

# Hematopoietik kök hücre nakli yapılan pediatrik olgularda paranazal sinüs bulgularının manyetik rezonans görüntüleme ile değerlendirilmesi

Taner Arpacı

Dr. Öğretim Üyesi, Acıbadem Üniversitesi SHMYO, Acıbadem Adana Hastanesi Radyoloji Bölümü

### Öz

**Amaç:** Hematopoietik kök hücre nakli (HKHN) yapılan pediatrik olgularda paranazal sinüslerde ortaya çıkan manyetik rezonans görüntüleme (MRG) bulgularının değerlendirilmesi. **Yöntem:** Kurumumuzda Şubat 2013-Haziran 2018 tarihleri arasında 228 pediatrik olguya HKHN yapıldı. Çeşitli nedenlerle hem nakil öncesi ve hem nakil sonrası baş-boyun MRG çekilmiş olan ve yaşları 3-19 arasında değişen (ortalama yaş  $10\pm 5.2$ ) 21'i kız, 19'u erkek 40 olgunun (%17.5) MRG'leri retrospektif olarak değerlendirildi. Normal havalanan sinüs 0, sinüste mukozal kalınlaşma 1, hava-sıvı seviyelenmesi 2 ve total havalanma kaybı 3 olarak skorlandı. **Bulgular:** Kırk olgunun 11'i (%27.5) talasemi, dokuzu (%22.5) akut lenfoblastik lösemi, altısı (%15.0) akut myeloblastik lösemi, üçü (%7.5) Hodgkin dışı lenfoma ve üçü (%7.5) aplastik anemi nedeniyle takip edilmekteydi. Nakil öncesi 21 olgunun (%52.5) MRG'si normaldi, 19 olguda (%47.5) paranazal sinüslerde MRG bulgusu saptandı ve olgu başına ortalama skor 1.55 olarak hesaplandı. Nakil sonrası 11 olgunun (%27.5) MRG'si normaldi, 29 olguda (%72.5) MRG bulgusu saptandı ve ortalama skor 3.57 idi. Nakilden önce MRG'si normal olan 21 olgunun 12'sinde (%57.1) nakil sonrası MRG bulgusu ortaya çıktı. Nakilden önce MRG bulgusu saptanan 19 olgunun 11'inin (%57.9) skoru arttı. Nakil öncesi ve sonrası MRG'lerde en sık mukozal kalınlaşma saptandı. Paranazal sinüslerde MRG bulgusu en sık maksiller sinüste ve en az frontal sinüste gözlemlendi. **Sonuç:** HKHN yapılan olgularda nakil öncesi görüntülemelerde paranazal sinüslerde MRG bulgularının varlığı nakil sonrası sinüzit riskini artırabilir. Bu bulguların bilinmesi nakil sonrası ortaya çıkan sinüzitin daha doğru yönetilmesini ve olası ciddi komplikasyonların önlenmesini sağlayabilir.

**Anahtar sözcükler:** Hematopoietik kök hücre nakli, manyetik rezonans görüntüleme, paranazal sinüs, sinüzit.

## Magnetic resonance imaging of paranasal sinus findings in children following hematopoietic stem cell transplantation

### Abstract

**Aim:** The purpose of the study was to evaluate the magnetic resonance imaging (MRI) findings of paranasal sinuses, occurred in children after hematopoietic stem-cell transplantation (HSCT). **Methods:** From February 2013 to June 2018, 228 pediatric patients underwent HSCT. Forty (%17.5) patients (21 girls, 19 boys; age range, 3-19 years; mean age  $10\pm 5.2$  years) who underwent at least two head and neck MRI before and after HSCT were included in the study.

