok yayın bulunmasına rağmen D. van Popta ve ark. adolesan idiopatik skolyozlu 86 hastada kan kaybı paterni ile ilgili yaptıkları retrospektif bir çalışmada füzyon seviyesinin bizim çalışmamıza benzer şekilde kan kaybı üzerine anlamlı bir etkisinin olmadığını bulmuşlar. Çalışmada füzyon seviyesi 5 ile 14 arasında değişmekteydi (218). Ancak Hassan ve ark. benzer sayıda füzyon yapılan bir çalışmayı incelemişler ve füzyon seviyesi arttıkça kan kaybının arttığını göstermişlerdir (221). Carabini ve ark. spinal füzyon cerrahisi sırasında major transfüzyonun belirteçleri ile ilgili yaptıkları bir çalışmada major transfüzyonun bağımsız tahmincilerini operasyon süresi, füzyon sayısı, cerrahi zorluk skoru ve başlangıç

hemoglobin değeri olarak bulmuşlardır (220). Çalışmada 4 üniteden fazla eritrosit süspansiyonu transfüzyonu alan ve 4 üniteden az eritrosit süspansiyonu transfüzyonu alan hastalar arasında preoperatif hemoglobin değerleri açısından ise istatistiksel açıdan anlamlı farklılık saptanmış olup, 4 üniteden fazla eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılan hastaların preoperatif hemoglobin değeri daha düşük bulunmuş ancak bizim çalışmamızda kan verilen hastalarla kan verilmeyen hastaların preoperatif hemoglobin değerleri karşılaştırıldığında anlamlı fark tespit edilmedi. Yine Vitale ve ark. da benzer şekilde skolyoz cerrahisi geçiren çocuklarda yaptıkları retrospektif çalışmada kan verilen ve kan verilmeyen hastaların başlangıç hematokrit değerleri birbirine benzer bulunmuştur (222). Ancak Wu ve ark. major nonkardiyak cerrahi sonrası 30 günlük mortaliteyi gözlemledikleri çalışmasında preoperatif hematokrit değerlerinin artmasıyla intraoperatif kan transfüzyon oranının azaldığını bulmuşlardır (223).

Çalışmamızda intraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılan ve yapılmayan hastaların preoperatif-postoperatif hemoglobin değerleri farkları (Δ hgb) T-testi ile değerlendirilmiş olup, bu iki grup arasındaki Δ hgb değerleri arasında anlamlı bir farklılık saptanmamıştır ($p=0,763$). D. van Popta ve ark. adolesan idiyopatik skolyozlu 86 hastada kan kaybı paterni ile ilgili yaptıkları retrospektif bir çalışmada preoperatif hemoglobin değeri 10,9 -17,4 g/dL arasında değişmekteydi (218). Bu retrospektif çalışmada yazarlar kan transfüzyonu için hemoglobin eşik değerini 7 gr/dL olarak kullandıklarını belirtmişlerdir.

Nuttall ve ark. spinal enstrümantasyon ve füzyon cerrahisinde kan transfüzyonunun tahmincileri ile ilgili 244 erişkin hastada yaptıkları retrospektif bir çalışmada eritrosit transfüzyonunu; 1)Sağlıklı bir hastada hemoglobin <8 g/dL, 2)İskemi riski artmış olan hastalarda hemoglobin <11 g/dL, 3)Akut kan kaybı ile birlikte; a-Kan hacminin %15'ten fazlasının kaybı veya; b-Diastolik kan basıncının 60 mmHg altına düşmesi, c-Sistolik kan basıncında 30 mmHg'dan daha fazla düşme, d-Taşikardi, e-Oligüri, 4) Taşikardi, mental durum değişikliği, kardiyak iskemi veya dispneyle sonuçlanan semptomatik anemi kriterlerine göre yapmışlardır (10). Benzer bir çalışmada Meert ve ark. allojenik kan transfüzyonunu hemoglobin değeri 8 g/dL veya taşikardi, hipotansiyon veya kötü periferik perfüzyon gibi hemodinamik instabilite varlığında hemoglobin değeri 10 g/dL

kriterlerine göre uygulamışlardır (224). Bizim kliniğimizde kan transfüzyonuna başlama endikasyonu açısından tanımlı keskin kriterler olmamasına rağmen hipotansiyon, taşikardi ve anesteziğin deneyimine göre kan transfüzyonu uygulanmaktadır.

Çalışmamızda kan kaybı ile ilgili herhangi bir veriyi çalışmaya dahil etmedik çünkü çalışmamız retrospektif bir çalışma olup, intraoperatif kan kaybı ile ilgili gerek operasyonda kullanılan spanç miktarları gerekse aspirasyon torbasındaki sıvının miktarı anestezi fişlerine kaydedilmemişti. Bu durum aslında çalışmamızın eksik yönlerinden birini oluşturmaktadır. Tahminler spançların tartılması ve aspirasyon torbasındaki sıvının hematokriti ölçülerek geliştirilebilir. Ancak yine de bu durum cerrahi örtülerde ve yerdeki kan kaybını hesaba katamaz. Birçok çalışma yazarların füzyon seviyeleri, ağırlık veya kan volümü yüzdesi ile ilgili olarak kan kaybını tanımlayan tercihlerini yansıtmaktadır (175). Modi ve ark. skolyoz cerrahisinin farklı aşamalarında intraoperatif kan kaybı ile ilgili yaptıkları prospektif bir çalışmada EBL miktarı aspirasyon torbasındaki kan miktarının (irrigasyon sırasında kullanılan volüm dikkate alınarak) ve kuru ve kanlı spançlar arasındaki tartı farkının hesaplanmasına dayandırılmıştır (225).

Detaylı kanama öyküsü, preoperatif laboratuvar testleri, hematoloji konsültasyonu ve intraoperatif kan koruma stratejilerinin uygulanışı merkezlere göre farklılık göstermektedir. Eğer aşırı hemoraji önceden tahmin edilebilirse hedeflenen preoperatif test ve intraoperatif kan koruma stratejisi hazırlığına rehberlik edebilir. Hangi vakaların aşırı kanayabileceğini tahmin edebilmek hem önleme hem de erken müdahale açısından faydalı olabilir.

6. SONUÇLAR

Perioperatif aneminin özellikle akut koroner sendromlu hastalarda olmak üzere mortalite ve morbiditeyi arttıracığı bilinmektedir. Uzun yıllar kan transfüzyonunun güvenle anemi ile ilişkili fizyolojik anormallikleri düzeltereği ve sonuçları iyileştireceği kabul edilmiştir ve kan transfüzyonu anemi tedavisinin temel taşı olarak önemini yitirmemiştir. Ancak özellikle son yıllarda kan transfüzyonunun sonuçları iyileştirmediği ve gerçekte sonuçları kötüleştirebileceğine dair kanıtlar giderek artmaktadır.

Skolyoz hastalarında spinal deformitenin düzeltilmesi ve eğriliğin artmasının önlenmesi için cerrahi tedavi yapılmaktadır. Kullanılan aletlerde ve perioperatif dönemde uygulanabilen monitörizasyon tekniklerindeki gelişmeler nedeni ile cerrahi geçiren hasta sayısı her geçen gün artmaktadır. Tüm bu gelişmelere rağmen halen skolyoz cerrahisi yüksek riskli bir cerrahi olarak kabul edilmektedir. Skolyoz cerrahisi aşırı kanama meydana gelebilen ve bu nedenle kan transfüzyonu yapılma riski de oldukça yüksek olan bir cerrahidir. Bu durum hastayı allojenik kan transfüzyonunun riskleri ile karşı karşıya getirmektedir ve transfüzyon riski ve maliyetleri önemli bir kaygı nedeni olmaya devam etmektedir. Bu nedenlerle bu hasta gruplarında kanamayı arttırıcı nedenlerin ve transfüzyon ihtimalininin tespit edilmesi şu anda mevcut olan kan kaybı miktarlarını azaltmaya yönelik tedbirlerin geliştirilmesinde önemli bir ilk adım olarak rol oynayacaktır.

