

KLİNİK ÇALIŞMA / CLINICAL RESEARCH

GENEL ANESTEZİ ALTINDA KRANİYAL MANYETİK REZONANS GÖRÜNTÜLEME İŞLEMİ UYGULANAN PEDIATRİK HASTALARDAKİ ISI DEĞİŞİKLİKLERİ

EVALUATION OF TEMPERATURE CHANGES IN PEDIATRIC PATIENTS UNDERGOING MAGNETIC RESONANCE IMAGING UNDER GENERAL ANESTHESIA

H. Volkan ACAR, Hale YARKAN UYSAL, Solmaz GÜNAL ERUYAR, Bayazıt DİKMEN

Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi 2. Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği, Ankara

Ankara Training and Research Hospital, Department of Anesthesiology and Reanimation, Ankara, Turkey

ÖZET

Amaç: Son yıllarda yapılan bazı çalışmalarda, anestezi/sedasyon altında manyetik rezonans görüntüleme işlemi yapılan pediatrik hastalarda vücut ısısında anlamlı artışlar olduğu bildirilmiştir. Bu nedenle, bu çalışmadaki amacımız genel anestezi altında kraniyal/orbital manyetik rezonans görüntüleme işlemi uygulanan pediatrik hastalardaki ısı değişikliklerini incelemektir.

Yöntem: Çalışmaya genel anestezi altında manyetik rezonans görüntüleme işlemi uygulanacak 0-7 yaşları arasındaki 30 hasta dahil edildi. Anestezi induksiyonu, yüz maskesi yoluyla sevofluran inhalasyonuyla sağlandı. Daha sonra damar yolu açıldı ve anestezi idamesi sevofluran ile sağlandı. Kafa sargısı (coil) takılmadan hemen önce sağ kulaktan yapılan timpanik ısı ölçümü, MRG işlemi sona erip kafa sargısı çıkarıldıktan hemen sonra aynı kulaktan tekrarlandı.

Bulgular: Hastalarımızın yaş ortalaması 19,3 ay idi. İşlem öncesi ve sonrası ısılar karşılaştırıldığında vücut ısısının 0,4 °C azaldığı saptandı (<0,001). Çalışmada 21 hastada vücut ısısı azaldı (%70,0), 8 hastada arttı (%26,7), 1 hastada ise ısı değişikliği olmadı (%3,3). Vücut ısısı artan hastaların hiçbirinde artış 1 °C'den fazla değildi. Vücut ısısı azalan veya değişmeyenlerle vücut ısısı artanlar; yaş, vücut ağırlığı, vücut yüzey alanı ve işlem süresi yönünden karşılaştırıldığında, ısı artışı gözlenenlerin yaş ortalamalarının daha düşük olduğu saptandı.

Sonuç: Anestezi altında manyetik rezonans görüntüleme işlemi uygulanan pediatrik hastalarda vücut ısısı düşmektedir. Ancak bu hastalarda ısı artışı ile de karşılaşılabilceği unutulmamalıdır.

ANAHTAR KELİMELER: Anestezi; Manyetik Rezonans Görüntüleme; Monitorizasyon, Isı; Vücut Sıcaklığı; Çocuk

SUMMARY

Objective: Recent studies has reported significant increases in body temperature in pediatric patients undergoing magnetic resonance imaging under anesthesia/sedation. Therefore, our aim is to evaluate body temperature changes in pediatric patients undergoing cranial/orbital magnetic resonance imaging under general anesthesia.

Method: Thirty patients aged 0-7 and undergoing magnetic resonance imaging under general anesthesia were included to the study. Induction of anesthesia was maintained with sevoflurane inhalation by facemask. After iv route was established, anesthesia was maintained with sevoflurane. Monitoring of tympanic temperature, which was done in right ear before applying head coil was repeated after removing head coil at the end of scanning.

Results: Mean age of patients was 19.3 months. Body temperature was detected as decreased 0.4 °C, when pre-scan and post-scan temperatures were compared (<0.001). Body temperature was decreased in 21 patients (70.0%), was increased in 8 (26.7%), and showed no change in 1 patient (3.3%) in the study. Increase was not above 1 °C in any patient whose body temperatures were increased. When patients whose body temperatures were decreased or showed no change were compared with patients whose body temperatures were increased, mean age of patients with increases were detected as lower than the others (p=0.008).

Conclusion: Body temperature was decreased in pediatric patients undergoing magnetic resonance imaging under general anesthesia. However, it should not be forgotten that body temperatures can be increased in these patients, too.

KEY WORDS: Anesthesia; Magnetic Resonance Imaging; Monitoring, Temperature; Body Temperature; Child

GİRİŞ

Manyetik rezonans görüntüleme (MRG), 30 yılı aşkın bir süredir birçok hastalığın tanısı için kullanılan değerli bir yöntemdir. İdeal bir görüntü elde etmek için mutlak hareketsizliğin gerektiği bu işlemde, pediatrik yaş grubu hastalarda sıklıkla sedasyon veya genel anestezi gerekli olmaktadır. Sedasyon ya da anestezi altında MRG ya da bilgisayarlı tomografi (BT) uygulanan pediatrik hasta sayısının her yıl %8-9 arttığı bildirilmektedir (1). Bu nedenle, bu hastalardaki anestezi yönetiminin ayrıntılı bir şekilde incelenmesi hasta güvenliğine katkı sağlayacaktır.

MRG odasının serin / kuru olması ve genel anestezinin termoregülatuar mekanizmaları bozması sonucu MRG hastaları hipotermi riski altında olsalar da, MRG tarayıcısı tarafından üretilen radyofrekans radyasyona (RFR) bağlı olarak dokularda ve vücut ısısında artışlar olabileceği de bilinmektedir (2). MRG yönteminin görüntü elde etmek için kullandığı enerji, radyo dalgalarıdır (RFR). Hasta, güçlü bir manyetik alan içine yerleştirildiğinde, insan vücudundaki protonlar bu manyetik alana uygun bir şekilde dizilir ve uyarılmaya hazır hale gelirler. Kesit alınacak bölgeye RFR gönderildiğinde, bu protonlar aldıkları enerji ile konumlarından saparlar. RFR kesildiğinde de protonlar, eski konumlarına dönerler ve aldıkları enerjiyi bir sinyal şeklinde yayarlar. MR görüntüleri de, protonların bu yer değiştirme sırasında yaydıkları sinyallerin işlenmesiyle oluşturulur. İşlem sırasında kullanılan bu RFR'nin bir kısmı, vücut tarafından emilir ve dokularda ısıya dönüştürülür (3). Dolayısıyla, MRG sırasında vücut ısısında bir miktar artış olması, beklenen bir olaydır.

MRG'nin ilk yıllarından itibaren, MRG sırasında RFR'ye maruziyetin oluşturduğu termal değişikliklerle ilgili çok sayıda araştırma yapılmış (2, 4-8) ve hem hayvanlarda hem de insanlarda ısı artışları olabileceği gösterilmiştir (6, 7, 9). Ancak, bu hastalarda oluşabilecek termoregülatuar değişiklikleri etkileyen birçok faktör vardır. Bunlar arasında en önemlileri, RFR'ye maruz kalan süre ile hastanın termoregülatuar durumudur (4-5).

Son zamanlarda yayınlanan bazı klinik çalışmalarda, genel anestezi/sedasyon altındaki pediatrik hastalarda MRG sırasında ciddi ısı artışları olduğu gösterilmiştir (10-12). Ancak bu yayınların tersine, bu hastalarda ısı artışı görülmediğini bildiren çalışmalar da bulunmaktadır (13-15). Bu nedenle, bu konuda daha fazla sayıda çalışmaya gereksinim olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışma, genel anestezi altında kraniyal/orbital MRG işlemi uygulanan pediatrik hastalarda oluşabilecek ısı değişikliklerinin değerlendirilmesi amacıyla planlanmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi Eğitim, Planlama ve Koordinasyon Kurulu'ndan onay alındıktan sonra, Aralık 2010 - Mart 2011 tarihleri arasında kraniyal ya da orbital MRG işlemi uygulanacak 0-7 yaş arası hastalar üzerinde çalışıldı. Tsui ve ark.nın çalışmasına göre MR öncesi ısı ile MR sonrası ısı arasında oluşan 0,3 °C fark esas alındığında, %95 güç ve 0,05 anlamlılık düzeyi için 26 hastalık bir örneklem boyutunun gerekli olduğu hesaplandı (13). Ancak bazı olguların çalışma dışı kalabileceği düşünülerek, 30 hasta çalışmaya dahil edildi. Tüm hastaların ebeveyninden yazılı aydınlatılmış onam belgeleri alındı. Yaşına göre önerilen açlık sürelerine uyulduğu teyit edildikten sonra, farmakolojik premedikasyon uygulanmayan hastalar anne ya da babası ile birlikte MRG odasına alındı. Tüm hastalarda anestezi induksiyonu, yüz maskesiyle uygulanan sevofluran inhalasyonu ile gerçekleştirildi. Anestezi için MR-uyumlu bir anestezi cihazı ve ventilatör kullanıldı (TMS Point, Ankara/Türkiye ve Penlon Nuffield Anaesthesia Ventilator Series 2000, UK). Yeterli anestezi derinliği sağlandıktan sonra 22 ya da 24 G intraket ile damar yolu açıldı. Tüm hastalarda havayolu açıklığı için laringeal maske kullanıldı. Kafa sargısı (*coil*) takılmadan hemen önce, tek kullanımlık filtre takılmış ısı ölçüm cihazıyla sağ kulaktan timpanik ısı ölçümü yapıldı (Braun ThermoScan 6026, Germany). Daha sonra hastaların üzerleri iki kat örtü ile örtülüp MRG işlemine başlandı. MR-uyumlu bir monitörle anestezi sırasında sürekli EKG, SpO2 ve solunum sayısı monitörizasyonu yapıldı (Millenia 3150 MRI Patient Monitor ve 3155 MVS Remote Display). İşlem sırasında magnet odasının ısısı 18-20 °C, nisbi nem oranı ise %35-40 arasındaydı.

Kullanılan MR cihazı 1,5 T GE Sigma LX (General Electric, USA) idi ve sirküler kafa sargısı (*quadrate coil*) vardı. Hiçbir çekimde kontrast madde kullanılmadı ve Radyoloji Kliniği'nin rutin protokolü izlendi. Spesifik absorpsiyon hızı (SAR-specific absorption rate) değerleri, 10 kg çocuk için sekansa bağlı olarak 3-6 dakikalık bir sürede 0,4-1,3 W kg⁻¹ arasında değişmekteydi. İşlem sona erip kafa sargısı çıkarıldıktan hemen sonra timpanik ısı ölçümleri aynı kulaktan yinelenildi.

Hastalara ait yaş, ağırlık, vücut yüzey alanı (VYA), toplam MRG işlem süresi ve magnet odasında geçen toplam süreler de kaydedildi. VYA hesaplaması için, çocuklarda yalnızca vücut ağırlığını esas alarak VYA'nı belirleyen bir skala kullanıldı (16).

İstatistiksel değerlendirme, SPSS 11,5 programı ile yapıldı (SPSS Inc., Chicago, IL, United States). Sürekli değişkenlerin normal dağılım gösterip göstermediğini

test etmek için Shapiro-Wilk testi kullanıldı. Veriler, ortalama±standart sapma (SS) ya da medyan (en düşük-en yüksek) ile ifade edildi. Ortalama farklar eşleştirilmemiş t testi ile, medyan değerler ise Mann Whitney-U testi le karşılaştırıldı. İşlem öncesi ve işlem sonrası ısılar arasındaki farklar eşleştirilmiş t testi ile karşılaştırıldı. $p < 0,05$ istatistik olarak anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

Hastalara ait demografik ve klinik bilgiler Tablo I'de belirtilmiştir. Vücut ısısı değişimine bakıldığında, işlem öncesi ortalama ısı $36,35 \pm 0,55$ °C, işlem sonrası ortalama ısı ise $35,95 \pm 0,60$ °C idi ($<0,001$) (Tablo II). Çalışmadaki 21 hastada vücut ısısı azaldı (%70,0), 8 hastada arttı (%26,7), 1 hastada ise ısı değişikliği olmadı (%3,3). Isı artışı gözlenen 8 hastadaki ortalama artış $0,26 \pm 0,15$ °C, ısı azalması gözlenen 21 hastadaki ortalama azalma ise $-0,67 \pm 0,41$ °C oldu. Isı artışı olan 8 olgunun hiçbirinde artış 1°C'den fazla değildi. Vücut ısısı azalan 21 hastadan 4'ünde (%13,3) azalma 1°C'den fazla idi.

Tablo I. Olguların Demografik ve Klinik Özellikleri

	n=30
Yaş (ay)	19,3±16,9 (2-60)
Cinsiyet (E/K)	19/11 (%63,3/ %36,7)
Vücut ağırlığı (kg)	11,0±5,3
VYA (m ²)	0,52 (0,21-0,92)
MRG işlem süresi (dk)	20 (10-60)
Magnet odasında geçen toplam süre (dk)	37,5 (20-110)

Veriler yaş ve vücut ağırlığı için Ort±SS olarak; VYA, MRG işlem süresi ve magnet odasında geçen toplam süre için ise medyan (en düşük-en yüksek) olarak ifade edilmiştir.

Tablo II. Vücut Isısındaki Değişim

	Vücut Isısı (°C)
MRG Öncesi	36,35±0,55
MRG Sonrası	35,95±0,60
p-değeri	<0,001
Isıdaki Değişim	-0,40±0,55
Azalanlar (n:21) [Değişim Miktarı]	%70,0 [-0,67±0,41]
Aynı Kalanlar (n:1) [Değişim Miktarı]	%3,3 [0,0±0,0]
Artanlar (n:8) [Değişim Miktarı]	%26,7 [0,26±0,15]

Tablo III. Vücut Isısındaki Değişimin Altgruplara Göre Karşılaştırılması

	Vücut Isısı Azalanlar/ Değişmeyenler (n:22)	Vücut Isısı Artanlar (n:8)	p-değeri
Yaş (ay)	22,8±18,1	9,6±7,0	0,008
Vücut ağırlığı (kg)	12,0±5,7	8,4±3,0	0,099
VYA (m ²)	0,57 (0,21-0,92)	0,43 (0,30-0,56)	0,078
MRG süresi (dk)	20 (10-40)	20 (10-60)	0,475
Magnet odasında geçen toplam süre (dk)	39 (20-110)	32,5 (20-70)	0,597

Vücut ısısı azalan veya değişmeyenlerle, vücut ısısı artanlar; yaş, vücut ağırlığı, VYA ve MRG işlem süresi yönünden karşılaştırıldığında, ısı artışı gözlenenlerin yaş ortalamalarının anlamlı olarak daha düşük olduğu gözlemlendi ($p=0,008$) (Tablo III). Diğer değişkenler açısından ise anlamlı bir fark saptanmadı ($p > 0,05$).

TARTIŞMA

Çalışma sonuçlarımıza göre, tüm hastaların ortalamaları esas alındığında genel anestezi altında MRG işlemi uygulanan pediatrik hastalarda vücut ısısı düşmektedir. Ancak %26,7 hastada vücut ısısında artma olduğu gözlenmiştir.

MRG odasındaki serin ısının ve düşük nemin radyan ve konvektif ısı kaybına neden olduğu, bunun da özellikle de çocuklarda hipotermiye yolaçabileceği bilinmektedir (2). Bu nedenle de, birçok merkezde MRG işlemi sırasında hastalar kalın örtülerle örtülmektedir. Anestezi altındaki MRG hastalarında ise, ısı regülasyonunu etkileyen başka etkenler de devreye girer. Genel anestezi, tüm yaş gruplarında termoregülasyonu bozmaktadır (17-18). Çocuklarda ise VYA erişkinlerdekinden daha fazladır, cilt daha incedir ve çocukların soğuk stresine başa çıkma yetenekleri daha kısıtlıdır, bu da onları hipotermiye daha yatkın hale getirir (19). Soğuk ameliyathane ortamı ve anestezi indüksiyonu, çocuklarda görülen intraoperatif hipoterminin başlıca nedenleri arasında sayılmaktadır (20). Pediatrik hastalar MRG işlemi sırasında da, ameliyathanede genel anestezi altında olduğu gibi soğuk ve kuru ortama maruz kalmaktadırlar. Bu nedenle, pediatrik MRG hastalarında vücut ısısında düşme eğilimi vardır.

Ancak MRG uygulanan hastalarda, her zaman hipotermi beklenmemelidir. Giriş bölümünde belirtildiği gibi, MRG'de görüntü sağlamak için kullanılan RFR'nin dokularda ısıya dönüştürülmesi nedeniyle, bu hastalarda vücut ısısında artışlar da olabilmektedir (2, 4).

Dolayısıyla, anestezi altındaki MRG hastalarında ısı dengesinin her iki tarafı da baskın olabilir. Hangi tarafın baskın olduğuna bağlı olarak da, hastanın vücut ısısında artma ya da azalma gözlenebilir.

MRG sırasında kullanılan RFR'ye bağlı olarak, EKG kabloları ya da puls oksimetre problemlerinin uygu-

landığı bölgelerde yanıklar oluşabilmektedir (21-23). Hatta kablo ya da probolar olmadan da, hayvanlarda sistemik (9), erişkin insanlarda da lokal (skrotal, korneal) ısı artışları görüldüğü bildirilmiştir (6, 7). Ancak pediatrik hastalarda MRG sırasında sistemik ısı artışının görülebileceğine ilk dikkat çeken yayın Kusmann ve ark.na aittir (10). Bu olgu sunumunda, sedasyonla kardiyak MRG çekimi yapılan 16 aylık bir çocukta izlenen ve antipiretik tedavi ile düşürülebilen bir ısı artışı bildirilmektedir.

Bu olgu sunumunu takiben pediatrik hastalarda bu konuda yapılmış iki önemli çalışma bulunmaktadır (11, 12). Bryan ve ark.'nın çalışmasında, sedasyon altında beyin MRG uygulanan hastalarda ısı değişimi incelenmiş ve MRG sonrasında ortalama 0,5 °C ısı artışı gözlemlendiği bildirilmiştir (11). Çalışmada oral kloral hidrat sedasyonu uygulanmış ve 1,5 Tesla (T) tarayıcı kullanılmıştır. Machata ve ark. ise beyin MRG sırasında 1,5 T ile 3 T cihazların etkilerini ısı değişimi yönünden karşılaştırmışlar ve 3 T'da daha fazla olmak üzere hem 1,5 T, hem de 3 T cihazlarda vücut ısısının arttığını gözlemlemişlerdir (12). Çalışmadaki ortalama ısı artışları, 1,5 T cihazda 0,2 °C, 3 T cihazda ise 0,5 °C olmuştur. Bu çalışmada, midazolam premedikasyonunu takiben, nalbuprin ve propofol uygulanmış, sedasyonun devamı da propofol infüzyonu ile sağlanmıştır.

Çalışmamızın çıkış noktasını oluşturan bu iki çalışmada, anestezi altındaki pediatrik hastalarda vücut ısısında artış olduğu saptanmış olsa da (11, 12), bizim sonuçlarımız bu veriyi desteklememektedir. Yapılan diğer çalışmalarda da, klasik bilgilere paralel olarak anestezi altındaki pediatrik MRG hastalarında vücut ısısında artış gözlenmemiştir (13-15). Bu çalışmalardan ikisinde, vücut ısısı ortalama 0,3 °C ve 1,03 °C azalma göstermiştir (13, 14). Ayrıca, Patel ve ark.nın çalışmasında, sonuçlarımıza benzer şekilde %24 hastada ısı artışı gözlenmiştir (14). Isaacson ve ark.nın, yaş ortalaması 99,8 ay olan 374 MRG hastası üzerinde yaptıkları çalışmada da, klinik olarak anlamlı bir ısı değişikliği olmadığı belirtilmiş ve MRG'de 0,5 °C'yi aşan ısı değişimlerinin sık rastlanan bir olay olmadığına vurgu yapılmıştır (15). Bu çalışmada propofol sedasyonu uygulanmayan hastalarda vücut ısısı artarken (0,24 °C), propofolle vücut ısısı düşmüştür (0,26 °C). Vücut ısısı 1 °C'den fazla azalan hastaların hemen hepsi de anestezi uygulanmış hastalardır. Dolayısıyla bu yayımlar esas alındığında, RFR'nin neden olduğu ısı artışı ile anestezinin neden olduğu ısı azalması arasındaki dengede, anestezi etkisinin daha ön planda olduğu görülmektedir.

Bryan ve ark. (11) ile Machata ve ark.nın (12) çalışmalarında vücut ısısında artış saptanmış olması, ısı ölçüm yönteminden kaynaklanmış olabilir. Biz çalışmamızda bu iki çalışmadan farklı olarak (Radyoloji Kliniğinin rutinine uyarak) kulak tıkacı kullanmadık ve ısı ölçümlerini de bu şekilde yaptık. Ancak diğer çalışmalar hastalarda kulak tıkacı kullanıp, MR sonrası ölçümleri de tıkaç çıkarıldıktan hemen sonra yapmışlardır (11, 12). Bu durum metodolojik bir sorun olarak kabul edilip eleştirilmiş ve Bryan ve ark.nın çalışmasından bu kadar yüksek (0,5 °C) bir ısı artışı saptanmasının olası nedenlerinden birisinin, tıkaç çıkarıldıktan hemen sonra ölçüm yapılması olabileceği ileri sürülmüştür (24). Çünkü tıkaç kullanılması, RFR'ye bağlı ısı artışının kulakta lokalize kalmasına neden olup, lokal ısı kaybının daha sınırlı kalmasına neden olabilir, bu durumda da işlem sonrası ısı ölçümleri yüksek çıkabilir.

Çalışmamızda, vücut ısısında artış olanların yaş ortalamasının (9,6 ay) vücut ısısında azalma olanlara göre (22,8 ay) daha düşük olduğu saptanmıştır. Aslında bu, beklenen bir durum değildir. Çünkü, çocukların hipotermiye daha yatkın oldukları bilinmektedir (19) ve anesteziyle bu durumun daha belirginleşmesi beklenir (20). Ancak, bu konuda yapılan çalışmalar incelendiğinde dikkat çekici bir durum göze çarpmaktadır (11-15). Hastaların yaş ortalamasının 3,0-8,3 yıl olduğu çalışmalarda vücut ısısında azalma ya da hafif artış (0,2 °C) gözlenirken, MRG sonrası en fazla ısı artışının (0,5 °C) görüldüğü çalışma, yaş ortalaması en düşük (14 ay) hasta popülasyonuna sahip olan Bryan ve ark.nın çalışmasıdır (11). Dolayısıyla çalışmamızın sonuçlarıyla birlikte ele alındığında bu durum, -anesteziden bağımsız olarak- pediatrik hastalarda MRG'nin daha küçük çocuklarda daha fazla ısı artışına neden olup olmadığı sorusunu akla getirmektedir. Eğer MRG, daha küçük çocuklarda daha yüksek ısı artışına neden oluyorsa bu durum, MRG sırasında kullanılan RFR ve -vücut tarafından absorbe edilen RFR miktarını tanımlayan- SAR değeri ile ilişki olabilir. Cep telefonlarının yaydığı radyofrekansla ilgilenen ve çocuklarda cep telefonu kullanımında dikkatli davranılmasını öneren çalışmalar, yüksek SAR değerinin nedenini, çocuklardaki dokuların iletkenliğinin daha yüksek olmasına bağlamaktadırlar (25). Bu görüşe karşı çıkan ve çocuklarda cep telefonu kullanımının kısıtlanmasına gerek olmadığını savunanlar bile, görüşlerine dayanak olarak, çocuklarda 2 yaşından sonra baş gelişiminde önemli değişiklikler olmamasını göstermektedirler (26). Dolayısıyla en azından teorik olarak, 2 yaşın altındaki çocuklarda, vücut tarafından absorbe edilen RFR mikta-

rı daha yüksek olabileceği kabul edilebilir. Ratlarda yapılan diğer bir çalışma da, beyin dokusunun ve kraniyumun iletkenliğinin doğumda en yüksek olduğunu ve zamanla bağlantılı olarak azaldığını göstermektedir (27). Yine de, bu konunun açıklığa kavuşturulması için yeni çalışmaların yapılması gerektiği açıktır.

Biz çalışmamızda, timpanik yoldan ısı ölçümünü tercih ettik. Bunun nedeni, bu yöntemin hem hızlı ve pratik bir ölçüme olanak sağlaması, hem de merkezi vücut ısısı ile uyumlu sonuç vermesidir (28). Ayrıca, sonuçlarımızın diğer çalışma sonuçlarıyla daha doğru bir şekilde karşılaştırılması açısından da timpanik yol uygun bir seçimdir. Çünkü aynı hasta grubunda yapılmış diğer çalışmaların çoğu da, vücut ısısını timpanik yoldan ölçmüşlerdir (11-13).

Yine de, sadece kraniyal MRG hastalarında yaptığımız bu çalışmada, ölçüm için timpanik yolu kullanmamız eleştiri konusu olabilir. Örneğin, RFR'nin sadece kafaya doğru yöneltildiği bu görüntüleme işleminde lokal ısı artışının daha çok olabileceği, bu nedenle de timpanik ölçümün, yanıltıcı bir şekilde ısı artışını sonucu verdiği ileri sürülebilir. Ancak yukarıda sayılan üç çalışmanın birinde, tüm hastalarda timpanik ölçüm yanında rektal yolla da ölçüm yapılmıştır (12). Machata ve ark.nın bu çalışmasında, kraniyal MRG hastalarında her iki yöntemle (timpanik ve rektal) ölçülen vücut sıcaklıklarının anlamlı bir farklılık göstermeyip benzer sonuçlar verdiği görülmüş ve bu nedenle de timpanik ısının rektal ısıyı doğru bir şekilde yansıttığı sonucuna varılmıştır (12). Dolayısıyla, MRG hastalarında görüntüleme yapılan alan hangi bölge olursa olsun, timpanik yoldan yapılan ölçüm yanıltıcı olmamaktadır.

Pediyatrik MRG hastalarında kardiyorespiratuar monitörizasyon standart bir uygulama olarak önerilirken, sürekli ısı monitörizasyonu konusunda bu kadar kesin ve açık bir öneri yoktur (29). MRG'de sürekli ısı monitörizasyonu maliyeti yüksek bir yöntem olduğundan, klinik düzeyde anlamlı ısı değişikliklerinin insidansının bilinmesi önem kazanmaktadır. Yani eğer, bu hastalarda klinik düzeyde anlamlı ısı değişiklikleri olmadığı (ya da oluyorsa bile insidansının düşük olduğu) açık bir şekilde kabul edilirse, sürekli ısı monitörizasyonuna da gerek kalmayabilir. Bu durumda da, bu hastalarda sürekli ısı monitörizasyonu yapılmadan, belirli dönemlerde (MRG öncesi, MRG sonrası, ya da uzun süreli işlemlerde belirli aralıklarla) yapılacak ölçümler, olabilecek ısı değişikliklerini izlememiz için yeterli olacaktır.

Sonuç olarak, pediyatrik hastalarda MRG için anestezi uygularken ısı düşmesiyle olduğu kadar, ısı artışıyla da karşılaşılabileceği bilinmelidir. Konuyla ilgili yapılan

çalışma sayısı henüz çok fazla olmadığından ve sonuçlar da birbiriyle uyumlu olmadığından, bu konuda yeni çalışmalara gereksinim olduğu açıktır. Ancak, mevcut çalışmalar incelendiğinde görülmektedir ki, 1 °C'yi aşan ısı değişikliğinin görüldüğü hasta yüzdesi %0-20 arasında değişmektedir (11, 12, 15). Bu nedenle eldeki bilgilere göre, standart bir uygulama olarak rutin ısı monitörizasyonunun önerilmesi gerekli görülmektedir (15).

Yazışma Adresi (Correspondence):

Dr. H. Volkan ACAR

Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi Anestezi Kliniği,
Ulucanlar, Ankara

