

Pressure–volume loop analysis during implantation of biventricular pacemaker/cardiac resynchronization therapy device to optimize right and left ventricular pacing sites

Uzm. Dr. Özcan Özeke

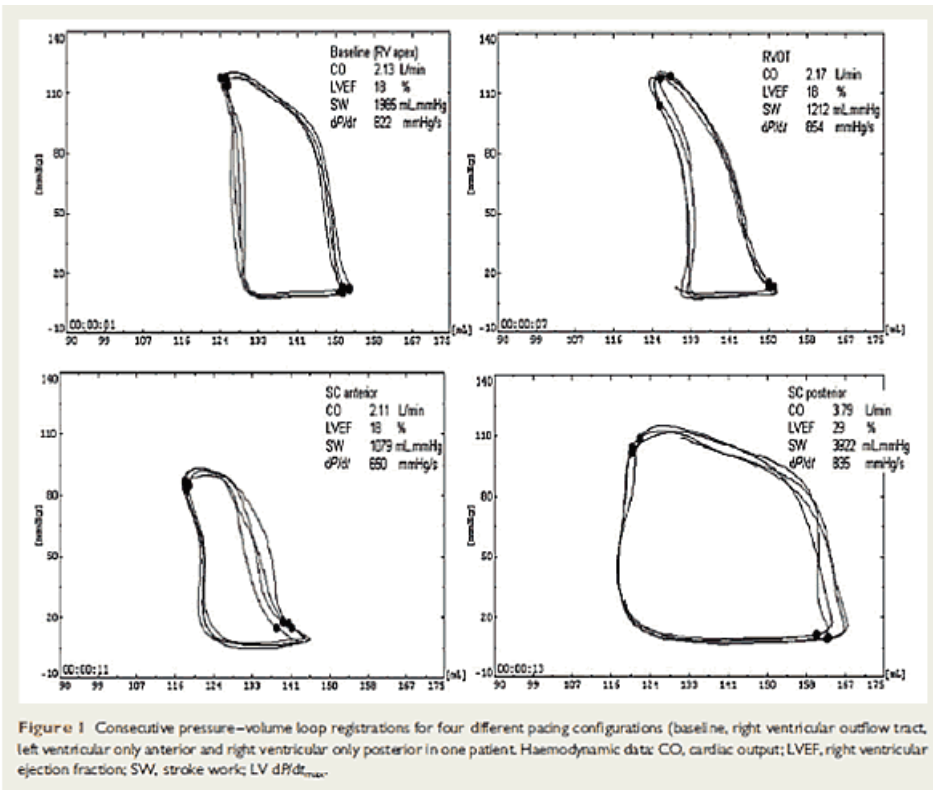
Pacemaker/ICD implantasyonu esnasında en uygun RV ve LV pacing lokalizasyonunu saptamada hangi yöntemin en belirleyici olduğu konusu açıklık kazanmamıştır. Bu çalışmada implantasyon işlemi esnasında değerlendirilen basınç-volüm halka analizi yönteminin optimal LV pacing yerini belirlemedeki etkinliği araştırıldı ve küçük çalışma grubuna karşın kullanılabilirliği yönünde olumlu sonuçlar elde edildi. Ayrıca kronik RV pacingli hastalarda LV ya da biventriküler pacing upgrade-yükseltilmesi ile de LV fonksiyonlarındaki akut hemodinamik iyileşme de gösterildi.

Sağ ventriküler (RV) apikal pacing'in, *normal ventriküler aktivasyon* paternini ve kontraksiyonunu bozarak kardiyak performansta azalmaya neden olduğu bilinmektedir. Özellikle bozulmuş sol ventrikül (LV) fonksiyonları bulunan hastalarda, uzun süreli RV pacing'in, kalp yetmezliğine bağlı hastaneye yatış ve mortalitede artışla ilişkili olduğu; normal sol ventrikül fonksiyonu olanlarda da atriyal fibrilasyon ve hastaneye yatış insidanslarında artışa yol açtığı gösterilmiştir. Bir dizi çalışmada RV apikal bölge dışındaki alternatif sağ ve sol ventrikül pacing lokalizasyonlarının, LV fonksiyonları üzerine daha az etkili, hatta iyileşme ile ilişkili olduğu yönünde bulgular da elde edilmiştir. Bununla birlikte, en uygun RV ve LV pacing lokalizasyonunu belirlemede hangi yöntemin en iyi olduğu konusu açıklık kazanmamıştır.