Bizim çalışmamızda kliniğimizde 5 yıllık süreçte skolyoz cerrahisi geçiren 202 hastanın sonuçları incelendiğinde intraoperatif allojenik kan transfüzyonu yapılan hastalarda erken postoperatif sonuçların negatif olarak etkilendiği görülmüştür. İntraoperatif kan transfüzyonu yapılan hastalarda mekanik ventilasyon süreleri, postoperatif kan transfüzyonu ihtiyacı ve hastaneden taburculuk süreleri intraoperatif kan transfüzyonu yapılmayanlara göre anlamlı olarak artmıştır.

Bizim çalışmamızın sonucuna göre skolyoz cerrahisi geçiren hastalarda preoperatif, intraoperatif ve postoperatif dönemi kapsayan, kanamayı ve allojenik kan transfüzyonunu azaltmaya yönelik kapsamlı tedavilerin uygulanmasının önemi ortaya çıkmaktadır.

7. ÖZET

Skolyoz Cerrahisinde Kan Ve Kan Ürünleri Kullanımının Etkinlik Ve Güvenilirliği

Skolyoz cerrahisinde intraoperatif kan kaybı çoğunlukla kan transfüzyonu yapılmasını gerektirir. Skolyoz cerrahisinde intraoperatif kan kaybının ve transfüzyon riskinin önceden tahmin edilmesine katkı sağlayan faktörler ve kan transfüzyonunun postoperatif etkileri araştırılmakta olan konulardır. Biz de çalışmamızda kliniğimizde esas olarak skolyoz cerrahisinde allojenik kan ürünleri kullanım alışkanlığımız ve uygulamalarımızın değerlendirilmesini ve allojenik kan ürünleri kullanım potansiyelinin belirlenmesini ve ikincil olarak da intraoperatif kan transfüzyonlarının postoperatif dönemdeki kan transfüzyonlarına ve postoperatif sonuçlara etkilerinin değerlendirilmesini amaçladık.

01 Ocak 2009 - 31 Aralık 2014 tarihleri arasında yaptığımız bu retrospektif çalışmada skolyoz cerrahisi geçiren 207 hasta değerlendirilmiş olup kayıtlarına ulaşamayan 5 hasta çalışma dışı bırakılmıştır. Çalışmamızda kliniğimizde skolyoz cerrahisi yapılan hastaların perioperatif kan transfüzyonu ve transfüzyonun postoperatif süreçte hastaya etkileri incelenmiş olup anestezi kayıtlarından yaş, cinsiyet, kilo, ASA skoru, komorbid hastalıkları gibi demografik özellikleri, füzyon seviyesi, anestezi ve operasyon süresi, preoperatif hemoglobin değeri, eritrosit süspansiyonu transfüzyonu öncesi hemoglobin değeri, eritrosit süspansiyonu transfüzyonu endikasyonu, intraoperatif kan ve kan ürünleri transfüzyonu, intraoperatif inotrop/vazopressör ihtiyacı, YBÜ/ASBÜ kalış süresi, mekanik ventilasyon süresi, postoperatif ilk hemoglobin değeri, postoperatif kan ve kan ürünleri transfüzyonu ve postoperatif taburculuk süresi gibi parametreleri incelenmiştir.

Çalışma 138 kadın ve 64 erkek hastadan oluşmaktaydı. Hastalar başlıca intraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılan ve intraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılmayan olarak 2 gruba ayrılmıştır. Çalışmamızda operasyon süresi ile intraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu arasındaki ilişki değerlendirilmiştir. İntraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılan

116 hastanın ortalama operasyon süresi 339 (SD±98) dakika; intraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılmayan 86 hastanın ortalama operasyon süresi 193 (SD±106) dakika olup bu iki grup arasında anlamlı farklılık saptanmıştır ($p < 0,001$). Hastalar füzyon yapılan vertebra seviyelerine göre ≤ 3 , 4-8 arası ve ≥ 9 olarak 3 kategoriye ayrılmıştır. Bu üç grupta füzyon seviyesi ve yatış boyunca eritrosit süspansiyonu transfüzyonu uygulaması arasında ilişki değerlendirilmiş olup anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p=0,104$). İntraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılan ve yapılmayan hastaların postoperatif taburculuk süresi boyunca eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılma oranlarına bakılmış olup intraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılan hastaların postoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyon ihtiyacı artmış olarak saptanmıştır ($p<0,001$). Hiç eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılmamış hastaların gerek postoperatif dönemdeki mekanik ventilatör süreleri gerekse taburculuk süreleri eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılan hastalara göre daha kısa bulunmuştur.

Sonuç olarak çalışmamızda intraoperatif eritrosit süspansiyonu transfüzyonu yapılmasının skolyoz cerrahisinde erken dönem postoperatif sonuçları olumsuz yönde etkilediği gösterilmiştir. Bizim çalışmamızın sonuçlarına göre skolyoz cerrahisinde, intraoperatif kan kaybı ve allojenik kan transfüzyon miktarını azaltmak için yöntemler geliştirilmesinin hastaların postoperatif sürecine olumlu katkılar sağlayacağı söylenebilir.

Anahtar sözcükler: Skolyoz cerrahisi, allojenik kan transfüzyonu.

8. ABSTRACT

The Efficacy and Safety of Blood and Blood Products in Scoliosis Surgery

Intraoperative blood loss during scoliosis surgery often leads to blood transfusion. Predictors of intraoperative blood loss, risk of transfusion and the postoperative effects of intraoperative blood loss and blood transfusion are extensively being investigated. In our study our primary aim was to investigate our habit and practice of using allogenic blood during scoliosis surgery. Our secondary aim was to investigate the influence of intraoperative blood transfusion on postoperative blood transfusion rate and postoperative outcomes.

In this retrospective study 207 patients who have undergone scoliosis surgery between January 1st of 2009 and December 31th of 2014 were determined. Five of these patients were excluded from the study as we could not reach their records. In our study to investigate the perioperative transfusions and their effect on the patients in the postoperative period we recorded and investigated the following parameters; age, gender, body weight, ASA score, comorbid disease, fusion levels, operative and surgical times, preoperative hemoglobin levels, the hemoglobin levels just before the transfusion, intraoperative blood and blood product transfusion, intraoperative inotrope / vasopressor use, ICU and PACU time, time of mechanical ventilation, postoperative first hemoglobin levels, amount of intra/postoperative blood products transfusion and postoperative hospital stay times were recorded.

Data of 138 women and 64 men were assessed. Patients were grouped according to the intraoperative allogenic blood transfusion usage. The mean operative times in the transfused group (n=116) was 339 (SD±98) minutes; and 193 (SD±106) minutes in the non-transfused group (n=86) ($p < 0,001$). There were no difference between groups regarding fusion levels of ≤ 3 , between 4-8 and ≥ 9 ($p=0,104$). The hospital discharge times of the intraoperative transfused patients were significantly longer than the non-transfused group ($p<0,001$). Postoperative blood transfusion rates were also significantly higher in patients in the intraoperative transfused group compared to non-transfused group ($p<0,001$).

Postoperative mechanical ventilation times were significantly less in the non-transfused patients compared to the intraoperative transfused patients and only postoperative transfused patients ($p<0,001$).