---

**Yazının geliş tarihi:** 26.11.2018      **Yazının kabul tarihi:** 13.12.2018

**Sorumlu Yazar:** Dr. Öğr. Üyesi Taner Arpacı, Acıbadem Üniversitesi SHMYO, Acıbadem Adana Hastanesi Radyoloji Bölümü, Cumhuriyet Caddesi, No: 66, Seyhan, Posta kodu: 01130, Adana, E-posta: tanerarapaci@yahoo.com, Cep tlf: 0 533 345 83 51

MRI examinations were reviewed retrospectively. Normal sinus aeration was scored as 0, mucosal thickening as 1, air-fluid level as 2 and complete loss of aeration as 3. **Results:** Eleven patients (%27.5) were diagnosed as thalassemia, nine patients (%22.5) as acute lymphoblastic leukemia, six patients (%15.0) as acute myeloid leukemia, three patients (%7.5) as non-Hodgkin's lymphoma and three patients (%7.5) as aplastic anemia. Before HSCT, 21 patients (%52.5) had normal MRI, 19 patients (%47.5) demonstrated MRI abnormalities and the mean score was 1.55. After HSCT, 11 patients (%27.5) had normal MRI, 29 patients (%72.5) showed MRI findings and the mean score was as 3.57. Twelve (%57.1) of 21 patients who had normal pre-HSCT MRI developed MRI abnormalities after HSCT. Eleven (%57.9) of 19 patients who showed abnormal pre-HSCT MRI demonstrated increased the mean score. The most common MRI finding was mucosal thickening, while they were most frequently observed in maxillary sinus and at least in frontal sinus. **Conclusion:** Presence of paranasal sinus abnormalities on pre-HSCT MRI might increase the risk of sinusitis after transplantation. Awareness of these findings might provide more appropriate management of sinusitis and prevention of possible serious complications after HSCT.

**Key words:** Hematopoietic stem-cell transplantation, magnetic resonance imaging, paranasal sinus, sinusitis

## Giriş

Hematopoietik kök hücre nakli (HKHN) çeşitli hematolojik hastalıklarda potansiyel küratif tedavi seçeneği olarak giderek daha fazla uygulanmaktadır. Bununla birlikte nakil yapılan bireylerde fırsatçı enfeksiyonların insidansı gecikmiş immün yanıt, Graft-Versus-Host Hastalığı (GVHH) ve immünsüpresif tedaviler nedeniyle daha sıktır. Son yıllarda HKHN komplikasyonlarının yönetiminde kaydedilen ilerlemelere rağmen, başarılı bir naklin önündeki en büyük engel hala enfeksiyonlardır.<sup>1,2</sup> HKHN yapılan bireylerin %90'ı hastane sürecinde febril bir dönem geçirmekte ancak bunların sadece %40'ında kaynak belirlenebilmektedir. Paranasal sinüs hastalıkları bu hasta grubunda ateşin göz ardı edilen bir nedeni olabilmektedir.<sup>3</sup> Bu hastalarda sinüzit ve rinit sık görülmektedir ve prevalansları %30-51 olarak bildirilmiştir.<sup>4,5</sup>

Yoğun kemoterapi, tüm vücut radyoterapisi, GVHH ve bunu tedavi etmek için verilen immünsüpresif ilaçlar, uzamış lökopeni ve tekrarlayan viral enfeksiyonlar HKHN sonrası sinüzit gelişmesini tetikleyen risk faktörleridir.<sup>5,6</sup> Tanı, paranasal sinüslerin radyolojik bulgularına ve baş ağrısı, fasiyal ağrı, ateş ve pürülan rinore gibi semptomların varlığına göre koyulabilir. Bununla birlikte paranasal sinüzit, nakil sonrası olgularda intraorbital

ve intrakranial sepsis gibi hayatı tehdit edici komplikasyonlara yol açabilir. Bu ciddi komplikasyonlar acil tanı ve tedavi gerektirir.<sup>1,7</sup> Sinüzit tanısında görüntülemeye öncelikle sinüs radyogramları ve bilgisayarlı tomografi (BT) önerilmektedir.<sup>3,8</sup> Nötropenik ateşi olan olgularda paranasal sinüs görüntüleme bulgularının nakil öncesi çekilenlerle karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesinin tanı ve tedavide daha faydalı olabileceği bildirilmiştir.<sup>4</sup>

Bu çalışmanın amacı, HKHN yapılan pediatrik olgularda nakil öncesi ve sonrası paranasal sinüslerde ortaya çıkan manyetik rezonans görüntüleme (MRG) bulgularının değerlendirilmesiydi.