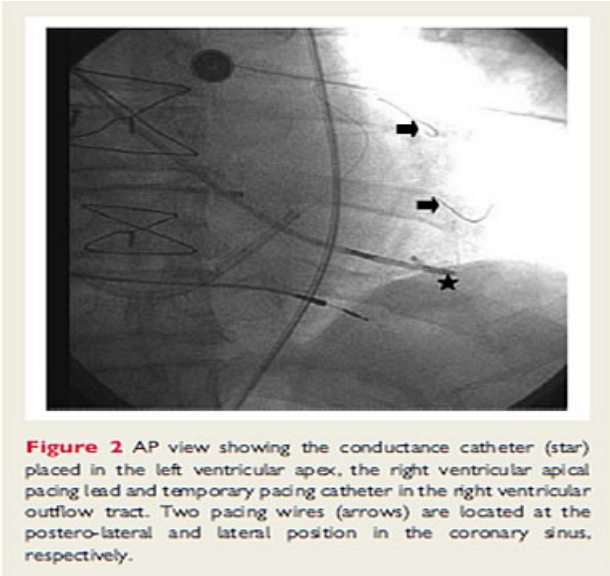
Deneysel çalışmalarda RV pacing ile hemodinamik parametrelerdeki olumsuz etkiye rağmen, sol dal bloğu (LBBB) bulunan kalp yetmezlikli hastalarda LV pacing ya da biventriküler pacing uygulandığında kardiyak output (CO) ve LV dP/dtmax 'ı içeren hemodinamik göstergelerde akut iyileşme olduğu gözlenmiştir. Steendijk ve ark. basınç-volüm ilişkili hemodinamik göstergelerdeki bu iyileşmenin kardiyak resenkronizasyon tedavisi (CRT) sonrası 6. aya kadar devam ettiğini; Vollmann ve ark. ise sadece RV ya da LV pacing'e kıyasla biventriküler pacing ile dP/dtmax'deki iyileşmenin daha iyi olduğunu göstermişlerdir. Hay ve ark. ise RV-LV ardışık stimülasyonunun LV sistolik ve diyastolik fonksiyonlarında iyileşme sağladığını bildirdiler. Farklı sol taraf pacing lokalizasyonlarındaki akut hemodinamik etki önemli farklılıklar göstermesine karşın, tüm bu çalışmalarda LV pacing yeri çoğunlukla lateral pozisyonda sabitti; diğer bir ifade ile bu çalışmalarda en uygun LV pacing yeri araştırılmamıştı. İlk kez, bu çalışmada, kalıcı kalp pili/ ya da implante edilebilir defibrilatör(ICD) uygulamalarında en uygun RV ve LV pacing lokalizasyonunun belirlenmesinde basınç-volüm halkası analizinin kullanılabilirliği araştırıldı.

METOD:

