

# GİRİŞİMSSEL KARDİYOLOJİDE ULTRASONUN YERİ

THE ROLE OF ULTRASOUND IN THE INTERVENTIONAL CARDIOLOGY

Dr.Cevdet ERDÖL, Doc.Dr.Nazim ARSLAN, Prof.Dr.DcnIz DEMIRKAN

GATA Kardiyoloji ABD, ANKARA

## ÖZET

*Intrakoronar ultrason görüntüleme tekniği oldukça yeni bir methodur. Bu teknik sayesinde damar tümeni ve çeperi hakkında direkt ve kesin bilgi elde edilir. Bu bilgiler» göre angioplasti, ablation veya stent gibi değişik tedavi işlemlerine karar verilmekte ve tedaviden elde edilen sonuçlar direkt olarak değerlendirilebilmektedir.*

*Ultrason, kardiyolojide sadece tanı amacıyla değil, aynı zamanda terapötik amaçla da kullanılabilir. Halihazır birçok deneme safhasında olan pek çok maddeden ileriye yıllarda tedavi amacıyla yararlanılacaktır. Bu yazıda konu özetlenerek sunulmuştur.*

Anahtar Kelimeler: intravasküler ultrason, intrakoronar ultrason

T Win Kardiyoloji 1993, 0:150-184

## SUMMARY

*Intracoronary ultrasound imaging technic is a new method. This method gives a direct information about both the vessel wall and the lumen. As a result of this data a decision is made for the type of therapy such as angioplasty, ablation, or stenting. In addition, the results of the therapy may be observed directly.*

*Ultrasound was usually used only as a diagnostic tool in cardiology. However, there are many therapeutic applications being developed in basic acoustic and in animal physiologic laboratories, and some of these may achieve clinical usefulness in the coming years. In this article, we have tried to summarize and presented the topic.*

Key Words: Intravascular ultrasound, Intracoronary ultrasound

Turk J Cardiol 1993, 6:180-154

**İNTRAVASKÜLER ULTRASON (IVUS):** Uygun kateterler kullanarak gerek periterik ve gerekse koroner arterlere girmek suretiyle yapılan, damar iç yapılarını görmeyi amaçlayan yeni bir invazif girişimdir. By arriâçia kullanılan probler genelde 20 mHz olmak üzere 10-30 mHz ses dalgası gönderme özelliğine sahiptirler (1). isken\* kalp hastalıkları (IKH)'nın kantitatif olarak değerlendirilmesinde kontrast anglografi (KA) her ne kadar ilk seçilecek metod ise de birtakım dezavantajları olduğundan IVUS'a ihtiyaç duyulmaktadır. KA'nin faydası şu durumlarda sınırlıdır (2):

1. Erken veya minimal lezyonların tanınması
2. Stenozun veya damar çapının kesin ölçümü
3. Ekzantrik lezyonların konsantriklerden ayırımı
4. Plak muhtevasının belirlenmesi

Geliş Tarihi: 26.6.1992

Kabul Tarihi: 12.12.1992

Yazışma Adre»: Dr.Cevdet ERDÖL

GATA Kardiyoloji ABD, ANKARA

150

5. Plak diseksiyonlarının belirlenmesi

6. Trombüsün tanınması

KA ile damar içine verilen radyopak madde görülür. Lümen ancak kontrast maddeyi saracak şekilde görülür. Stenozlar kontrast maddenin daralması olarak ifade edilebilir. Darlık yüzdeleri ise en yakın normal segmente kıyaslanarak verilebilir. Fakat intra- ve inter-observer fark (gözlemci farkı) oldukça fazla olabilmektedir. KA ile normal görünen damarların otopsi bulguları incelendiğinde diffuz aterosklerozlara bile rastlanılmıştır. IVUS bu tip dezavantajları ortadan kaldıracak özelliklere sahiptir (3-7).