In conclusion, our results reveal that intraoperative blood transfusions have a negative affect on early postoperative results. We can say that the perioperative strategies to decrease blood loss and transfusion of allogenic blood products in scoliosis surgery will be beneficial for our patients.

Key words: Scoliosis surgery, allogenic blood transfusion.



9. KAYNAKLAR

1. Dickson RA. Spinal deformity - basic principles. *Current Orthopedics* 2004; 18: 411-25.
2. Weinstein SL. Natural history. *Spine* 1999; 24: 2592-600.
3. Gill I, Eagle M, Mehta JS, Gibson MJ, Bushby K, Bullock R. Correction of neuromuscular scoliosis in patients with preexisting respiratory failure. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2006; 31(21): 2478-83.
4. Pehrsson K, Bake B, Larsson S, Nachemson A. Lung function in adult idiopathic scoliosis: a 20 year follow up. *Thorax* 1991; 46: 474-8.
5. Koumbourlis AC. Review: Scoliosis and the respiratory system. *Pead Resp Rev* 2006; 7: 152-60.
6. Weinstein SL, Dolan LA, Spratt KF, Peterson KK, Spoonamore MJ, Ponseti IV. Health and function of patients with untreated idiopathic scoliosis: a 50-year natural history study. *JAMA* 2003; 289: 559-67.
7. Weinstein SL, Dolan LA, Cheng JC, Danielsson A, Morcuende JA. Adolescent idiopathic scoliosis. *Lancet* 2008; 371(9623): 1527-37. doi: 10.1016/S0140-6736(08)60658-3. Review.
8. Yoshihara H, Yoneoka D. Predictors of allogeneic blood transfusion in spinal fusion in the United States, 2004-2009. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2014; 39(4): 304-10. doi: 10.1097/BRS.0000000000000123
9. Fosco M, Di Fiore M. Factors predicting blood transfusion in different surgical procedures for degenerative spine disease. *Eur Rev Med Pharmacol Sci* 2012; 16: 1853-8.
10. Nuttall GA, Horlocker TT, Santrach PJ, Oliver WC Jr, Dekutoski MB, Bryant S. Predictors of blood transfusions in spinal instrumentation and fusion surgery. *Spine* 2000; 25: 596-601.
11. Berenholtz SM, Pronovost PJ, Mullany D, Garrett E, Ness PM, Dorman T, Klag MJ. Predictors of transfusion for spinal surgery in Maryland, 1997 to 2000. *Transfusion* 2002; 4: 183-9.
12. Lenoir B, Merckx P, Paugam-Burtz C, Dauzac C, Agostini MM, Guigui P, Mantz J. Individual probability of allogeneic erythrocyte transfusion in elective spine surgery: the predictive model of transfusion in spine surgery. *Anesthesiology* 2009; 110: 1050-60.
13. Torres-Claramunt R, Ramírez M, López-Soques M, Saló G, Molina-Ros A, Lladó A, Cáceres E. Predictors of blood transfusion in patients

- undergoing elective surgery for degenerative conditions of the spine. *Arch Orthop Trauma Surg* 2012; 132: 1393-8.
14. Guay J, Haig M, Lortie L, Guertin MC, Poitras B. Predicting blood loss in surgery for idiopathic scoliosis. *Can J Anaesth* 1994; 41: 775-81.
 15. Edler A, Murray DJ, Forbes RB. Blood loss during posterior spinal fusion surgery in patients with neuromuscular disease: is there an increased risk? *Paediatr Anaesth* 2003; 13: 818-22.
 16. Isbister JP, Shander A, Spahn D. Adverse blood transfusion outcomes: establishing causation. *Transfus Med Rev* 2011; 25(2): 89-101.
 17. Murphy GJ, Reeves BC, Rogers CA, Rizvi SI, Culliford L, Angelini GD. Increased mortality, postoperative morbidity, and cost after red blood cell transfusion in patients having cardiac surgery. *Circulation* 2007; 116: 2544-52.
 18. Bernard AC, Davenport DL, Chang PK. Intraoperative transfusion of 1 U to 2 U packed red blood cells is associated with increased 30-day mortality, surgical-site infection, pneumonia, and sepsis in general surgery patients. *J Am Coll Surg* 2009; 208: 931-7.
 19. Engoren M, Mitchell E, Perring P, Sferra J. The effect of erythrocyte blood transfusions on survival after surgery for hip fracture. *J Trauma* 2008; 65(6): 1411-5.
 20. Dodd RY. Current risk for transfusion transmitted infections. *Curr Opin Hematol* 2007; 14(6): 671-6.
 21. Lackritz E, Satten G, Aberle-Grasse J. Estimated risk of transmission of the human immunodeficiency virus by screened blood in the United States. *N Engl J Med* 1995; 333: 1721-5.
 22. Holland P. Transfusion transmitted infectious diseases. *J Fla Med Assoc* 1993; 80: 33-6. 23.
 23. Aoun E, Shamseddine A, Chehal A. Transfusion-associated GVHD 10 years' experience at the American University of Beirut-Medical Center. *Transfusion* 2003; 43(12): 1672-6.
 24. Klein H. Allogeneic transfusion risks in the surgical patient. *Am J Surg* 1995; 170: 21-6. *Spine* 1992; 17: 204-5.
 25. Spiess BD. Risks of transfusion: Outcome focus *Transfusion*, 2004; 44(12): 4-14.
 26. Blumberg N. Allogeneic transfusion and infection: Economic and clinical implications. *Semin Hematol* 1997; 34: 34-40.

27. Innerhofer P, Walieczek C, Luz G. Transfusion of buffy coat-depleted blood components and risk of postoperative infection in orthopedic patients. *Transfusion* 1999; 39: 625–32.
28. Guay J, Moerloose P, Lasne D. Minimizing perioperative blood loss and transfusions in children. *Canadian J of Anesthesia* 2006; 53(6): 59–67.
29. Abbott EM, Nandyala SV, Schwend RM. Does a kaolin-impregnated hemostatic dressing reduce intraoperative blood loss and blood transfusions in pediatric spinal deformity surgery? *Spine (Phila Pa 1976)*. 2014 Sep 1;39(19):E1174-80. doi: 10.1097/BRS.0000000000000466.
30. Florentino-Pineda I, Thompson GH, Poe-Kochert C. The effect of amicar on perioperative blood loss in idiopathic scoliosis: the results of a prospective, randomized double-blind study. *Spine* 2004; 29(3): 233-8.
31. Neilipovitz DT, Murto K, Hall L. A randomized trial of tranexamic acid to reduce blood transfusion for scoliosis surgery. *Anesth Analg* 2001; 93(1): 82-7.
32. Sethna NF, Zurakowski D, Brustowicz RM. Tranexamic acid reduces intraoperative blood loss in pediatric patients undergoing scoliosis surgery. *Anesthesiology* 2005; 102(4): 727-32.
33. Weiss JM, Skaggs D, Tanner J. Cell Saver: is it beneficial in scoliosis surgery ? *J Child Orthop* 2007; 1: 221-7.
34. Forgie MA, Wells PS, Laupacis A. Preoperative autologous donation decreases allogeneic transfusion but increases exposure to all red blood cell transfusion: results of a meta-analysis. *International Study of Perioperative Transfusion (ISPOT) Investigators. Arch Intern Med* 1998; 158: 610-6.
35. Trobisch P, Suess O, Schwab F. Idiopathic scoliosis. *Dtsch Arztebl Int* 2010 Dec; 107(49): 875-83; quiz 884. doi: 10.3238/arztebl.2010.0875. Epub 2010 Dec 10.
36. Goldstein LA, Waugh TR. Classification and terminology of scoliosis. *Clin Orthop* 1973; 93: 10-22.
37. Kulkarni AH, Ambareesha M. Scoliosis and Anaesthetic Considerations *Indian Journal of Anaesthesia* 2007; 51 (6): 486-95.
38. Gregory GA. *Pediatric Anesthesia* 4th ed. New York, NY Churchill Livingstone 2001; 621.
39. Horlocker TT, Wedel DJ. Anesthesia for orthopedic surgery, Chapter 40, in *Clinical Anesthesia* by Barash PG, Cullen BF Stoelting RK eds. Fifth edition. Lippincott Williams and Wilkins 2005.