Çalışma Ocak 2004 tarihinden itibaren tek merkezli (Isala Kliniiken, Zwolle, Hollanda) prospektif bir çalışma olarak planlandı ve 29 hasta çalışmaya dahil edildi. Adaylar, bir yıldan fazla süreli RV kronik pace altında iken, biventriküler pacing ya da ICD ye yükseltilmeleri (upgrade) gereken hastalardan seçildi. Ek olarak hastalar, aşağıdaki 3 kriterden 2 sini karşılamak zorundaydı; LVEF < % 40, interventriküler mekanik gecikme (IVMD) >30 msn, NYHA sınıf 2 ya da 3. LVEF >%40 olanlarda, upgrade işlemi pil bitmesine bağlı cihaz değiştirme gerekliliği halinde yapıldı. Tüm hastalar ACE-İ ve beta blokerleri içeren optimal medikal tedavi altındaydı. İskemik kalp yetmezliği tanımlamasında öncesinde kalp krizi, perkutan koroner girişim ya da by-pass öyküsünün olması kriterleri arandı. Femoral arter kanülasyonu sonrası doğrudan LV'den basınç ve volüm bilgisi ve basınç-volüm halka analizi için Cardiac Function Laboratory CFL-512 (Leycomw) cihazı ve 10 mm aralıklarla 12 elektrodu bulunan 7F pigtail conductance kateteri (Leycomw) kullanıldı. Upgrade işleminden önce, konduktans kateteri (anlık basınç ve volüm ölçümü yapabilme özelliğindeki conductance catheter) LV' nin uzun ekseninde olacak şekilde femoral arter yoluyla yerleştirildi. Kateter aracılı bölgesel sinyallerin anlık toplamı ile total LV volümü hesaplandı. Elde edilen göreceli volümlerin, mutlak volüm değerlerine çevirmek için, bazal değerler,iki boyutlu ekokardiyografi ile ölçülen volüm değerleri ile de karşılaştırıldı. 5. ve 6. elektrodlar arasındaki yüksek duyarlılıktaki basınç alıcısı ile de anlık LV basınçları elde edildi. Bu kateterle elde edilen anlık basınç ve volüm değerleri ile, LV pompa fonksiyonunu karakterize etmek amaçlı, daha önceki çalışmalarda detaylı belirtilen yöntemle (**Steendijk P, Tulner SAF, Wiemer M, et al.. Pressure-volume measurements by conductance catheter during cardiac resynchronization therapy. Eur Heart J 2004;6(Suppl. D):D35–D42.**) basınç-volüm halka analizleri (Şekil 1 de gösterildiği gibi) elde edildi. Her bir halka, kardiyak siklusun değişik fazlarını yansıtan, bir kalp siklusunu göstermektedir. Hesaplanan diğer parametreler ile de kalbin sistolik (LVEF,dP/dtmax,LVESV), diyastolik (LVEDV,LVEDP, LV dP/dtmin) ve genel pompa fonksiyonu (CO, SW-kardiyak atım işi) hakkında veriler elde edildi.



Basınç-volüm halkasının alanı kardiyak atım işini (**SW; Stroke work**,; **ventriküler kontraksiyonla oluşan basınç ve atım volümü ile orantılı kardiyak iş**; **Work= pressure x volume**; **Minute work= SBP x SV x heart rate**) göstermektedir. LVEDV, sol ventrikül dolmuş fazının sonundaki maksimal volüm; LVESV, sol ventrikül ejeksiyon fazı sonrasındaki en düşük volümü göstermektedir. EDV ve ESV arasındaki fark atım volümünü (SV) göstermektedir. Tüm bu göstergeler için ortalama değerler, her yeni pacing lokalizasyonu ayarlamasından 20 sn sonra başlamak üzere en az 10 ardışık kalp vurusu değerlendirilerek elde edildi. Ventriküler prematüre kontraksiyonlar nedeni ile oluşan kayıtlar değerlendirme dışı tutuldu. Geçici pacing işlemi, RV apikal bölgedeki ya da varsa RA apendeksteki eski leadler aracılığı ile sağlandı. Buna ilave olarak RVOT (septal taraf) ve değişik koroner sinüs yan dallarına geçici elektrotlar yerleştirildi (Şekil 2).



LV pacing için, ya normal LV pacing leadleri ya da unipolar pacing sağlamak amaçlı izoleli (VisionWire, izole olmayan 15 mm lik distal pacing ucu bulunan Teflon-kaplı) kılavuz teller kullanıldı. LV, LAO 30 derece projeksiyonda dört segmente bölündü. Anjiyografik değerlendirmeden sonra, posterolateral pozisyondaki “ilk tercih hedef ven” belirlendi. Takiben kılavuz teller, mümkün olduğu takdirde, sol ventrikülün anterior, lateral (lateral ya da anterolateral ven), posteriyor (posteriyor ya da posterolateral ven) ve inferiyor (midkardiyak ven) segmentlerine yerleştirildi. RVOT pacing elektrodu femoral ven aracılığıyla yerleştirilirken, unipolar pace telleri subklavian ven aracılığıyla koroner sinüs kılavuz kateteri aracılığı ile yerleştirildi. Pacing işlemi biventriküler arayüzlü (switch box) ERA 300 PSA (Biotronik Germany) cihazı ile sağlandı. Pacing parametreleri, % 100 atriyal ya da ventriküler capture sağlayan, intrinsik ritmin 5 bpm üzerinde ya da stable kalp hızı 80 bpm olacak şekilde, 0.50 ms’de 5.0 V idi. AV gecikme 100 ms ya da ventriküler pacinge izin veren uzun AV gecikme olarak ayarlandı; interventriküler gecikme (VV delay) ise 0 ms idi. Seri pacing işlemi ardışık olarak tüm tek-merkez lokalizasyonlarında, her konfigürasyonu sağlayacak şekilde (RV apeks, RV outflow tract ve farklı sol taraf pozisyonları) ve bifokal sağ (RV apeks + RVOT) ve biventriküler konfigürasyonlarda (RV apeks ile kombine LV pacing) 1 dakikalık pacing intervallerinde elde edildi. Karar verilen pacing yerleri, bazal RV pacing en az 1 dakika uygulandıktan sonra, rastgele sıralama ile, her bir alternatif pacing lokalizasyonları test edildikten sonra seçildi. Anlık sağlanan veri kayıtları ile en iyi