**KATETERLERİN ÖZELLİKLERİ:** Önceleri perifer damarlar için 8F kateterler kullanılmış ise de halen daha ince kateterler piyasada mevcuttur. Intrakoronar Ultrason (IKUS) çalışmalarında ise halen 3F kateterler kullanılmaktadır. Bu tip kateterlerin ucuna 45°'lik açı ile yerleştirilen bir ayna vasıtasıyla damar duvarına dik gelecek şekilde ultrason (US) gönderilerek çeper ve lümen hakkında bilgi elde edilir (8-13). Kateterlerin damara tam paralel olup olmadığı hakkında damar trase-

TKlin Kardiyoloji 1993. 6

Tablo 1. Mevcut IVUS sistemlerinin özellikleri

Tipi	Markası	Kateter çapı	Frekansı
Mekanik	Cardiovascular Imaging System	Periferik	5F 30mHz
			8F 20mHz
		Koroner	4. 3F 30mHz
Mekanik	Intertherapy	Sheath	4, 9F
		Kateter	3F 20mHz
Phased Array	Endosonics		7.8F 20mHz
			3.5F 20mHz
Mekanik	Diasonics		4. 8F 20mHz
			3. 4F 20mHz
Mekanik	Dumed	4. 9F	30mHz



Şekil 1. Uygulamamıza ait İVUS görüntüsü

sini görerek karar vermeli ve kateter mutlaka damara paralel hale getirilmelidir. Ancak bu sayede damara dik açı ile US göndermek mümkün olabilir (2,14).

Tablo 2. İnvasküler diagnostik girişimlerin mukayesesi

## AVANTAJLARI

1. Trombüsün tanınması
2. Lümenin yüzeyi hakkında bilgi verir
3. İleriye doğru görüş sağlar
4. Terapötik aletlerle kombine çalışma imkanı verir

## ANGİOSKOPI

## DEZAVANTAJLARI

1. Damarda kan akımı olmalıdır
2. Devamlı flush yapmak gerekir
3. Damar hasarınayol açabilir
4. Volüm yüklenmesine yol açılabilir

## LAZER — İNDUCED FLORESAN

1. Hasarlı damarları normal damarlardan ayırdeder
2. Doku kateterizasyonu imkanı sağlar
3. Terapötik bir aletle kombine edilebilir

1. Tekniğine ait bilgiler azdır
2. Kantitatif bilgi vermez
3. Morfolojik bilgi vermez
4. Plak kalınlığı hakkında bilgi vermez

## İ NTRAVASKÜLER ULTRASON

1. Plak ve damar kalınlığı hakkında kantitatif bilgi verir
2. Kalitatif doku kateterizasyonu sağlar
3. Terapötik bir aletle kombine edilebilir
4. Damarın tüm çevresi hakkında bilgi verir

1. Daha küçük çaplı olması arzu edilmektedir
2. İleriye doğru görüntü vermez

IVUS ile damar lümeni hakkında olduğu kadar intima, media ve adventitia tabakaları hakkında da bilgi edinilmektedir. Bu tabakalarda var olan aterosklerotik plaklar ve mevcut plakların morfolojileri, kalınlıkları, kalsifik olup olmadıkları hakkında da gayet net bilgiler elde edilir (Şekil 1).

Damar cidarındaki kalsifiye plaklar oldukça fazla ekojeniktirler ve US görüntülerinde plak arkasında siyah bir gölgeleri vardır. Kalsiyumdan fakir ve lipidden zengin plaklar ise zayıf ekoya sahiptirler ve arkalarında siyah bir gölgeleri yoktur. Trombüster ise resim üzerinde kolay tanınmamakla birlikte **US** esnasında damar yatağında hareketsiz durmaları ile karakterize yumuşak ateroma ile trombüs ise hemen hemen aynı görüntüyü verdiklerinden kolayca ayırdedilemezler (15).

Plak morfolojisinin tayin edilmesi tanı koymaktan daha çok tedaviye yaklaşımda etkili olmaktadır. Kalsiyum konsantrasyonu fazla olan kalsifik lezyonlar balon angioplastiden daha fazla fayda görürler (8, 9, 13, 16, 17). Buradaki etken mekanizma kalsifik lezyonun bir yerinden disseke edilerek plak bütünlüğünün bozulmasıdır.

Kalsifiye olmayan lezyonlarda beion ile yapılan dilatasyonlarda restenoz riski yüksektir. Bu tip yumuşak lezyonlarda mekanik atektomi veya lazer ablation tekniklerinden yararlanmalıdır.