## Yöntem

Kurumumuzda Şubat 2013-Haziran 2018 tarihleri arasında çeşitli hemato-onkolojik hastalıklar nedeniyle 228 pediatrik olguya HKHN yapıldı. Nakilden hem önce hem de sonra çeşitli nedenlerle baş-boyun MRG çekilmiş olan 49 olgu retrospektif olarak değerlendirildi.

Çalışmada 1.5 Tesla MRG cihazı (Siemens Magnetom Avanto Tim 76x18, Erlangen, Germany) kullanıldı. MRG tetkiklerinde T2 ağırlıklı turbo spin-echo (TSE) koronal imajlar (TR/TE: 3410/105 ms; kesit kalınlığı: 3 mm; FOV:

220 × 100 mm; matrix: 288 × 320) aynı radyolog tarafından retrospektif olarak PACS (Picture Archiving Communication System, Centricity, GE Healthcare, Waukesha, WI) cihazında incelenerek sırasıyla sağ ve sol maksiller ve etmoid sinüsler, frontal ve sfenoid sinüsler, nazal kavite değerlendirildi. Normal havalanan hipointens sinyalli sinüs 0, sinüs duvarında mukozal kalınlaşma 1, sinüs lümeninde hava-sıvı seviyelenmesi 2 ve sinüste total havalanma kaybı 3 olarak skorlandı. Henüz havalanması gerçekleşmemiş sinüsler skorlanmadı. Ayrıca sinüs lümeninde submuköz retansiyon kisti olup olmadığı, sinüslerde ve nazal kavitede invaziv fungal sinüzit bulgusu bulunup bulunmadığı ve nazal konka hipertrofisi gelişip gelişmediği değerlendirildi. Paranazal sinüste mukoza kalınlığının 2 mm'den geniş ölçülmesi mukozal kalınlaşma olarak kabul edildi. Nazal kavitede hava yolunu daraltan konka saptanması ve konka komşuluğundaki hava sütunu transvers çapının 1 mm'nin altında ölçülmesi konka hipertrofisi olarak kabul edildi.

Olgularda baş ağrısı, ateş, nazal konjesyon, rinore gibi sinüzit semptomlarının eşlik edip etmediği tıbbi kayıtlardan kontrol edildi. Bunun dışında HKHN yapılmasına neden olan hastalık tanısı, nakil tipi, hasta cinsiyeti, nakil sırasında hasta yaşı, nakil öncesi MRG ile HKHN ve HKHN ile nakil sonrası MRG arasındaki süreler gibi olası risk faktörleri araştırıldı. Paranazal sinüsleri ve nazal kaviteyi ilgilendiren malignite, radyoterapi, cerrahi ve biopsi hikayesi bulunan olgular, invaziv fungal sinüzit saptanan beş olgu ve paranazal sinüslerin havalanmasını etkileyen ekstramedüller hematopoez saptanan dört olgu çalışma dışında bırakıldı.

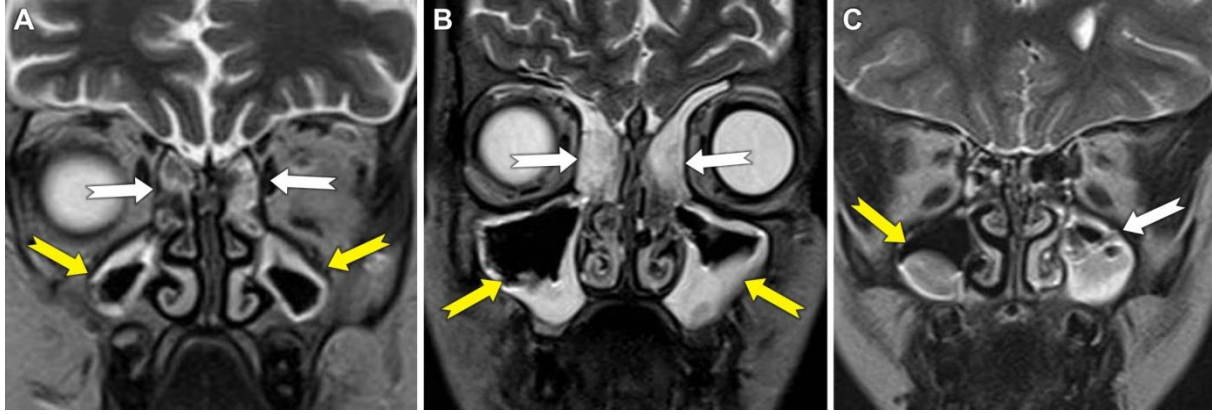
İstatiksel analiz için SPSS (statistic software, version 19.0 for Windows, IBM Company, Chicago, IL, USA) kullanıldı, risk faktörlerinin sinüzitle ilişkisini değerlendirmek için Paired Sample T test, Student T test ve Ki Kare testlerinden

yararlanıldı.  $p < 0.05$  değerleri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. Takip edilen tüm prosedürler, insan deneyleri konusunda sorumlu komitenin etik standartları ve 1964 Helsinki Deklarasyonu ile uyumluydu. Hastalardan tıbbi onam alındı. Çalışma için etik kurul onayı alındı. Çalışmada çıkar çatışması yoktur ve finansal destek kullanılmamıştır.

## **Bulgular**

Çalışmaya yaşları 3-19 arasında değişen (ortalama yaş  $10 \pm 5.2$ ) ve çeşitli hemato-onkolojik hastalıkları bulunan ve kök hücre nakli yapılan 228 olgunun 40'ı (%17.5) çalışmaya dahil edildi. Çalışmaya katılanların 21'i kız (%52.5), 19'u da (%47.5) erkekti. Kırk olgunun 11'i (%27.5) talasemi, dokuzu (%22.5) akut lenfoblastik lösemi, altısı (%15.0) akut myeloblastik lösemi, üçü (%7.5) Hodgkin dışı lenfoma, üçü (%7.5) aplastik anemi ve birer olgu (%2.5) Hodgkin lenfoma, Ewing sarkom, rabdomyosarkom, osteopetrosis, Fankoni anemisi, orak hücreli anemi, agranulositoz ve immün yetmezlik tanılarıyla takip edilmekteydi. Kırk olgunun 32'sine (%80.0) allojenik, altısına (%15.0) otolog ve ikisine (%5.0) haploidentik kök hücre nakli yapıldı.

HKHN öncesi 21 olgunun (%52.5) MRG'si normaldi, 19 olguda (%47.5) paranazal sinüsle ilgili radyolojik değişiklikler saptandı ve toplam skor 62, olgu başına ortalama skor ise 1.55 olarak hesaplandı. On iki olguda maksiller sinüslerde (%30.0), 10 olguda etmoid sinüslerde (%25.0), dokuz olguda (%22.5) sfenoid sinüste ve altı olguda (%15.0) frontal sinüste MRG bulgusu saptandı. Mukozal kalınlaşma 34 sinüste (Resim 1A), hava-sıvı seviyelenmesi 11 sinüste (Resim 1B-C) ve total havalanma kaybı altı sinüste (Resim 1B) izlendi. Ayrıca üç olguda (%7.5) maksiller sinüslerde submuköz retansiyon kisti ve 18 olguda (%45.0) nazal konka hipertrofisi saptandı.



**Resim 1.** T2 ağırlıklı koronal MRG imajları **(A)** Akut lenfoblastik lösemi tanısıyla izlenen 8 yaşında erkek olguda bilateral maksiller (sarı oklar) ve etmoid sinüslerde (beyaz oklar) mukozal kalınlaşmalar izleniyor. **(B)** Orak hücreli anemi tanısıyla izlenen 14 yaşında kız olguda her iki maksiller sinüste hava-sıvı seviyelenmeleri (sarı oklar) ve bilateral etmoid sinüsler ile frontal sinüste total havalanma kaybı (beyaz oklar) gözleniyor. **(C)** Hodgkin dışı lenfoma tanısıyla izlenen 10 yaşında kız olguda sağ maksiller sinüste submuköz retansiyon kisti (sarı ok) ve sol maksiller sinüste hava-sıvı seviyelenmeleri (beyaz ok) mevcut.

HKHN sonrası 11 olgunun (%27.5) MRG'si normaldi, 29 olguda (%72.5) paranazal sinüsle ilgili radyolojik değişiklikler saptandı ve toplam skor 143, olgu başına ortalama skor ise 3.57 olarak hesaplandı. Yirmi beş olguda (%62.5) maksiller sinüslerde, 21 olguda (%52.5) sfenoid sinüste, 20 olguda (%50.0) etmoid sinüslerde ve 11 olguda (%27.5) frontal sinüste patoloji saptandı. Mukozal kalınlaşma 56 sinüste, hava-sıvı seviyelenmesi 12 sinüste ve total havalanma kaybı 28 sinüste izlendi. Ayrıca dokuz olguda (%22.5) maksiller sinüslerde submuköz retansiyon kisti ve 34 olguda (%85.0) nazal konka hipertrofisi saptandı (Tablo 1-2). Nakilden önce MRG'si normal olan 21 olgunun dokuzunun (%42.8) MRG'si nakil sonrasında da normalken, 12'sinde (%57.1) nakil sonrası paranazal sinüsle ilgili radyolojik değişiklikler ortaya çıktı. Nakilden önce paranazal sinüslerde MRG bulgusu saptanan 19 olgunun 11'inin (%57.9) skoru nakil sonrası arttı, beşinin (%26.3) skoru değişmedi. Üç olguda (%15.8) ise skor azaldı ve bunların ikisinde sıfıra düştü. Nakil öncesi çekilen ilk MRG ile HKHN arasındaki ortalama süre  $127 \pm 108.4$  gün (11-324 gün) iken, HKHN ile nakil sonrası çekilen MRG arasındaki ortalama süre  $208 \pm 147.2$  gündü (27-542 gün). Hiç bir olguda sinüzit nedeni kemik invazyonu ve

intracerebral veya intraorbital yayılım saptanmadı. Hiç bir olguya sinüzit nedeniyle cerrahi tedavi uygulanmadı. On altı (%40.0) olgu nakil sonrası çeşitli nedenlerle ex oldu. Paranazal sinüs MRG bulguları ile hasta tanısı, nakil tipi, hasta yaşı ve cinsiyeti, süreler arasında anlamlı istatistiksel ilişki saptanmadı ( $p > 0.05$ ).

**Tablo 1.** Hematopoietik kök hücre nakli (HKHN) öncesi ve sonrası manyetik rezonans görüntüleme (MRG) bulguları. N: olgu sayısı (40), n: toplam sinüs sayısı (147)

MRG Bulguları	HKHN öncesi		HKHN sonrası	
	N-n	%	N-n	%
(-)	N:21	52.5	N:11	27.5
(+)	N:19	47.5	N:29	72.5
Mukozal kalınlaşma	n:34	23.1	n:56	38.1
Hava-sıvı seviyesi	n:11	7.5	n:12	8.2
Total havalanma kaybı	n:6	4.1	n:28	19.0
Retansiyon kisti	N:3	7.5	N:9	22.5
Konka hipertrofisi	N:18	45.0	N:34	85.0

**Tablo 2.** Hematopoietik kök hücre nakli (HKHN) öncesi ve sonrası paranasal sinüslerde manyetik rezonans görüntüleme (MRG) bulgusu görülme sıklığı ve yüzdeleri (N: olgu sayısı)

Paranasal Sinüs	HKHN öncesi		HKHN sonrası	
	N	%	N	%
Maksiller Sinüs	12	30	25	63
Etmoid Sinüs	10	25	20	50
Frontal Sinüs	6	15	11	28
Sfenoid Sinüs	9	23	21	53

## Tartışma

HKHN yapılan olgularda akut sinüzitin klinik ve radyolojik bulguları yeterli immün yanıt oluşmadığı için immünitesi sağlam bireylere göre değişkenlik ve tutarsızlık gösterebilmekte ve sinüzit tanısı zor koyulabilmektedir.<sup>4</sup> Arulrajah ve ark.<sup>9</sup> HKHN yapılan olgular ve immünitesi sağlam olguları karşılaştırdıkları çalışmada sinüzit semptomlarının sayısı ve radyolojik bulguların ciddiyeti arasında anlamlı farklılıklar buldular. Yaygın kullanılmasına rağmen literatürde, BT ve MRG'nin HKHN yapılan olgularda sinüzit tanısındaki değerini ölçen sadece birkaç çalışma vardır.<sup>3,10,11</sup> Billings ve ark.<sup>3</sup> HKHN öncesi paranasal sinüs BT bulgularının nakil sonrası sinüzit gelişimiyle olan korelasyonunu 51 olguda retrospektif olarak araştırdılar. Nakil öncesi BT bulgularının varlığının ve ciddiyetinin nakil sonrası sinüzit gelişimiyle korelasyon gösterdiğini bildirdiler. Zamora ve ark.<sup>4</sup> ise kendi sonuçlarına göre nakil öncesi BT bulgularının ne varlığının ne de ciddiyetinin sinüzit gelişimiyle istatistiksel olarak anlamlı ilişkisi bulunduğunu ve sonuçlarının bazı çalışmalarla uyumlu olduğunu belirttiler.<sup>1,12</sup> Mukozal kalınlaşma dışında total veya subtotal havalanma kaybı ve hava-sıvı seviyesi gibi iki veya daha fazla

paranasal sinüs bulgusunun varlığının spesifitesinin oldukça yüksek olduğunu bildirdiler. Mukozal kalınlaşmanın MRG'de genel popülasyonda prevalansı yüksek insidental bir bulgu olduğunu belirttiler.<sup>13,14</sup> Yaptığımız çalışmada ise, Billings ve ark.<sup>3</sup> ile uyumlu olarak nakilden önce MRG'si normal olguların 57%'inde nakil sonrası MRG'de paranasal sinüsle ilgili radyolojik değişiklikler ortaya çıkarken, nakilden önce paranasal sinüsle ilgili radyolojik değişiklikler saptanan olguların 89%'unda nakil sonrası MRG bulgusu saptandı, 58%'inde ise skor artışı gözlemlendi ve genel ortalama skor ise 1.55'den 3.57'ye yükseldi (P<0.05). Zamora ve ark.<sup>4</sup>'ünün bulgularıyla uyumlu olarak nakil öncesi ve sonrası MRG'lerde paranasal sinüslerde en sık mukozal kalınlaşma saptandı. Nakil öncesi en az total havalanma kaybı izlenirken, nakil sonrası en az hava-sıvı seviyelenmesi gözlemlendi. Ayrıca Billings ve ark. (3) ile uyumlu olarak nakil öncesi ve sonrası en sık maksiller sinüste ve en az frontal sinüste bulgu saptandı. Won ve ark. (1) allojenik kök hücre nakli yapılan olgularda nakil sonrası sinüzit riskinin arttığını bildirdiler. Çalışmamızda nakil tipi ile sinüzit gelişme riski arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı. American College of Radiology çocuklarda komplike olmayan sinüzit tanısında rutin görüntülemeyi önermese de, dirençli, rekürren veya kronik sinüzitlerde özellikle intraorbital veya intrakranial komplikasyon şüphesi varlığında BT verimli olmaktadır. Çocuklarda BT'de kVp (kilovolt) ve mAs (miliamper saniye) değerleri azaltılarak radyasyon dozunun azaltılması önerilmektedir.<sup>15</sup> Kurumumuzda HKHN yapılan olgularda paranasal sinüslerin değerlendirilmesi için iyonizan radyasyon içermemesi ve daha yüksek tanı değeri nedeniyle genellikle MRG tercih edilmektedir.

Bu çalışmanın kısıtlılıkları; retrospektif formatı, olgu sayısının görece azlığı, MRG'lerin farklı nedenlerle ve irregüler intervallerle çekilmiş olması, birçok olguda mikrobiyal ajanların tespit edilememiş olmasıydı.