ventriküler hemodinamik performansın (SW) gözlemlendiği konfigürasyon final lead pozisyonu olarak kaydedildi. İşlemin sonunda LV lead'i final pozisyonda yerleştirilerek cep kapatıldı ve AV gecikme basınç-volüm halka analizi kılavuzluğunda optimize edildi.

KLİNİK DEĞERLENDİRME

Basal klinik değerlendirme, NYHA skoru, Minnesota Kalp yetmezliği anketi ile yaşam kalitesi skoru, 6 dakika yürüme testi ve kardiyopulmoner bisiklet egzersiz testi ile egzersiz toleransı (maksimal oksijen alımı, VO₂max) değerlendirildi.

EKOKARDIOGRAFI

İmplantasyondan önce, standart iki boyutlu ekokardiyografi ve Doppler görüntüleri ve bazal parametreler kaydedildi (LVEF, LVEDB, ESV; mitral yetersizlik derecesi (0-4), aortik ve pulmoner velositeler; IVMD- aortik ve pulmoner preejeksiyon zamanları arasındaki fark)

SONUÇLAR

Toplam 29 hasta (ortalama yaş 70, % 69'u erkek) çalışmaya dahil edildi. Upgrade işlemi öncesindeki ortalama pacing suresi 73±45 aydı. Bazal özellikler Tablo 1 de gösterilmiştir. 20 hastada biventriküler pacemaker ve 9 hastada biventriküler ICD planlandı. Ortalama LVEF % 34.3, 8 hastada LVEF % 40, ve ciddi mitral yetersizliği olan bir hastada LVEF % 50 idi. Ortalama paceli QRS süresi başlangıçta 175± 33 msn iken; optimal LV pozisyonunda, bu süre biventriküler pacing esnasında ort 144 ± 27 msn'e düşerken tek taraflı LV pacing esnasında hafifçe ortalama 187 ± 37 msn e çıktı.

Table 1 Baseline characteristics

Male gender	20/29 (69.0%)
Age (year)	70.3 ± 9.7
NYHA class I/II/III/IV	2/3/23/1 patients
Ischaemic	8/29 (27.6%)
Sinus rhythm	13/29 (44.8%)
Quality of life	30 ± 17
Months paced	73 ± 45
NT-proBNP	229 (85–1224)
Paced QRS duration (ms)	175 ± 33
VO ₂ max (kg/L/min)	17.1 ± 5.7
6 min walk test (m)	440 (307.5–491)
LV end-diastolic diameter (mm)	56.2 ± 6.8
LV end-systolic diameter (mm)	45.0 ± 8.2
LV ejection fraction (%)	34.3 ± 9.8
LV end-diastolic volume (mL)	126 ± 47
LV end-systolic volume (mL)	85 ± 39
Mitral regurgitation (grade)	1.59 ± 1.09
LV pre-ejection period (ms)	164 ± 36
RV pre-ejection period (ms)	113 ± 28
Interventricular delay (ms)	50 ± 14

Quality of life assessed by the Minnesota Living with Heart Failure questionnaire.