Trombüsün ateromadan ayırdedilebilmesinin klinik önemi fazladır. Özellikle periferik arterlerde trombüsün stenoz veya total oklüzyon yapıp yapmadığının anlaşılması trombolitik tedaviye karar verme açısından oldukça faydalıdır. Benzer olarak PTCA sonrasında ani restenoz olaylarında aterom ile trombüsün ayırdedilmesi yine tedavide farklı farklı yaklaşımları gerekli kılmaktadır. Özellikle fiberoptik angioskopinin icad edilmesinden sonra akut iskemik olaylarda trombüsün varlığı ve rolü kolayca anlaşılmıştır. Angioskopi damar iç yüzeyi hak-

kinda faydalı bigiler vermekte, flap, disseksiyon ve trombüslerin tanınmasında yararlı olmaktadır. Bununla beraber uygun görüntü elde edebilmek için kansız ortama ihtiyaç duyulması dezavantajı olarak kabul edilmelidir (2). Bir diğer dezavantajı intimanın ilerisinin görülememesidir (Tablo 2).

Bütün bu açıklamalar damar cidarındaki lezyonları tanımanın tanı ve tedavide IVUS'un önemini vurgulamaktadır.

Gerek periferik ve gerekse koroner arterlerde damarları görüntülemekte bundan önce kullanılan sineangiografi (SA) ve Digital Substraction Angiografi (DSA) gibi diğer teknikler damar lümeni hakkında bilgi verdikleri halde damar içindeki akım hakkında bilgi vermezler. Aynı şekilde 2-D IVUS tekniği de damar içindeki akım hakkında bilgi vermekte yetersizdir. Bu nedenle IVUS cihazlarına Doppler tekniği ilave edilerek damar yatağındaki akımın hızı (Flow Velocity)'ni ölçmek mümkün olmaktadır ki klinikte sağlayacağı ilave fayda oldukça fazladır. Bundan bilhassa PTCA veya ablation tekniklerinden önce ve sonra flow velositeyi ölçmek suretiyle sağlanan faydayı objektif olarak görmekte yararlanılmaktadır (18).

SA ve DSA görüntülerine dayanarak yapılan ve başarılı bulunan aterektomi işlemlerinden sonra önemli rezidüel darlık kalmadığı kabul edilen olgularda IVUS yapılmış ve diğer tekniklerin aksine önemli rezidüel darlıkların kaldığı gösterilmiştir. Bu, bize girişimsel kardiyo-lojide IVUS (Doppler ile bir bütün olarak ele alındığında)'un diğer testlere üstün olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde SA ve DSA olarak gayet normal görünen damarların yapıları ve elastikiyetleri hakkında bilgi edinmek mümkün olmamaktadır. Fakat IVUS bize bu imkanı da sağlamaktadır.

Bütün bunların yanısıra söylemek gerekirse tam tıkalı lezyonların ilerisini tam ve yeterince gösterecek IVUS teknikleri henüz klinik kullanıma tam olarak girememiştir. Lezyonun kalsifik olup olmamasına göre değişmek üzere darlığın 1cm. veya biraz daha ilerisini gösterebilecek 2-D sistem ve 10mm. veya biraz daha ilerisini gösterebilen Doppler sistemleri halen mevcuttur.

IVUS'un terapötik amaçlı kullanım yerlerini özetlemek gerekirse (10-15, 17, 19):

1. Angioplasti: İşlem öncesi ve sonrası yapılan 2-D US ile damarın çapı, yapılan işlemin yeterli olup olmadığı, disseksiyon olup olmadığı hakkında bilgi verir. Beraberinde yapılacak olan Doppler ise damardan geçen akım hakkında bilgi verebildiğinden sağlanan damar açıklığının yanısıra kan akımı hakkında da bilgi verir. Bu işlem periferik arterlere, koroner arterlere yapılabildiği gibi LIMA veya ven greftlere de başarıyla yapılabilmektedir (10, 12-15, 17, 19-22). İşlem öncesinde damar çapının öğrenilmesi kullanılacak olan balonun tayininde de rol oynamaktadır (4, 12, 16, 20, 22, 23).

2. Aterektomi: IVUS aterektomiye karar vermede kullanıldığı gibi asıl önemli kullanım yeri aterektomiden sonra rezidüel darlık kalıp kalmadığını kontrol etmektir. IVUS yapmadan diğer tekniklere dayanılarak yapılan aterektomilerden sonra rezidüel darlıkların kalmasından başka fazla kazanmak suretiyle damar duvarının inceltmesi ve hatta perforasyona sebebiyet verilmesi tehlikesi her an mümkündür. IVUS bu tehlikeleri ortadan kaldıran bir metoddur (11,13,24).