Sonuç olarak; HKHN yapılan olgularda nakil öncesi görüntüleme

paranasal sinüs bulgularının varlığı nakil sonrası sinüzit riskini arttırabilir. Bu bulguların nakil öncesinde bilinmesi nakil sonrası ortaya çıkan enfeksiyöz hastalıkların daha doğru değerlendirilmesini, sinüzit tanısının daha doğru koyularak uygun tedavinin verilmesini ve olası ciddi komplikasyonların önlenmesini sağlayabilir.

### Kaynaklar

1. Won YW, Yi SY, Jang JH, Kim K, Kim SJ, Kim WS, Jung CW, Kim DH. Retrospective analysis of paranasal sinusitis in patients receiving hematopoietic stem cell transplantation. *Int J Hematol* 2011;93:383-388.
2. Sullivan KM, Mori M, Sanders J, Siadak M, Witherspoon RP, Anasetti C, Appelbaum FR, Bensinger W, Bowden R, Buckner CD. Late complications of allogeneic and autologous marrow transplantation. *Bone Marrow Transplant* 1992;10 (Suppl 1):127-134.
3. Billings KR, Lowe LH, Aquino VM, Biavati MJ. Screening sinus CT scans in pediatric bone marrow transplant patients. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2000;52:253-260.
4. Zamora CA, Oppenheimer AG, Dave H, Symons H, Huisman TA, Izbudak I. The role of screening sinus computed tomography in pediatric hematopoietic stem cell transplant patients. *J Comput Assist Tomogr* 2015;39(2): 228-231.
5. Savage DG, Taylor P, Blackwell J, Chen F, Szydlo RM, Rule SA, Spencer A, Apperley JF, Goldman JM. Paranasal sinusitis following allogeneic bone marrow transplant. *Bone Marrow Transplant* 1997;19:55-59.
6. S. Yee, S.J. Stern, H.G. Hearnberger, Suen JY. Sinusitis in bone marrow transplantation. *Southern Med. J* 1994;87: 522-524.
7. Drakos PE, Nagler A, Or R, Naparstek E, Kapelushnik J, Engelhard D, Rahav G, Neeman D, Slavin S. Invasive fungal sinusitis in patients undergoing bone marrow transplantation. *Bone Marrow Transplant* 1993;12:203-208.
8. S.S. Choi, G.J. Milmo, P.A. Dinndorf, Quinones RR. Invasive aspergillus sinusitis

in pediatric bone marrow transplant patients, *Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg* 1995; 121: 1188-1192.

9. Arulrajah S, Symons H, Cahoon EK, Tekes A, Huisman TA, Izbudak I. Relationship between clinical sinusitis symptoms and sinus CT severity in pediatric post bone marrow transplant and immunocompetent patients. *Eur J Pediatr* 2012;171:375-381.
10. Sekine L, Manica D, Piltcher O. Rhinosinusitis in autologous and allogeneic bone marrow transplantation: a retrospective study on the performance of imaging studies on severity and prognostic evaluation. *Rev Bras Hematol Hemoter* 2010; 32:29-33.
11. Leite ED, Seber A, de Barbosa FG, Ginani VC, Carlesse FC, Gouvea RV, Zecchin VG, Carvalho CR, Szarf G, Lederman HM. Rapid, low-cost MR imaging protocol to document central nervous system and sinus abnormalities prior to pediatric hematopoietic stem cell transplantation. *Pediatr Radiol*.2011 Jun;41(6):749-756.
12. Thompson AM, Couch M, Zahurak ML, Johnson C, Vogelsang GB. Risk factors for post-stem cell transplant sinusitis. *Bone Marrow Transplant* 2002; 29:257-261.
13. Von Kalle T, Fabig-Moritz C, Heumann H, Vinkler P. Incidental findings in paranasal sinuses and mastoid cells: a cross-sectional magnetic resonance imaging (MRI) study in a pediatric radiology department. *Rofa* 2012;184:629-634.
14. Rak KM, Newell JD2, Yakes WF, Damiano MA, Luethke JM. Paranasal sinuses on MR images of the brain: significance of mucosal thickening. *AJR Am J Roentgenol* 1991; 156:381-384.
15. American College of Radiology. [Accessed September 26, 2014] ACR Appropriateness Criteria. 2014 May.