Tüm hastalarda koroner sinus ulaşılabilir idi ve venogram yapılabilirdi. Pacing telleri ya da LV leadler tüm hastalarda koroner sinus anatomisine uygun olarak en az 3 farklı pozisyonda yerleştirildi. İşlemler ile ilgili komplikasyon izlenmedi. 2 hastada yetersiz volüm ölçümleri nedeni ile basınç-volüm ilişkisi değerlendirilemediği için sadece dP/dtmax incelenebildi. Bu hastaların birinde conductance kateteri mekanik aortik kapak bulunması nedeni ile interatriyal septum aracılı yerleştirildi. Tablo 2 farklı pacing yerlerinde elde edilen LV fonksiyon parametrelerine ait ortalama değerleri göstermektedir. Bazale (RV apikal pacing) kıyasla, RVOT pacing ile dP/dtmax'da küçük fakat önemli artış gözlenirken, volumetrik parametrelerde (SW, LVEF, CO) değişken sonuçlar elde edildi. En iyi tek taraflı sol ya da biventriküler pacing ile de tüm parametrelerde istatistiksel anlamlı (p<0.05) iyileşmeler izlendi.

Table 2 Mean acute haemodynamic indices in different right-sided and best left-sided pacing configurations

	Baseline	RVOT	RVA+RVOT (bifocal)	LV only	Biventricular
ESV (mL)	88 ± 63 (28)	92 ± 68 (23)	102 ± 76 (15)	96 ± 62* (27)	95 ± 66* (28)
EDV (mL)	125 ± 76 (28)	124 ± 79* (23)	140 ± 89 (15)	133 ± 74* (27)	132 ± 75* (28)
CO (L/min)	3.6 ± 1.3 (29)	3.5 ± 1.4 (23)	3.9 ± 1.4 (16)	4.1 ± 1.7* (28)	4.2 ± 1.6* (29)
LVEF (%)	33 ± 11 (27)	30 ± 14* (22)	30 ± 11 (14)	38 ± 14* (26)	40 ± 15* (27)
dP/dt _{max} (mmHg/s)	988 ± 235 (29)	1048 ± 203* (23)	935 ± 215 (16)	1093 ± 255* (28)	1085 ± 256* (29)
dP/dt _{max} /EDV (mmHg/s/mL)	10.6 ± 6.2 (28)	11.3 ± 6.4* (23)	8.6 ± 4.1 (15)	11.8 ± 7.3* (27)	11.7 ± 6.6* (28)
SW (mL mmHg)	3369 ± 1444 (28)	2869 ± 1384* (23)	3179 ± 1352 (15)	4324 ± 1996* (27)	4482 ± 1840* (27)

Baseline represents RV apical pacing, LV only and Biventricular are the best left-sided pacing locations. Values in parentheses indicate the number of patients with measurements at the specific pacing configuration.

ESV, end-systolic volume; EDV, end-diastolic volume; CO, cardiac output; dP/dt_{max}, maximal rate of pressure increase; SW, stroke work.

*Difference with Baseline is significant at P < 0.01 (paired two-tailed Student's t-test).

†Difference with Baseline is significant at P < 0.05.

Bazal RV apikal pacinge kıyasla elde edilen ortalama kısmi değışiklikler Şekil 3 de gösterilmiştir. RV apikal pacinge kıyasla RVOT pacing ile SW de ortalama $\%15 \pm 24$ azalma, LVEF de $\%11 \pm 19$ azalma, CO da $\%5,8 \pm 14,5$ azalma ve LV dP/dtmax da $\%4,0 \pm 6,4$ artış izlendi. İki odaklı konfigürasyonlarda, ortalama SW de $\%0,9 \pm 24,3$ azalma, LVEF de $\%1,8 \pm 12,1$ azalma, CO da $\%2,3 \pm 11,6$ azalma ve LV dP/dtmax da $\%2,6 \pm 9$ azalma izlendi. Başlangıç değerleri ile karşılaştırıldığında, tek taraf LV pacing ile elde edilen maksimal değışiklik, SW de ortalama $\%36,2 \pm 45$ artış, LVEF de $\%17,9 \pm 30,2$ artış, CO da $\%15,3 \pm 22,2$ artış ve LV dP/dtmax da $\%12,2 \pm 9,4$ artış idi. En iyi biventriküler konfigürasyonla, ortalama SW de $\%39,0 \pm 41,4$ artış, LVEF de $\%21,5 \pm 12,8$ artış, CO da $\%16,0 \pm 15,6$ artış ve LV dP/dtmax da $\%10,4 \pm 11,1$ artış saptandı. Subgrup analizler, başlangıçta sinus ritmi olanlar ile atriyal fibrilasyonu olanlar arasında SW ya da dP/dt cevabında önemli farklılıklar göstermedi.