3. Stert Uygulaması: IVUS ve Stentlerin damara dairevi olarak oturup oturmadığı, tromboza yol açıp açmadığı net bir şekilde anlaşılabilir. Stentin tipi, çapı ve pozisyonunun tayininde faydalanılabilecek bir metoddur (2,10,25).

4. Lazer Ablation: Ateromun yüzeyi ve alt tabakaları IVUS ile görülerek lazer enerjisinin yönlendirileceği yer açıkça görülebilir. Lazer ve US görüntünün kombine edildiği kateterler de geliştirilmiştir. IVUS tek başına kullanıldığında bile en azından lazer ablation sonrasında oluşan doku değişikliği hakkında fikir vermek suretiyle faydalı olmaktadır (10,13)

5. CABGC Sonrası: Ameliyat esnasında ven greft veya LİMA ile koroner arter arasındaki anostomozların çalışırılılığı hakkında bilgi edinilebilir ve flow velosite ölçülerek kesin kanaat sahibi olunulabilir. Çalışmalar göstermiştir ki uç-yan anostomozlar uç-uca yapılan anostomozlardan daha yararlı olmaktadır (10).

6. Renal Arter Stenoza: Tanı ve angioplastisi esnasında IVUS'dan yararlanılmaktadır.

7. Pulmoner Arter Hastalıkları: Elastik arterlerden müsküler arterlere geçiş zonu çok distalde olduğundan rezistan (müsküler) arterlere ulaşılamamakla beraber intimal fibroz, ateroskleroz ve kronik tromboembolizm hakkında bilgi edinilebilir.

8. Valvüler Lezyonlar: Balon valvüloplastiden önce ve sonra kapak alanı tayini IVUS ile yapılabilmektedir. Mitral kapak lezyonlarında kapak alanı tayininden başka pulmoner ven hipertrofisi olup olmadığının anlaşılması pulmoner hipertansiyonun reverzibil olup olmadığı hakkında da fikir verir.

9. Aort Hastalıkları: Aort lümen geometrisi ve diğer karakteristik değişiklikler hakkında net bilgiler verir. Trans Eusophageal Echo (TEE) torasik aorta hakkında bilgi vermekle beraber abdominal aorta hakkında bilgi vermediğinden bu bölgenin tetkikinde IVUS'dan yararlanılmaktadır. Aort disseksiyonu ve aort koarktasyonunda kantitatif ölçümlere imkan tanır.

10. Kongenital Hastalıklar: Yenidoğanlarda TEE gibi kullanılarak kalp yapılarını görmekte de kullanılmakta ise de IVUS'un kongenital kalp hastalıklarında asıl kullanım yeri aort koarktasyonu veya periferik pulmoner arter stenozunda kullanılacak olan balonun çapının tespiti, plasti öncesi ve sonrasında morfolojik yapının kıyaslanmasıdır. Ayrıca yenidoğanlarda prekordiyal eko veya angiografik olarak çok zor görüntülenebilen

anormal venöz dönüşü sağ atriüma girmek suretiyle tespit etmek mümkün olmaktadır.

IVUS'un kardiyovasküler hastalıklar dışındaki kullanım sahaları da gittikçe artmaktadır:

1. Üroloji: Transuretral US yaparak özellikle in situ prostat kanserlerini erken dönemde tanımak mümkündür.

2. Obstetrik ve Jinekoloji: Korpus uteri ve Fallop tüpleri görüntülenebilir, gebeliğin erken döneminde embriyonun gelişimi takip edilebilir.

3. Gastroenteroloji: ERCP ve diğer endosonografik tetkikler.

Görüldüğü üzere IVUS gerek periferik ve gerek koroner arterlere, LİMA veya safen ven greftlere uygulanabildiği gibi diğer bazı branşların da klinik uygulama sahalarına girmiş ve başarıyla uygulanmaya başlanmıştır.