E-posta (e-mail): hvacar@yahoo.com

KAYNAKLAR

1. Wachtel RE, Dexter F, Dow AJ. Growth rates in pediatric diagnostic imaging and sedation. *Anesth Analg* 2009;108(5):1616-21.
2. Shellock FG. Radiofrequency energy-induced heating during MR procedures: a review. *J Magn Reson Imaging* 2000;12(1):30-6.
3. Rodriguez AO. Principles of magnetic resonance imaging. *Rev Mex Fis* 2004;50(3):272-86.
4. Schaefer DJ. Safety aspects of radiofrequency power deposition in magnetic resonance. *Magn Reson Imaging Clin N Am* 1998; 6(4):775-89.
5. Shellock FG, Crues JV. MR procedures: Biologic effects, safety, and patient care. *Radiology* 2004;232(3):635-52.
6. Shellock FG, Rothman B, Sarti D. Heating of the scrotum by high-field-strength MR imaging. *AJR Am J Roentgenol* 1990; 154(6):1229-32.
7. Shellock FG, Schatz CJ. Increased corneal temperature caused by MR imaging of the eye with a dedicated local coil. *Radiology* 1992;185(3):697-9.
8. Kangarlu A, Shellock FG, Chakeres DW. 8.0-Tesla human MR system: Temperature changes associated with radiofrequency-induced heating of a head phantom. *J Magn Reson Imaging* 2003;17(2):220-6.
9. Shuman WP, Haynor DR, Guy AW, Wesbey GE, Schaefer DJ, Moss AA. Superficial- and deep-tissue temperature increases in anesthetized dogs during exposure to high specific absorption rates in a 1.5-T MR imager. *Radiology* 1988;167(2):551-4.
10. Kussman BD, Mulkern RV, Holzman RS. Iatrogenic hyperthermia during cardiac magnetic resonance imaging. *Anesth Analg* 2004;99(4):1053-5.
11. Bryan YF, Templeton TW, Nick TG, Szafran M, Tung A. Brain magnetic resonance imaging increases core body temperature in sedated children. *Anesth Analg* 2006;102(6):1674-9.
12. Machata AM, Willschke H, Kabon B, Prayer D, Marhofer P. Effect of brain magnetic resonance imaging on body core temperature in sedated infants and children. *Br J Anaesth* 2009;102(3):385-9.

13. Tsui BC, Wagner A, Usher AG, Cave DA, Tang C. Combined propofol and remifentanyl intravenous anesthesia for pediatric patients undergoing magnetic resonance imaging. *Pediatr Anaesth* 2005;15(5):397-401.
14. Patel A, Davidson M, Aziz R, Taylor T. Pediatric temperature variation in the MRI scanner under general anesthesia. *Pediatric Anesthesia* 2011, SO90.
15. Isaacson DL, Yanosky DJ, Jones RA, Dennehy N, Spandorfer P, Baxter AL. Effect of MRI strength and propofol sedation on pediatric core temperature change. *J Magn Reson Imaging* 2011;33(4):950-6.
16. Sharkey I, Boddy AV, Wallace H, Mycroft J, Hollis R, Picton S. Body surface area estimation in children using weight alone: application in paediatric oncology. *Br J Cancer* 2001;85(1):23-8.
17. Sessler DI. Mild perioperative hypothermia. *N Engl J Med* 1997; 336(24):1730-7.
18. Sessler DI. Perioperative heat balance. *Anesthesiology* 2000; 92(2): 578-96.
19. Cote CJ. Pediatric anesthesia. In: Miller RD, (ed.) *Miller's Anesthesia*, Philadelphia, Churchill Livingstone Elsevier 2010; 2559-97.
20. Macario A, Dexter F. What are the most important risk factors for a patient's developing intraoperative hypothermia? *Anesth Analg* 2002;94(1):215-20.
21. Dempsey MF, Condon B. Thermal injuries associated with MRI. *Clin Radiol* 2001;56(6): 457-65.
22. Nakamura T, Fukuda K, Hayakawa K, et al. Mechanism of burn injury during magnetic resonance imaging (MRI)--simple loops can induce heat injury. *Front Med Biol Eng* 2001;11(2):117-29.
23. Eising EG, Hughes J, Nolte F, Jentzen W, Bockisch A. Burn injury by nuclear magnetic resonance imaging. *Clin Imaging* 2010; 34(4):293-7.
24. Eger EI. Brain magnetic resonance imaging increases core body temperature in sedated children. *Anesth Analg* 2007;105(1):283.
25. Independent expert group on mobile phones I.2000. Mobile phones and health (<http://www.iegmp.org.uk/report/index.htm>)
26. van Rongen E, Roubos EW, van Aernsbergen LM ve ark. Mobile phones and children: Is precaution warranted? *Bioelectromagnetics* 2004;25(2):142-4.
27. Peyman A, Rezazadeh AA, Gabriel C. Changes in the dielectric properties of rat tissue as a function of age at microwave frequencies. *Phys Med Biol* 2001;46(6):1617-29.
28. El-Radhi AS, Barry W. Thermometry in paediatric practice. *Arch Dis Child* 2006;91(4):351-6.
29. Practice advisory on anesthetic care for magnetic resonance imaging: a report by the Society of Anesthesiologists Task Force on Anesthetic Care for Magnetic Resonance Imaging. *Anesthesiology* 2009;110(3):459-79.