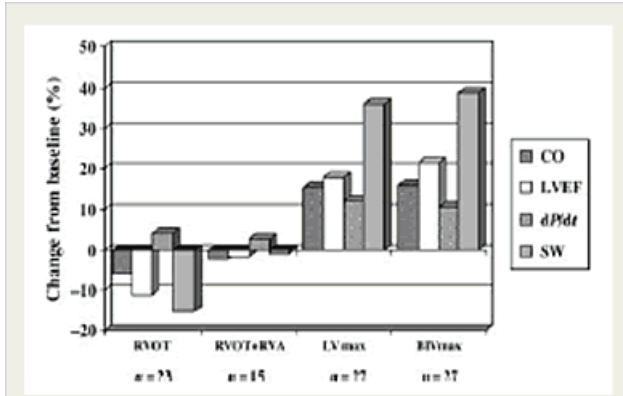
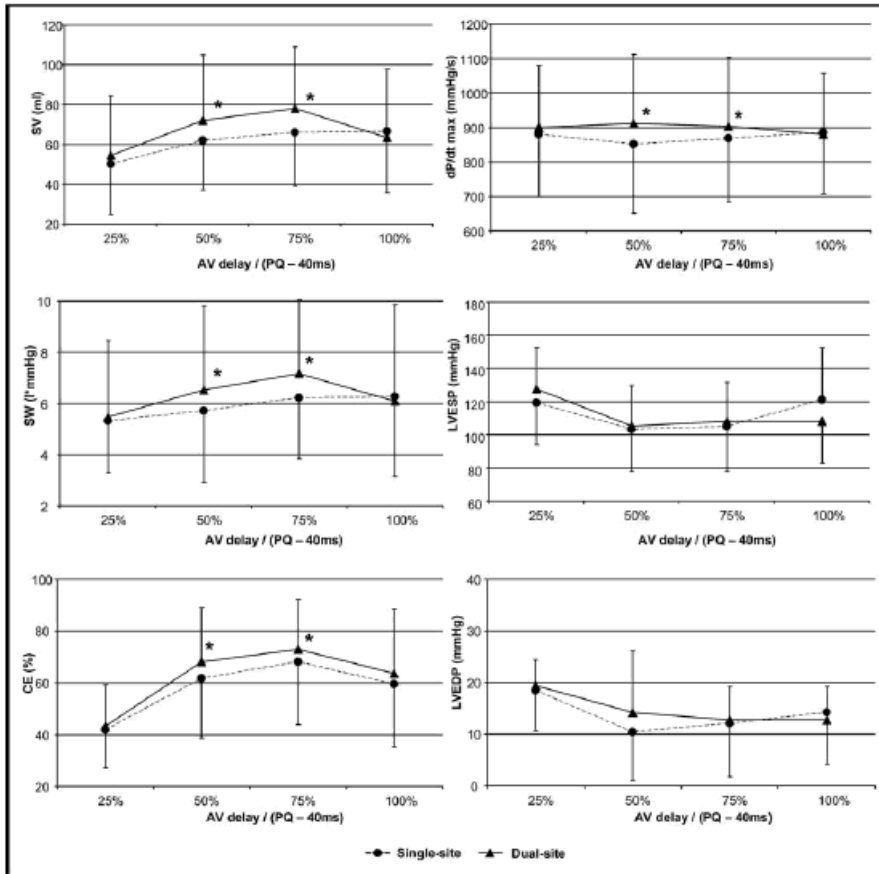


Figure 3 Mean changes in cardiac output (CO), left ventricular ejection fraction (LVEF), left ventricular dP/dt_{max}, and stroke work (SW) in different pacing configurations compared with baseline (right ventricular apical) pacing.

Tablo 3 de dört farklı segmentteki tek taraf LV pacing esnasındaki ortalama akut hemodinamik parametre sonuçları ve Şekil 4 de ise değışim eğrileri gösterilmiştir. Başlangıç değerlerine kıyasla SW, dP/dtmax, ve CO' da, tek taraflı posteriyor ve lateral pacing ile önemli derecede iyileşme gözlemlendi. Anteriyor pozisyonda dP/dtmax da artma izlenirken inferiyor bölgede pacing yapılan hasta sayısı azdı.