Bütün bu bilgilerin yanısıra US'un gerek IVUS şeklinde veya başka metodlar halinde kardiyolojinin hizmetine gireceği sahalar gittikçe artmaktadır. Konu ile yakın ilişkili olduğu ve bütünlük sağlayacağı düşünülmesiyle bu yeniliklerden de kısaca bahsetmek uygun olacaktır (10):

1. US Vaivüloplasti: İlk defa 1988 yılında Worley tarafından uygulanmıştır. Kalsifik aort veya mitral kapaklara litotripsi kateterlerine benzer kateterler vasıtasıyla akustik şok dalgaları gönderme prensibine dayanmaktadır. Akustik şok dalgaları ile kapakları dekalsifiye etmek suretiyle darlıklar açılır. Bu tip işlemler sırasında kapaklarda yetmezlik varsa artırılabilirliği hatırlanmalıdır.

2. US Trombolizis: Muhtemelen akustik kaviteasyon yoluyla organik materyallerin parçalanması esasına dayanmaktadır. Deney safhasındadır.

3. US Angioplasti: Total tıkalı damarlara US göndererek açıklık sağlama metodudur. Biraz önce anlatılan ve US'un rehberlik amacıyla angioplasti esnasındaki kullanımından farklı olarak burada terapötik amaçlı olarak kullanıldığını hatırlatmakta fayda vardır.

4. Akustik Filtre: CABGC sonrası ortaya çıkan hafıza kaybı, hafif ensefalopati, kişilik değişiklikleri, konstantrasyon bozukluğu vs... den oluşan tabloya "Pump Head" denmektedir. Etiyolojisinden birçok mekanizma sorumlu tutulmakla beraber en çok suçlanan mikrobalonculardır. Bu baloncuklar 8-40µm çapındadırlar. Halen by-pass işlemlerinde kullanılan mekanik filtreler 35-40µm çapındaki baloncukları filtre edebilmekte daha küçükleri ise filtre edemeyerek biraz önce bahsedilen klinik tabloya neden olmaktadır, işte geliştirilen US filtreler (akustik filtreler) 35µm'den daha küçük baloncukları da filtre edebildiklerinden bu metoddan özellikle CABGC esnasında oldukça yararlanılacaktır.

5. Kardiyak inotropi: Forester (1985) düşük frekanslı US kullanarak izole rat papiller kasını stimüle

edebilmiştir. Zakharov (1989) ise bu metodu biraz daha geliştirmiştir. Buradaki mekanizmanın reverzibl membran depolarizasyonu ve membran eksitabilitesinin kaybı olduğu düşünülmektedir.

6. Defibrilasyon: Smailys (1981) köpekler üzerinde yaptığı bir çalışmada US dalgaları kullanarak ventrikül fibrilasyonunu başarılı bir şekilde defibrile etmiştir. Buradaki antiaritmik mekanizma US'un myokard hücrelerinde refrakter periodu uzatmasıdır.

7. Kardiyak Pacing: Mekanik stimülasyonların prematüre atımlar doğurduğu bilinmektedir. Bundan yararlanarak ventriküllere akustik şok dalgaları göndermek suretiyle ventriküller kontrakte edilebilmektedir. Litotripsi ve aynı şekilde Lazer angioplasti esnasında bir yan etki olarak ektopik atımların oluşmasındaki temel mekanizma budur.

8. Implante Edilen İlaçların Salınımı: Burada diğerlerinden farklı olarak external US'dan yararlanır. Cilt altına implante edilen ilaçlara US göndererek salınımlarını 10-20 kat arttırmak mümkün olmaktadır.

IVUS tekniğinin, özellikle kateterden ilerisini gösterecek şekilde geliştirildiği takdirde kardiyolojiye olduğu kadar tüm tıbbı oldukça büyük katkısı olacağı kabul edilmektedir.

## KAYNAKLAR

1. Starksen NF, Yock PG. Clinical applications of intravascular ultrasound imaging. Am J Cardiac Imaging 1991; 5:54-9.
2. Coy KM, Mourer G, Siegel RJ. Intravascular imaging: A current perspective. JACC 1991; 18(7):1811-23.
3. Gussenhoven EJ, Essed CE. Arterial wall characteristics determined by intravascular imaging: An in vitro study. JACC 1989; 14:947-52.
4. Kuntz RE, Safian RD, Schmidt DA. Restenosis following new coronary devices: The influence of post-procedure luminal diameter. JACC 1991; 17:47A.
5. Nishimura R, Edwards W, Warnes C. Intravascular ultrasound imaging: In vitro validation and pathologic correlation. JACC 1990; 16:145-54.
6. Waller BF. The future treatment of atherosclerotic coronary artery disease? A clinical morphological assessment. JACC 1989; 13:969-87.
7. White CW, Creighton BWB, Doty BD. Does visual interpretation of the coronary arteriogram predict the physiologic importance of coronary stenosis? N Engl J Med 1987; 310:819-24.
8. Classens J, Haseldonckx C. The intra-arterial ultrasonography as an exclusive exploration method to determine atherosclerotic lesions of the arterial wall in a preclinical stage. Acta Cardiologica 1991; 46:605-14.
9. Jain SP, Roubin GS, Nanda NC, Dean LS, Agrawal SK, Pinheiro L. Intravascular ultrasound imaging of saphenous vein graft stenosis. Am J Cardiol 1992; 69:133-6.

10. Meitzer RS, Schwarz KQ, Mottely JG, Everbach EC. Therapeutic cardiac ultrasound. *Am J Cardiol* 1991; 67:422-4.
11. Pompa JJ, Dick RJJ, Haudenschild CC, Topol EJ, Ellis SG. Atherectomy of right coronary ostial stenoses: Initial and long-term results, technical features and histologic findings. *Am J Cardiol* 1991; 67:431-3.
12. Tobis JM, Mallery JA, Gessert J, et al. Intravascular ultrasound cross-sectional arterial imaging before and after balloon angioplasty In vitro. *Circulation* 1989; 80:873-82.
13. Yock PG, Fitzgerald P, White N, Linker DT, Angelsen BAJ. Intravascular ultrasound as a guiding modality for mechanical atherectomy and laser ablation. *Echocardiography* 1990; 7:425-32.
14. Pandian NG, Kreis A, Weintraub A, et al. Real-time intravascular ultrasound imaging in humans. *Am J Cardiol* 1990; 65:1392-96.
15. White NW, Yock GP. Intravascular ultrasound: Catheter-based Doppler and two-dimensional imaging. *Cardiology Clinics* 1989; 7:525-36.
16. Mallery J, Gregory K, Morcos NC, Griffith J, Henry W. Evaluation of an ultrasound balloon dilatation imaging catheter. *Circulation* 1987; 76:IV-371 (Abstr).
17. Werner GS, Sold G, Buchwald A, Kreuzer H, Wiegand W. Intravascular ultrasound imaging of human coronary arteries after percutaneous transluminal angioplasty: Morphologic and quantitative assessment. *Am Heart J* 1991; 122(1):212-20.
18. Davidson CJ, Sheikh KH, Harrison JK. Intravascular ultrasound versus digital subtraction angiography: A human in vivo comparison of vessel size and morphology. *JACC* 1990; 16:633-6.
19. Roelandt J, Serruys PW. Intraluminal real-time ultrasonic imaging: Clinical perspectives. *Int J Cardiac Imaging* 1989; 4:89-97.
20. Demirkan D, Arslan N, Töre HF, Erdöl C. Intrakoronar ultrason uygulaması. (Türkiye'de İlk Vaka) *GATA Bülteni (Baskıda)*.
21. Garrant KN, Edwards ED, Kaufman UP, Vlietora RE, Holmes DR. Differential histopathology of primary atherosclerotic and restenotic lesions in coronary arteries and saphenous vein bypass grafts: Analysis of tissue obtained from 73 patients by directional atherectomy. *JACC* 1991; 17:442-8.
22. Leon M, Keren G, Pichard A. Intravascular ultrasound assessment of plaque responses to PTCA helps to explain angiographic findings. *JACC* 1991; 17:47A.
23. Nichols AB, Smith R, Berke AD, Shlofmitz RA, Powersd ER. Importance of balloon size in coronary angioplasty. *JACC* 1989; 13:1094-1100.
24. Hinohara T, Rowe MH, Robertson GC. Effects of lesion characteristics on outcome of directional coronary atherectomy. *JACC* 1991; 17:1112-20.
25. Slepian MJ. Application of intraluminal ultrasound imaging to vascular stenting. *Int J Cardiac Imaging* 1991; 6:285-311.