40. Koukourakis I, Giaourakis G, Kouvidis G. Screening school children for scoliosis on the island of Crete. *J Spinal Disord* 1997; 10: 527-31.
41. Carter OD, Haynes S. Prevalence rates for scoliosis in US adults: Results from the first national health and nutrition examination survey. *Int J Epidemiol* 1987; 16: 537-44.
42. Schwab F, Ashok D, Lorenzo G. Adult scoliosis: prevalence, SF-36, and nutritional parameters in an elderly volunteer population. *Spine* 2005; 30: 1083-5.
43. Stirling AJ, Howel D, Millner PA. Late onset idiopathic scoliosis in children six to fourteen years old: A cross sectional prevalence study. *J Bone Joint Surg Am* 1996; 78: 1330-6.
44. Lonstein JE. Adolescent idiopathic scoliosis. *Lancet* 1994; 344: 1407-12.
45. Parent S, Newton PO, Wenger DR. Adolescent idiopathic scoliosis: etiology, anatomy, natural history, and bracing. *Instr Course Lect* 2005; 54: 529-36.
46. Lonstein JE, Carlson JM. The prediction of curve progression in untreated idiopathic scoliosis during growth. *J Bone Joint Surg Am* 1984; 66: 1061-71.
47. Weinstein SL, Ponseti IV. Curve progression in idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am* 1983; 65: 447-55.
48. Lowe TG, Edgar M, Margulies JY. Etiology of idiopathic scoliosis: current trends in research. *J Bone Joint Surg* 2000; 82-A: 1157-68.
49. Burwell RG. Aetiology of idiopathic scoliosis: current concepts. *Pediatr Rehabil* 2003; 6: 137-70.
50. Yamada K, Yamamoto H, Nakagawa Y, Tezuka A, Tamura T, Kawata S. Etiology of idiopathic scoliosis. *Clin Orthop* 1984; 184: 50- 7.
51. Kesling KL, Reinker KA. Scoliosis in twins. A meta-analysis of the literature and report of six cases. *Spine* 1997; 22: 2009-14; discussion 2015.
52. Hadley MN. Spine update: genetics of familial idiopathic scoliosis. *Spine* 2000; 25: 2416-8.
53. Poon AM, Cheung KM, Lu DS, Leong JC. Changes in melatonin receptors in relation to the development of scoliosis in pinealectomized chickens. *Spine* 2006; 31: 2043-7.

54. O'Kelly C, Wang X, Raso J. The production of scoliosis after pinealectomy in young chickens, rats, and hamsters. *Spine* 1999; 24: 35–43.
55. Bagnall, KM, Raso VJ, Hill DL, Moreau M, Mahood JK, Jiang H, Russell G, Bering M, Buzzell GR. Melatonin levels in idiopathic scoliosis. Diurnal and nocturnal serum melatonin levels in girls with adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 1996; 21: 1974-8.
56. Kawabata H, Ono K, Seguchi Y, Tanaka M. [Idiopathic scoliosis and growth- α biomechanical consideration.] *Nippon Seikeigeka Gakkai Zasshi* 1988; 62: 161-70.
57. Echenne B, Barneon G, Pages M, Caillens JP, Guibal C, Jarrousse Y, Dimeglio A, Pous JG. Skin elastic fiber pathology and idiopathic scoliosis. *J Pediatr Orthop* 1988; 8: 522-8.
58. Spencer GS, and Eccles MJ. Spinal muscle in scoliosis. Part 2. The proportion and size of type 1 and type 2 skeletal muscle fibres measured using a computer-controlled microscope. *J Neurol Sci* 1976; 30: 143-54.
59. Gibson JN, McMaster MJ, Scrimgeour CM, Stoward PJ and Rennie MJ. Rates of muscle protein synthesis in paraspinal muscles: lateral disparity in children with idiopathic scoliosis. *Clin Sci* 1988; 75: 79-88.
60. Kindsfater K, Lowe T, Lawellin D, Weinstein D, Akmakjian J. Levels of platelet calmodulin for the prediction of progression and severity of adolescent idiopathic scoliosis. *J Bone and Joint Surg* 1994; 76-A: 1186-92.
61. Muhlrad A, Yarom R. Contractile protein on platelets from patients with idiopathic scoliosis. *Haemostasis* 1982; 11: 154-60.
62. Yarom R, Blatt J, Gorodetsky R, Robin GC. Microanalysis and x-ray fluorescence spectrometry of platelets in diseases with elevated muscle calcium. *European J Clin Invest* 1980; 10: 143-7.
63. Lowe T, Lawellin D, Smith D. Platelet calmodulin levels in adolescent idiopathic scoliosis: do the levels correlate with curve progression and severity? *Spine* 2002; 27: 768–75.
64. Agadir M, Sevastik B, Sevastik JA, Svensson L. Effects of intercostal nerve resection on the longitudinal rib growth in the growing rabbit. *J Orthop Res* 1989; 7: 690–5.
65. Sahlstrand T, Petruson B. A study of labyrinthine function in patients with adolescent idiopathic scoliosis. I. An electronystagmographic study. *Acta Orthop Scandinavica* 1979; 50: 759-69.

66. Benli IT, Uzumcugil O, Aydin E, Ates B, Gurses L, Hekimoglu B. Magnetic resonance imaging abnormalities of neural axis in Lenke type 1 idiopathic scoliosis. *Spine* 2006; 31: 1828–33.
67. Inoue M, Minami S, Nakata Y. Preoperative MRI analysis of patients with idiopathic scoliosis: a prospective study. *Spine* 2005; 30: 108–14.
68. Chu WC, Lam WW, Chan YL. Relative shortening and functional tethering of spinal cord in adolescent idiopathic scoliosis: study with multiplanar reformat magnetic resonance imaging and somatosensory evoked potential. *Spine* 2006; 31: 19–25.
69. Guo X, Chau WW, Chan YL, Cheng JC. Relative anterior spinal overgrowth in adolescent idiopathic scoliosis: results of disproportionate endochondral-membranous bone growth. *J Bone Joint Surg* 2003; 85-B: 1026–31.
70. Branthwaite MA. Cardiorespiratory consequences of unfused idiopathic scoliosis patients. *Br J Dis Chest* 1986; 80: 360–9.
71. Ponseti IV, Friedman B. Prognosis in idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1950; 52-A: 131–44.
72. Ascani E, Bartolozzi P, Logroscino CA. Natural history of untreated idiopathic scoliosis after skeletal maturity. Symposium on epidemiology, natural history and non-operative treatment of idiopathic scoliosis. *Spine* 1986; 11: 784–9.
73. Collis DK, Ponseti IV. Long-term follow-up of patients with idiopathic scoliosis not treated surgically. *J Bone Joint Surg* 1969; 51-A: 425–45.
74. Edgar MA, Mehta MH. Long-term follow-up of fused and unfused idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1988; 70-B: 712–6.
75. Nilsson U, Lundgren KD. Long-term prognosis in idiopathic scoliosis. *Acta Orthop Scand* 1968; 39: 456–65.
76. Godfrey S. Respiratory and cardiovascular consequences of scoliosis. *Respiration* 1970; 27: Suppl 67–70.
77. Nachemson A. A long term follow-up study of non-treated scoliosis. *Acta Orthop Scand* 1968; 39: 466–76.
78. Dickson RA. Early-onset idiopathic scoliosis. In: Weinstein SL, ed. *The Pediatric Spine*. New York, Raven Press 1994; 421–9.
79. Nnadi C, Fairbank J. Scoliosis: a review. *Paediatrics and Child Health* 2010; 20(5): 215–20.

80. Negrini S, Aulisa L, Ferraro C. Italian guidelines on rehabilitation treatment of adolescents with 1scoliosis or other spinal deformities. *Eura Medicophys* 2005; 41: 183–201.
81. Weiss HR, Negrini S, Rigo M. Indications for conservative management of scoliosis (guidelines). *Scoliosis* 2006; 1: 5.
82. Richards BS, Bernstein RM, D’Amato CR, Thompson GH. Standardization of criteria for adolescent idiopathic scoliosis brace studies: SRS Committee on Bracing and Nonoperative Management. *Spine* 2005; 30: 2068–75.
83. Shaughnessy WJ. Advances in scoliosis brace treatment for adolescent idiopathic scoliosis. *Orthop Clin North Am* 2007; 38: 469–75.
84. Rahman T, Bowen JR, Takemitsu M, Scott C. The association between brace compliance and outcome for patients with idiopathic scoliosis. *J Pediatr Orthop* 2005; 25: 420–2.
85. Price CT, Scott DS, Reed FR Jr, Sproul JT, Riddick MF. Nighttime bracing for adolescent idiopathic scoliosis with the Charleston Bending Brace: Long-term follow-up. *J Pediatr Orthop* 1997; 17: 703–7.
86. Dickson JH, Mirkovic S, Noble PC, Nalty T, Erwin WD. Results of operative treatment of idiopathic scoliosis in adults. *J Bone Joint Surg* 1995; 77-A: 513–23.
87. Betz RR, Harms J, Clements DH 3rd. Comparison of anterior and posterior instrumentation for correction of adolescent thoracic idiopathic scoliosis. *Spine* 1999; 24: 225–39.
88. Graham EJ, Lenke LG, Lowe TG. Prospective pulmonary function evaluation following open thoracotomy for anterior spinal fusion in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2000; 25: 2319–25.
89. Picetti GD III, Pang D, Bueff HU. Thoracoscopic techniques for the treatment of scoliosis: Early results in procedure development. *Neurosurgery* 2002; 51: 978-84.
90. Kuklo TR, Lenke LG, O’Brien MF, Lehman RA Jr, Polly DW Jr, Schroeder TM. Accuracy and efficacy of thoracic pedicle screws in curves more than 90 degrees. *Spine* 2005; 30: 222–6.
91. Betz RR, D’Andrea LP, Mulcahey MJ, Chafetz RS. Vertebral body stapling procedure for the treatment of scoliosis in the growing child. *Clin Orthop Relat Res* 2005; 434: 55–60.

92. Braun JT, Hoffman M, Akyuz E, Ogilvie JW, Brodke DS, Bachus KN. Mechanical modulation of vertebral growth in the fusionless treatment of progressive scoliosis in an experimental model. *Spine* 2006; 31: 1314–20.
93. Ibrahim KN, Newton PO, Sucato DJ. Safety and Outcome in the Surgery of Adolescent Idiopathic Scoliosis. *Spine Deformity Preview Issue* 2012; 46-52.
94. Coe JD, Arlet V, Donaldson W. Complications in spinal fusion for adolescent idiopathic scoliosis in the new millennium. A report of the Scoliosis Research Society Morbidity and Mortality Committee. *Spine* 2006; 31: 345–9.
95. Luhmann SJ, Lenke LG, Bridwell KH. Revision surgery after primary spine fusion for idiopathic scoliosis. *Spine* 2009; 34: 2191–7.
96. Raw DA, Beattie JK, Hunter JM. Anaesthesia for spinal surgery in adults. *British Journal of Anaesthesia* 2003; 91: 886-904.
97. Gürkan Y, Eroğlu A, Kelsaka E, Kürşad H, Yılmazlar A. Skolyoz cerrahisinde anestezi. *Turk J Anaesth Reanim* 2013; 41: 88-97.
98. Wilton N, Anderson B. Orthopedic and spine surgery. In: Cote CJ, Lerman J, Todres ID (eds). *Practice of anesthesia in infants and children*. 4th edition. Philadelphia: Elsevier 2009; 633-55.
99. John MT, Michael AG. Critical challenges in orthopedic surgery patients. *Critical Care Medicine* 2006; 39(9): 191-9.
100. Kafer ER. Respiratory and cardiovascular functions in scoliosis. *Bull Eur de Physiopathol Respir* 1977; 13: 299–321.
101. Lin MC, Liaw MY, Chen WJ, Cheng PT, Wong AM, Chiou WK. Pulmonary function and spinal characteristics: their relationships in persons with idiopathic and postpoliomyelitic scoliosis. *Arch Phys Med Rehabil* 2001; 82: 335–41.
102. Cooper DM, Rojas JV, Mellins RB. Respiratory mechanics in adolescents with idiopathic scoliosis. *Am Rev Respir Dis* 1984; 130: 16-22.
103. Yuan N, Fraire JA, Margetis MM, Skaggs DL, Tolo VT, Keens TG. The effect of scoliosis surgery on lung function in the immediate postoperative period. *Spine* 2005; 30: 2182-5.
104. Bradford D, Tay BKB, Hu SS. Adult scoliosis: surgical indications, operative management, complications, and outcomes. *Spine* 1999; 24: 2617-29.
105. Taylor JM, Gropper MA. Critical care challenges in orthopedic surgery patients. *Crit Care Med* 2006; 34: 191-9.

106. Rawlins BA, Winter RB, Lonstein J. Reconstructive spine surgery in pediatric patients with major loss in vital capacity. *J Pediatr Orthop* 1996; 16: 284-92.
107. Kearon C, Viviani GR, Kirkley A, Killian KJ. Factors determining pulmonary function in adolescent idiopathic thoracic scoliosis. *Am Rev Respir Dis* 1993; 148: 288–94, 295-303.
108. Weinstein SL, Zavala DC, Ponseti IV. Idiopathic scoliosis: long-term follow-up and prognosis in untreated patients. *J Bone Joint Surg* 1981; 63-A: 702–12.
109. Pehrsson K, Danielsson A, Nachemson A. Pulmonary function in adolescent idiopathic scoliosis: a 25 year follow up after surgery or start of brace treatment. *Thorax* 2001; 56: 388–93.
110. Day GA, Upadhyay SS, Ho EK. Pulmonary functions in congenital scoliosis. *Spine* 1994; 19: 1027-31.
111. Koumbourlis AC. Review: Scoliosis and the respiratory system. *Paed Resp Rev* 2006; 7: 152-60.
112. Pehrsson K, Bake B, Larsson S, Nachemson A. Lung function in adult idiopathic scoliosis: a 20 year follow up. *Thorax* 1991; 46: 474–8.
113. Tetzlaff JE, Yoon HJ. Scoliosis. Chapter 22 in *Clinical Orthopedic Anesthesia*. Tetzlaff JE ed. Butterworth Heinemann 1995.
114. Davies G, Reid L. Effect of scoliosis on growth of alveoli and pulmonary arteries and on the right ventricle. *Arch Dis Child* 1971; 46: 623-32.
115. Kafer ER. Review article. Respiratory and cardiovascular functions in scoliosis and the principles anesthetic management. *Anesthesiology* 1980; 52: 339-51.
116. Hirschfeld SS, Rudner C, Nash CL, Nussbaum E, Brower EM. Incidence of mitral valve prolapse in adolescent scoliosis and thoracic kyphosis. *Pediatrics* 1982; 70: 451-4.
117. Tobias JD. A review of intrathecal and epidural analgesia after spinal surgery in children. *Anesth Analg* 2004; 98: 956-65.
118. Gottschalk A, Freitag M, Tank S. Quality of postoperative pain using an intraoperatively placed epidural catheter after major lumbar spinal surgery. *Anesthesiology* 2004; 101: 175-80.
119. Crabb I. Anaesthesia for spinal surgery. *Anaesthesia* 2006; 7: 83-6.
120. Wu CL, Thomsen RW. Effect of postoperative epidural analgesia on patient outcomes. *Tech Reg Anesth Pain Manag* 2003; 7: 140-7.

121. Aono J, Ueda W, Mamiya K, Takimoto E, Manabe M. Greater incidence of delirium during recovery from sevoflurane anesthesia in preschool boys. *Anesthesiology* 1997; 87: 1298-300.
122. Lerman J, Davis PJ, Welborn LG. Induction, recovery, and safety characteristics of sevoflurane in children undergoing ambulatory surgery. A comparison with halothane. *Anesthesiology* 1996; 84: 1332-40.
123. Sutter M, Deletis V, Dvorak J, Eggspuehler A, Grob D, Macdonald D, et al. Current opinions and recommendations on multimodal intraoperative monitoring during spine surgeries. *Euro Spine Journal* 2007; 16: 232-3.
124. Soliman DE, Maslow AD, Bokesch P. Transoesophageal echocardiography during scoliosis repair: comparison with CVP monitoring. *Can J Anaesth* 1998; 45: 925-32.
125. Vischoff D, Fortier L, Villeneuve E, Boutin C, Labelle H. Anaesthetic management of an adolescent for scoliosis surgery with a Fontan circulation. *Paediatr Anaesth* 2001; 11: 607-10.
126. de Haan P, Kalkmann CJ. Spinal cord monitoring somatosensory and motor-evoked potentials. *Anesthesiol Clin North America* 2001; 19: 923-45.
127. Salem MR, Klowden AJ. Anesthesia for Orthopedic Surgery. In: Gregory GA, ed. *Pediatric Anesthesia*. Churchill Livingstone, New York USA 2002; 617-61.
128. Grottke O, Dietrich PJ, Wiegels S, Wappler F. Intraoperative wake-up test and postoperative emergence in patients undergoing spinal surgery: a comparison of intravenous and inhaled anesthetic techniques using short-acting anesthetics. *Anesth Analg* 2004; 99: 1521-7.
129. DiCindio S, Theroux M, Shah S. Multimodality monitoring of transcranial electric motor and somatosensory-evoked potentials during surgical correction of spinal deformity in patients with cerebral palsy and other neuromuscular disorders. *Spine* 2003; 28: 1851-5.
130. Mooney J, Bernstein R, Hennrikus W, MacEwen GD. Neurologic risk management in scoliosis surgery. *J Pediatr Orthoped* 2002; 22: 683-9.
131. Winter R. Neurologic safety in spinal deformity surgery. *Spine* 1997; 22: 1527-33.
132. Murphy GS, Vender JS. Monitoring the anesthetized patient. In: Barash PG, Cullen BF, Stoelting RK, editors. *Clinical anesthesia*. 4th ed. Philadelphia: Lippincott Williams&Wilkins 2001; 667-86.

133. Bridwell K, Lenke L, Baldus C, Blanke K. Major intraoperative neurological deficits in pediatric and adult spinal deformity patients: Incidence and etiology at one institution. *Spine* 1998; 23: 324-31.
134. Reid JM, Appleton PJ. A case of ventricular fibrillation in the prone position during back stabilisation surgery in a boy with Duchenne's muscular dystrophy. *Anaesthesia* 1999; 54: 364-7.
135. Tobias JD, Mencia GA, Atwood R, Gurwitz GS. Intraoperative cardiopulmonary resuscitation in the prone position. *J Pediatr Surg* 1994; 29: 1537-8.
136. Gittman JE, Buchanan TA, Fischer BJ. Fatal fat embolism after spinal fusion for scoliosis. *JAMA* 1983; 249: 779-81.
137. Cheng MA, Todorov A, Tempelhoff R, McHugh T, Crowder CM, Lauryssen C. The effect of prone positioning on intraocular pressure in anesthetized patients. *Anesthesiology* 2001; 95: 1351-5.
138. Gaff O, Aubineau J, Berniere J, Desjeux L, Murat I. Analgesic effect of low dose intrathecal morphine after spinal fusion in children. *Anesthesiology* 2001; 94: 447-52.
139. Shaw B, Watson TC, Merzel DI, Gerardi J, Birek A. The safety of continuous epidural infusion for postoperative analgesia in pediatric spine surgery. *J Pediatr Orthop* 1996; 16: 374-7.
140. Tobias JD, Gaines RW, Lowry KJ, Little D, Bildner C. A dual epidural catheter technique to provide analgesia following posterior spinal fusion for scoliosis in children and adolescents. *Paediatr Anaesth* 2001; 11: 199-203.
141. Gibson P. Spinal cord damage following thoracic epidural anaesthesia. *Anaesth Intensive Care*. 2004; 32(4): 596-7.
142. Aubrun F, Langeron O, Heitz D, Coriat P, Riou B. Randomised, placebo-controlled study of the postoperative analgesic effects of ketoprofen after spinal fusion surgery. *Acta Anaesthesiol Scand* 2000; 44: 934-9.
143. Dimar JR, Ante WA, Zhang YP, Glassman S. The effects of nonsteroidal anti-inflammatory drugs on posterior spinal fusions in the rat. *Spine* 1996; 21: 1870-6.
144. Glassman SD, Rose SM, Dimar JR, Puno RM, Campbell MJ, Johnson JR. The effect of postoperative nonsteroidal anti-inflammatory drug administration on spinal fusion. *Spine* 1998; 23: 834-8.
145. Malan TP, Marsh G, Hakki SI. Parecoxib sodium, a parenteral cyclooxygenase 2 selective inhibitor, improves morphine analgesia and is

- opioid-sparing following total hip arthroplasty. *Anesthesiology* 2003; 98: 950-6.
146. Hirota K, Lambert DG. Ketamine: its mechanism(s) of action and unusual clinical uses. *Br J Anaesth* 1996; 77: 441-4.
 147. Weinbroum A. A single small dose of postoperative ketamine provides rapid and sustained improvement in morphine analgesia in the presence of morphine-resistant pain. *Anesth Analg* 2003; 96: 789-95.
 148. Reeves M, Lindholm D, Myles P, Fletcher H, Hunt JO. Adding ketamine to morphine for patient controlled analgesia after major abdominal surgery: a double blinded, randomized controlled trial. *Anesth Analg* 2001; 93: 116-20.
 149. Dix P, Martindale S, Stoddart P. Double blind randomized placebo-controlled trial of the effect of ketamine on postoperative morphine consumption in children following appendicectomy. *Paediatr Anaesth* 2003; 13: 422-6.
 150. Cregg N, Mannion D, Casey W. Oliguria during corrective spinal surgery for idiopathic scoliosis: the role of antidiuretic hormone. *Paediatr Anaesth* 1999; 9: 505-14.
 151. Brazel PW, McPhee IB. Inappropriate secretion of antidiuretic hormone in postoperative scoliosis patients: the role of fluid management. *Spine* 1996; 21: 724-7.
 152. Holte NE, Sharrock NE, Kehlet H. Pathophysiology and clinical implications of perioperative fluid excess. *Br J Anaesth* 2002; 89: 622-32.
 153. Grossfeld S, Winter RB, Lonstein JE, Denis F, Leonard A, Johnson L. Complications of anterior spinal surgery in children. *J Pediatr Orthop* 1997; 17: 89-95.
 154. Zhang JG, Wang W, Qiu GX, Wang YP, Weng XS, Xu, HG. The role of preoperative pulmonary function tests in the surgical treatment of scoliosis. *Spine* 2005; 30: 218-21.
 155. Loughman BA, Fennelly ME, Henley M, Hall GM. The effects of differing concentration of bupivacaine on the epidural somatosensory evoked potential after posterior tibial nerve stimulation. *Anesth Analg* 1995; 81: 147-51.
 156. Sundarathiti P, Pasutharnchat K, Jommaroeng P. Thoracic epidural-general analgesia in scoliosis surgery. *Journal of Clinical Anesthesia* 2010; 22: 410-14.

157. Rawal N. Combined regional and general anaesthesia. *Curr Opin Anaesthesiol* 2000; 13: 531-7.
158. Miller RD, Robbins TO, Tong MJ, Barton SL. Coagulation defects associated with massive blood transfusions. *Ann Surg* 1971; 174: 794-801.
159. Ciavarella D, Reed RL, Counts RB. Clotting factor levels and the risk of diffuse microvascular bleeding in the massively transfused patient. *Br J Haematol* 1987; 67: 365-8.
160. Murray DJ, Pennell BJ, Weinstein SL, Olson JD. Packed red cells in acute blood loss: dilutional coagulopathy as a cause of surgical bleeding. *Anesth Analg* 1995; 80: 336-42.
161. Floman Y, Liebergall M, Robin GC, Eldor A. Abnormalities of aggregation, thromboxane A synthesis, and C serotonin release in platelets of patients with idiopathic scoliosis. *Spine* 1983; 8: 236.
162. Kahmann RD, Donohue JM, Bradford DS. Platelet function in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 1992; 17: 145.
163. Dahl OE, Pedersen T, Kierulf P. Sequential intrapulmonary and systemic activation of coagulation and fibrinolysis during and after total hip replacement surgery. *Thromb Res* 1993; 70: 451-8.
164. Shapiro F, Sethna N. Blood loss in pediatric spine surgery. *Eur Spine J* 2004; 13 Suppl 1: 6-17. Epub 2004 Aug 13.
165. Yu X, Xiao H, Wang R, Huang Y Prediction of massive blood loss in scoliosis surgery from preoperative variables. *Spine* 2013; 38(4): 350-5.
166. Guay J, Reinberg C, Poitras B. A trial of desmopressin to reduce blood loss in patients undergoing spinal fusion for idiopathic scoliosis. *Anesth Analg* 1992; 75: 405-10.
167. Doi T, Harimaya K, Matsumoto Y. Peri-operative blood loss and extent of fused vertebrae in surgery for adolescent idiopathic scoliosis. *Fukuoka Igaku Zasshi* 2011; 102: 8-13.
168. Ho WK, Baccala M, Thom J, Eikelboom JW. High prevalence of abnormal preoperative coagulation tests in patients with adolescent idiopathic scoliosis. *J Thromb Haemost* 2005; 3: 1094-5.
169. Kannan S, Meert KL, Mooney JF, Hillman-Wiseman C, Warriar I. Bleeding and coagulation changes during spinal fusion surgery: a comparison of neuromuscular and idiopathic scoliosis patients. *Pediatr Crit Care Med* 2002; 3: 364-9.
170. Shaw PH, Reynolds S, Gunawardena S, Krishnamurti L, Ritchey AK. The prevalence of bleeding disorders among healthy pediatric patients with

- abnormal preprocedural coagulation studies. *J Pediatr Hematol Oncol* 2008; 30: 135–41.
171. Kamal AH, Tefferi A, Pruthi RK. How to interpret and pursue an abnormal prothrombin time, activated partial thromboplastin time, and bleeding time in adults. *Mayo Clin Proc* 2007; 82: 864-73.
 172. Brenn BR, Theroux MC, Dabney KW, Miller F. Clotting parameters and thromboelastography in children with neuromuscular and idiopathic scoliosis undergoing posterior spinal fusion. *Spine* 2004; 29: 310–4.
 173. Carling MS, Jeppsson A, Wessberg P, Henriksson A, Baghaei F, Brisby H. Preoperative fibrinogen plasma concentration is associated with perioperative bleeding and transfusion requirements in scoliosis surgery. *Spine* 2011; 36: 549–55.
 174. Barr PJ, Donnelly M, Cardwell C. Drivers of transfusion decision making and quality of the evidence in orthopedic surgery: a systematic review of the literature. *Transfus Med Rev* 2011; 25: 304–16.
 175. 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; 14(8): 1392-8. doi: 10.1016/j.spinee.2013.08.022. Epub 2013 Oct 18.
 176. Murray DJ, Forbes RB, Titone MB, Weinstein SL. Transfusion management in pediatric and adolescent scoliosis surgery. Efficacy of autologous blood. *Spine* 1997; 22: 2735–40.
 177. Edler A, Murray DJ, Forbes RB. Blood loss during posterior spinal fusion surgery in patients with neuromuscular disease: is there an increased risk? *Paediatr Anaesth* 2003; 13: 818-22.
 178. Bowen RE, Gardner S, Scaduto AA. Efficacy of intraoperative cell salvage systems in pediatric idiopathic scoliosis patients undergoing posterior spinal fusion with segmental spinal instrumentation. *Spine* 2010; 35: 246–51.
 179. Long TR, Stans AA, Shaughnessy WJ. Changes in red blood cell transfusion practice during the past quarter century: a retrospective analysis of pediatric patients undergoing elective scoliosis surgery using the Mayo database. *Spine J* 2012; 12: 455–62.
 180. Verma RR, Williamson JB, Dashti H. Homologous blood transfusion is not required in surgery for adolescent idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Br* 2006; 88: 1187–91.

181. Spahn DR, Casutt M. Eliminating blood transfusions: new aspects and perspectives. *Anesthesiology* 2000; 93: 242-55.
182. Malcolm-Smith NA, MacMaster MJ. The use of induced hypotension to control bleeding during posterior fusion for scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1983; 65: 255-8.
183. Ulrich PF, Keene JS, Hogan KJ, Roecker EB. Results of hypotensive anesthesia in operative treatment of thoraco lumbar fractures. *J Spinal Disord* 1990; 3: 329-33.
184. Florentino-Pineda I, Blakemore LC, Thompson GH. The effect of epsilon-aminocaproic acid on perioperative blood loss in patients with idiopathic scoliosis undergoing posterior spinal fusion: a preliminary prospective study. *Spine* 2001; 26(10): 1147-51.
185. Colovic V, Walker RWM, Patel D, Rushman S. Reduction of blood loss using aprotinin in spinal surgery in children for nonidiopathic scoliosis. *Paediatr Anaesth* 2002; 12: 835.
186. Cole JW, Murray DJ, Snider RJ, Bassett GS, Bridwell KH, Lenke LG. Aprotinin Reduces Blood Loss During Spinal Surgery in Children. *Spine* 2003; 28: 2482-5.
187. Owens RK, Crawford CH, Djurasovic M. Predictive factors for the use of autologous Cell Saver transfusion in lumbar spinal surgery. *Spine* 2013; 38: 217-22.
188. Anand N, Idio FG Jr, Remer S. The effects of perioperative blood salvage and autologous blood donation on transfusion requirements in scoliosis surgery. *J Spinal Disord* 1998; 11: 532-4.
189. Klein H. Allogeneic transfusion risks in the surgical patient. *Am J Surg* 1995; 170: 21-6. *Spine* 1992; 17: 204-5.
190. Lackritz E, Satten G, Aberle-Grasse J. Estimated risk of transmission of the human immunodeficiency virus by screened blood in the United States. *N Engl J Med* 1995; 333: 1721-5.
191. Chiavetta JA, Escobar M, Newman A. Incidence and estimated rates of residual risk for HIV, hepatitis C, hepatitis B and human T-cell lymphotropic viruses in blood donors in Canada, 1990-2000. *CMAJ* 2003; 169(8): 767-73.
192. Spiess BD. Risks of transfusion: Outcome focus. *Transfusion* 2004; 44 (12 Suppl): 4-14.

193. Triulzi DJ, Vanek K, Ryan DH, Blumberg N. A clinical and immunologic study of blood transfusion and post-operative bacterial infection in spinal surgery. *Transfusion* 1992; 32: 517–24.
194. Billingham RE. The biology of graft-versus-host reactions. *Harvey Lect* 1966; 67: 62: 21–78.
195. Aoun E, Shamseddine A, Chehal A. Transfusion-associated GVHD 10 years' experience at the American University of Beirut-Medical Center. *Transfusion* 2003; 43(12): 1672-6.
196. Ferrara JL, Levine JE, Reddy P, Holler E. Graft-versus-host disease. *Lancet*. 2009; 373(9674): 1550-61. doi: 10.1016/S0140-6736(09)60237-3. Epub 2009 Mar 11.
197. Hardy JF, De Moerloose P, Samama M. Massive transfusion and coagulopathy: Pathophysiology and implications for clinical management. *Can J Anaesth*. 2004; 51(4): 293-310.
198. Shafi S, Kauder DR. Fluid resuscitation and blood replacement in patients with polytrauma. *Clin Orthop Relat Res* 2004; 422: 37-42.
199. Raghavan M, Marik PE. Anemia, allogenic blood transfusion, and immunomodulation in the critically ill. *Chest* 2005; 127: 295–3071.
200. Vamvakas EC, Blajchman MA. Deleterious clinical effects of transfusion-associated immunomodulation: Fact or fiction? *Blood* 2001; 97: 1180–95.
201. Hebert PC, Fergusson D, Blajchman MA, Wells GA, Kmetz A, Coyle D, Heddle N, et al. Clinical outcomes following institution of the Canadian universal leukoreduction program for erythrocyte transfusions. *JAMA* 2003; 289: 1941–9.
202. Tinmouth A, Fergusson D, Yee IC, Hebert PC. Clinical consequences of red cell storage in the critically ill. *Transfusion* 2006; 46: 2014–27.
203. Koch CG, Li L, Sessler DI, Figueroa P, Hoeltge GA, Mihaljevic T, Blackstone EH. Duration of red-cell storage and complications after cardiac surgery. *N Engl J Med* 2008; 358: 1229–39.
204. Ali A, Auvinen MK, Rautonen J. The aging population poses a global challenge for blood services. *Transfusion* 2010; 50(3): 584–8.
205. Bui LL, Smith AJ, Bercovici M. Minimising blood loss and transfusion requirements in hepatic resection. *HPB (Oxford)* 2002; 4(1): 5–10.
206. Slappendel R, Dirksen R, Weber EW. An algorithm to reduce allogenic red blood cell transfusions for major orthopedic surgery. *Acta Orthop Scand* 2003; 74(5): 569–75.

207. Pierson JL, Hannon TJ, Earles DR. A blood-conservation algorithm to reduce blood transfusions after total hip and knee arthroplasty. *J Bone Jt Surg Am* 2004; 86-A(7): 1512–8.
208. Shander A, Fink A, Javidroozi M. Appropriateness of allogeneic red blood cell transfusion: the international consensus conference on transfusion outcomes. *Transfus Med Rev* 2011; 25(3): 232–46. e53.
209. Leahy MF, Mukhtar SA. From blood transfusion to patient blood management: a new paradigm for patient care and cost assessment of blood transfusion practice. *Int Med J* 2012; 42(3): 332–8.
210. Thomson A, Farmer S, Hofmann A. Patient blood management – a new paradigm for transfusion medicine? *ISBT Sci Ser* 2009; 4: 423–35.
211. Wong CJ, Vandervoort MK, Vandervoort SL. A cluster-randomized controlled trial of a blood conservation algorithm in patients undergoing total hip joint arthroplasty. *Transfusion* 2007; 47(5): 832–41.
212. Ghiglione M. Blood management: a model of excellence. *Clin Leadersh Manag Rev* 2007; 21(2): E2.
213. Helm RE, Rosengart TK, Gomez M. Comprehensive multimodality blood conservation: 100 consecutive CABG operations without transfusion. *Ann Thorac Surg* 1998; 65(1): 12.
214. Ridgeway S, Tai C, Alton P, Barnardo P, Harrison DJ. Pre-Donated Autologous Blood Transfusion In Scoliosis Surgery. *J Bone Joint Surg [Br]* 2003; 85-B: 1032-6.
215. Kamerlink JR, Quirno M, Auerbach JD, Milby AH, Windsor L, Dean L, Dryer JW, Errico TJ, Lonner BS. Hospital Cost Analysis of Adolescent Idiopathic Scoliosis Correction Surgery in 125 Consecutive Cases. *J Bone Joint Surg Am* 2010; 92: 1097-104.
216. Kochert P. Intravenous Morphine Infusion. *Spine* 2010; 35: 754–7.
217. Carson JL, Reynolds RC, Klein HG. Bad bad blood? *Crit Care Med* 2008; 36: 2707–8.
218. van Popta D, Stephenson J, Patel D, Verma R. The pattern of blood loss in adolescent idiopathic scoliosis. *The Spine Journal* 2014; 14: 2938–45.
219. Karlsson M, Ternstrom L, Hyllner M. Plasma fibrinogen level, bleeding, and transfusion after on-pump coronary artery bypass grafting surgery: a prospective observational study. *Transfusion* 2008; 48: 2152–8.
220. Carabini LM, Zeeni C, Moreland NC, Gould RW, Avram MJ, Hemmer LB, et al. Development and Validation of a Generalizable Model for

- Predicting Major Transfusion During Spine Fusion Surgery. *J Neurosurg Anesthesiol* 2014; 26: 205-15.
221. Hassan N, Halanski M, Wincek J. Blood management in pediatric spinal deformity surgery: review of a 2-year experience. *Transfusion* 2011; 51: 2133–41.
222. Vitale MG, Levy DE, Park MC, Choi H, Choe JC, Roye DP. Quantifying risk of transfusion in children undergoing spine surgery. *The Spine Journal* 2002; 2: 166–72.
223. Wu WC, Smith TS, Henderson WG, Eaton CB, Poses RM, Uttley G, Mor V, Sharma SC, Vezeridis M, Khuri SF, Friedmann PD. Operative Blood Loss, Blood Transfusion, and 30-Day Mortality in Older Patients After Major Noncardiac Surgery. *Ann Surg* 2010; 252: 11–7.
224. Meert K, Kannan S, Mooney JF. Predictors of Red Cell Transfusion in Children and Adolescents Undergoing Spinal Fusion Surgery. *Spine* 2002; 27: 2137–42.
225. Modi HN, Suh SW, Hong JY, Song SH, Yang JH. Intraoperative blood loss during different stages of scoliosis surgery: A prospective study. *Scoliosis* 2010; 5: 16.