Parameter	Atrioventricular Delay/ (PQ - 40 ms):	25%	50%	75%	100%
Heart rate (beats/min)	Single-site	81 ± 6	82 ± 7	82 ± 7	82 ± 7
	Dual-site	82 ± 6	82 ± 7	83 ± 8	83 ± 8
End-diastolic volume (ml)	Single-site	175 ± 60	188 ± 73	169 ± 56	196 ± 83
	Dual-site	190 ± 60	191 ± 66	203 ± 83	210 ± 82
Pressure-derivative minimum (mm Hg/s)	Single-site	-850 ± 180	-825 ± 212	-838 ± 205	-859 ± 190
	Dual-site	-840 ± 174	-827 ± 170	-833 ± 179	-833 ± 179
Time constant of relaxation (ms)	Single-site	45 ± 4	45 ± 5	45 ± 5	44 ± 6
	Dual-site	45 ± 5	46 ± 6	46 ± 6	46 ± 6*
DYSs (%)	Single-site	28 ± 7	27 ± 6	28 ± 7	28 ± 7
	Dual-site	29 ± 10	25 ± 6*	26 ± 7*	28 ± 7
Diastolic dyssynchrony index (%)	Single-site	28 ± 7	28 ± 6	29 ± 6	29 ± 7
	Dual-site	29 ± 7	29 ± 6	29 ± 6	29 ± 6

* p <0.05 versus single site (paired t test).

Figure 5A ve B de, biventriküler konfigürasyonlarda, en yüksek SW ve dP/dtmax'a göre, en yüksek akut hemodinamik cevabın elde edildiği LV lead pozisyonlarının dağılımı görünmektedir. 2 hastada (2/29, %7.4) bazal değerler en yüksek SW'yi gösterirken, 7'sinde (7/27, % 25.9) inferiyor ya da lateral pozisyonlar en yüksek SW'yi, 20 sinde ise (20/29, % 74) posteriyor ya da lateral pozisyonlar en iyi cevabı sağladı. 14 hastada (14/29, %45), ilk seçilen hedef vene kıyasla en yüksek SW nin elde edildiği alternatif lead pozisyonu seçildi. Hastaların 18 inde (18/29, %62) optimal lead pacing lokalizasyonunda, LV dP/dtmax da >%10 artış; 24 hastada ise (24/27, %86) SW de >%10 artış izlendi. 20 hastada (% 69) en iyi LV lead pozisyonu belirleme açısından SW ve LV dP/dtmax arasında uyumluluk mevcuttu.

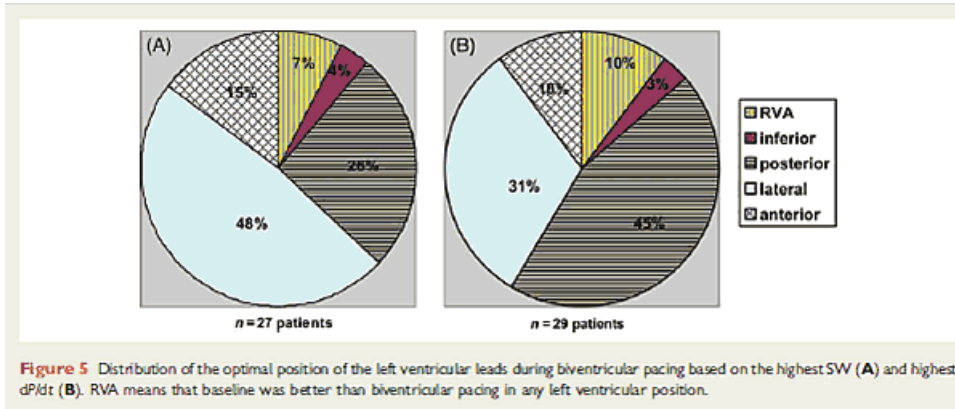


Figure 5 Distribution of the optimal position of the left ventricular leads during biventricular pacing based on the highest SW (A) and highest dP/dt (B). RVA means that baseline was better than biventricular pacing in any left ventricular position.

TARTIŞMA ve SINIRLILIKAR

Özellikle kalp yetmezlikli hastalarda olmak üzere, CRT tedavisinin uygulamasındaki artış ile birlikte optimal pacing lokalizasyonları üzerindeki ilgi de artmaktadır. Bu çalışmada değişik pacing konfigürasyonlarında geçici multisite pacing işlemi uygulandığında, akut emodinamik ventriküler performansın basınç-volüm halka analizi ile değerlendirilmesi ile optimal pacing lokalizasyonunun belirlenebileceği yönünde veriler elde edilmiştir.

Lieberman ve ark. LV fonksiyon bozukluğu olsun ya da olmasın, RV pacing ile LV fonksiyonlarının kötüleştiğini göstermişlerdir. Buna karşın Hay ve ark. LV disfonksiyonu olan hastalarda LV ya da biventriküler pacing ile SW, CO, LVEF ve LV dP/dtmax'ın arttığını göstermişlerdir. Bu çalışmada ise kronik RV apical pacing sonrası, LV ya da biventriküler pacing upgrade yapıldığında akut hemodinamik iyileşme elde edildiği de gösterilmiştir.

Bu çalışmada ilk defa, ventriküler pacing lead lokalizasyonunun SW, CO, LVEF ve LV dP/dtmax ile değerlendirilen LV performansı üzerine olumlu etkisi gösterilmiştir. RVOT pacing ile LV dP/dtmax da küçük iyileşme (%4), fakat SW, LVEF, ve CO da önemli olmayan azalmalar izlenmiştir. RV bifocal pacing ile ise RV apikal pacing'e kıyasla herhangi bir iyileşme gözlenmemiştir. Buna karşın, tek taraflı LV pacing ve biventriküler pacing ile LV hemodinamik göstergelerinde belirgin iyileşmeler saptanmıştır.

Başlangıçtaki değerlere kıyasla, biventriküler pacing esnasındaki optimal LV pace lokalizasyonunun saptanması ile SW de %39 lara varan iyileşme sağlanabilir. Koroner sinüs içindeki farklı sol taraf pacing lokalizasyonlarında, LV sistolik fonksiyonları da bireyiçi ve bireylerarası kaydedeğer ölçüde değişebilmektedir. SW ölçümlerine göre değerlendirildiğinde, posteriyor ya da lateral LV lead pozisyonu, hastaların %74 ünde en yüksek hemodinamik cevabın izlendiği pozisyondu. Fakat, hastaların % 45 inde, ilk tercih edilen hedef lokalizasyon, alternatif yerde daha yüksek SW ve LV dP/dtmax değerleri elde edildiği için, en son-final LV lead pozisyonuna değiştirildi. SW ölçümüne kıyasla dP/dtmax dayalı değerlendirme yapıldığında, optimal lead pozisyonun daha posteriyor olduğu gözlemlendi. Hastaların % 69 unda (20/29) en iyi lead pozisyonu değerlendirme kriteri olarak SW ve LV dP/dtmax arasında uyumluluk mevcuttu. Uyumluluğun olmadığı vakalarda, en yüksek SW değerinin elde edildiği nokta final lead lokalizasyonu seçildi. 6 hastada ilk seçilen posterolateral hedef lokalizasyonu ile SW dayalı en iyi hemodinamik sonuç uyumlu idi, ancak frenik sinir stimülasyonu nedeni ile, yine SW ölçümleri baz alınarak en iyi alternatif yere karar verildi.

Kardiyak atım işi (stroke work-SW), tüm kardiyak siklus boyunca genel pompa fonksiyonunu gösterebilmesi nedeniyle, optimal pacing yerinin seçilmesindeki ana parametre olarak seçildi. LV dP/dtmax ise sadece izovolumetrik kontraksiyon esnasındaki sistolik fonksiyonu göstermektedir. Bu çalışmada hem SW hem LV dP/dtmax da iyileşmeler izlendi, ancak SW değişiklikleri daha belirgindi. Dahası, bazı hastalarda SW deki açıklanamayan iyileşme, LV dP/dtmax da herhangi bir değişim olmaksızın gözlemlendi. Olası olarak, sadece basınç ilişkili değişiklikler değil, volüm ilişkili değişiklikler de disenkron kasılmanın iyileşmesinde önemli rol oynamaktadır. