

GİRİŞİMSEL RADYOLOJİDE KARBONDİOKSİT ANJİYOĞRAFİNİN YERİ

İsmail CAYMAZ¹

GİRİŞ:

1. Karbondioksit Anjiyografi Tarihçesi ve önemi

Karbondioksitin kontrast ajan olarak kullanımı, 1920'lerde başlamıştır. 1960'ların başlarında, CO₂ sağ atriyumunu görüntülemek için intravenöz olarak enjekte edilmiş ve perikardiyal efüzyonu görüntülemek için kullanılmıştır[1,2]. Venöz enjeksiyonlarda güvenli bir madde olduğunu gösteren hayvan ve klinik çalışmalar yapılmıştır [3]. DSA tekniğinin 1980'lerde ortaya çıkmasıyla, CO₂ güvenli ve kullanışlı bir vasküler kontrast ajanı haline gelmiştir[4].

CO₂, böbrek yetmezliği ve iyotlu kontrasta allerjisi olan hastalarda kanıtlanmış tek güvenli kontrasttır. Şu anda CO₂, çeşitli endikasyonlar için hem arteriyel hem de venöz dolaşımda intravasküler kontrast ajanı olarak geniş bir şekilde kullanılmaktadır. Potansiyel nörotoksisite ve kalp aritmisine karşı, CO₂ torakal aortada, koroner arterde ve serebral dolaşımda kullanılmalıdır. Bir arter veya vene enjekte edildiğinde, CO₂ kanı yerinden çıkarırken, kontrast ortamı kanla karışır. Gaz halindeki CO₂ ile sıvı kontrast ortamı arasındaki fiziksel özellik farkına rağmen,

CO₂ arteriyogramları oldukça karşılaştırılabilir nitelikte olup, daha düşük riskle vasküler bilgiyi sunar. Tanısal anjiyografi ve endovasküler müdahalelerde güvenli olarak kullanılabilir [5]. Bu derlemede, CO₂ anjiyografinin bilimsel prensipleri, teknikleri ve uygulamaları ele alınacaktır.

2. Karbondioksitin teknik bilgisi:

CO₂, havanın %0.03'ünü oluşturur. Kontrast maddeler vücut dokularının yoğunluğuna göre, pozitif ve negatif olarak ayrılır. Düşük atom numarası ve yoğunluğundan dolayı CO₂, negatif bir kontrast ajandır. Çevreleyen kan ve damar duvarından daha az ölçüde X-ışınını emer. Bu nedenle, CO₂ görüntülemesi iyi kontrast çözünürlüğüne sahip DSA tekniğini gerektirir. Bir vene enjekte edildiğinde, CO₂ kan tarafından akciğerlere taşınır, burada tek bir geçişle atılır. CO₂'nin akciğer kapillerlerinden sol atriyuma geçişi olduğuna dair bir kanıt bulunmamıştır. Benzer şekilde, CO₂ kabarcıkları, proksimal superior mezenterik veya splenik artere enjeksiyon yapılırken portal ven içine girmemektedir. Eğer CO₂ bir kateterin içine enjekte edilirse, bu kateter periferik bir splenik arter dalına yerleştirilirse, CO₂ daha sonra splenik pulpa ve splenik ven aracılığıyla portal vene akar. Vasküler tümörler-

¹ Uzm. Dr., Başkent Üniversitesi İstanbul Sağlık Uygulama ve Araştırma Hastanesi, Radyoloji Kliniği dr.ismailcaymaz@gmail.com, ORCID iD: 0000-0002-4426-9672

le, şırınga basınçlı gaz ile doldurulduğunda, gaz basıncını şırıngadan çıkarmak için musluk açılıp kapatılmalıdır. Buhar kilidi, bir damarda hapsolmuş CO2 kabarcıklarının kan akışını kesmesi sonucu oluşur. Yanlışlıkla aşırı miktarda intravenöz CO2 enjeksiyonu, normal kan akışını pulmoner arterde tıkayabilir ve hipoksi ile hipotansiyona yol açabilir. Bir damara 40 mL CO2 enjekte edilmesi pulmoner arter buhar kilidine neden olmaz ve herhangi bir vital belirtide değişikliğe yol açmaz. Başka bir CO2 buhar kilidi(Vapor lock) bölgesi, AAA hastasında inferior mezenterik arteri içerebilir. CO2, AAA'nın ventral kısmında sıkıştığında, gaz kana daha az çözünür azot ile değiştirilir ve bu, superior mezenterik arterden gelen kolateral dolaşımı bloke ederek inferior mezenterik arterde kan akışını engelleyebilir. Bu ishale ve hatta kolon iskemisine neden olabilir. Başka bir potansiyel buhar kilidi, azot protoksit anestezisi altında CO2 anjiyografisi sırasında gelişebilir; bu durumda daha az çözünür azot sıkışmış CO2 kabarcığına yayılabilir ve daha az çözünür azot içeren kabarcığın genişlemesine yol açabilir [16]. CO2'nin potansiyel nörotoksitesi nedeniyle gaz, diaframanın üstünde arteriyel bir kontrast ajanı olarak kullanılmamalıdır. Sıçanlarda yapılan bir karotid enjeksiyonu çalışması, CO2'nin çoklu iskemik infarktlar ve kan-beyin bariyerinin bozulması ile nörotoksik etkileri olabileceğini göstermiştir [8]. Bununla birlikte, Dimakakos ve ark. [9] tarafından tavşanlarda yapılan bir çalışma, 3 mL/kg hızında yapılan CO2 enjeksiyonunun, manyetik rezonans görüntüleme ve histolojik incelemede iskemik beyin infarktı, kanama, tromboz veya nekroz odaklarına dair kanıt göstermediği bulunmuştur. Kozlov ve ark. [10] tarafından yapılan bir domuz çalışmasında, iç karotid artere tek bir CO2 enjeksiyonunun kalıcı klinik semptomatoloji oluşturmadığı gözlenmiştir

Gelecekteki Yönelimler:

Karbondioksit anjiyografisi, akışkanlığının yüksek olması sebebiyle kanama odağını ve fistülizasyonları daha iyi gösterebilir. Bu sebepten literatürde embolizasyonlarla ilgili çalışmalar yayınlanmaya başlanmıştır [17]. Ayrıca CO2'nin bilgisayarlı tomografik anjiyografilerle ilgili çalışmalar yayınlamaya başlamıştır [18].

Karbondioksit Anjiyografi: Girişimsel Radyolojideki Değer ve Potansiyel

CO2 anjiyografisi, torasik aorta, koroner arter ve beyin dolaşımı dışındaki tüm arteriyel ve venöz dolaşımında kontrast ajan olarak kullanılabilir. Tanı ve müdahale için gerekli vasküler bilgi sağlayabilir. CO2, kontrast madde alerjisi ve böbrek yetmezliği olan hastalarda bilinen tek güvenli kontrast ajanıdır ve kontrast maddeye bağlı nefropatisi önleyebilir. CO2, genellikle büyük miktarlarda kontrast ortamı gerektiren birçok tanısal arteriyografi ve endovasküler müdahalelerde kullanılması çok daha önemlidir. CO2'nin özelliklerinin anlaşılması CO2 anjiyografisinin çok güvenli bir kontrast olması sebebiyle kullanımını çok arttırması beklenilebilir.

REFERANSLAR:

1. Paul RE, Durant TM, Oppenheimer MJ, Stauffer HM. Intravenous carbon dioxide for intracardiac gas contrast in the roentgen diagnosis of pericardial effusion and thickening. *Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med* 1957;78:224-225.
2. Scatliff JH, Kummer AJ, Janzen AH. The diagnosis of pericardial effusion with intracardiac carbon dioxide. *Radiology* 1959;73:871-883.
3. Barrera F, Durant TM, Lynch PR, Oppenheimer MJ, Stauffer HM, Stewart GH 3rd. In vivo visualization of intracardiac structures with gaseous carbon dioxide; cardiovascular-respiratory effects and associated changes in blood chemistry. *Am J Physiol* 1956;186:325-334.
4. Hawkins IF. Carbon dioxide digital subtraction arteriography. *AJR Am J Roentgenol* 1982;139:19-24.
5. Cho KJ, Hawkins IF. Carbon. In: Cho KJ, Hawkins IF, editors. *Carbondioxide angiography: principles, techniques, and practices*. New York: Informa Healthcare; 2007.
6. Hawkins IF Jr, Caridi JG, Klioze SD, Mladinich CR. Modified plastic bag system with O-ring fitting connection for carbon dioxide angiography. *AJR Am J Roentgenol* 2001;176:229-232.

7. Cho KJ, Hawkins IF Jr. Discontinuation of the plastic bag delivery system for carbon dioxide angiography will increase radiocontrast nephropathy and life-threatening complications. *AJR Am J Roentgenol* 2011;197:W940-W941.
8. Coffey R, Quisling RG, Mickle JP, Hawkins IF Jr, Ballinger WB. The cerebrovascular effects of intraarterial CO₂ in quantities required for diagnostic imaging. *Radiology* 1984;151:405-410.
9. Dimakakos PB, Stefanopoulos T, Doufas AG, Pappasava M, Gouliamos A, Mourikis D, et al. The cerebral effects of carbon dioxide during digital subtraction angiography in the aortic arch and its branches in rabbits. *AJNR Am J Neuroradiol* 1998;19:261-266.
10. Kozlov DB, Lang EV, Barnhart W, Gossler A, De Girolami U. Adverse cerebrovascular effects of intraarterial CO₂ injections: development of an in vitro/in vivo model for assessment of gas-based toxicity. *J Vasc Interv Radiol* 2005;16:713-726.
11. Lambert CR, de Marchena E J, Bikkina M, Arce-ment BK. Effects of intracoronary carbon dioxide on left ventricular function in swine. *Clin Cardiol* 1996;19:461-465.
12. Dimakakos PB, Stefanopoulos T, Doufas AG, Pappasava M, Gouliamos A, Mourikis D, et al. The cerebral effects of carbon dioxide during digital subtraction angiography in the aortic arch and its branches in rabbits. *AJNR Am J Neuroradiol* 1998;19:261-266.
13. Kariya S, Tanigawa N, Kojima H, Komemushi A, Shiraishi T, Kawanaka T, et al. Efficacy of carbon dioxide for diagnosis and intervention in patients with failing hemodialysis access. *Acta Radiol* 2010;51:994-1001.
14. Caridi JG, Hawkins IF Jr. CO₂ digital subtraction angiography: potential complications and their prevention. *J Vasc Interv Radiol* 1997;8:383-391.
15. Steffey EP, Johnson BH, Eger EI 2nd. Nitrous oxide intensifies the pulmonary arterial pressure response to venous injection of carbon dioxide in the dog. *Anesthesiology* 1980;52:52-
16. Cho KJ, Cho DR. CO₂ digital subtraction splenoportography with the "skinny" needle: experimental study in a swine model. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2003;26:273-276.
17. Carbon Dioxide Angiography for the Detection of Lower Gastrointestinal Arterial Bleeding Initially Occult to Angiography with Iodinated Contrast Media. *J Vasc Interv Radiol* . 2022 Nov;33(11):1329-1334.
18. 2D-Perfusion Angiography Using Carbon Dioxide (CO₂): A Feasible Tool to Monitor Immediate Treatment Response to Endovascular Therapy of Peripheral Arterial Disease? *CardioVascular and Interventional Radiology* 2020 Dec;44(9)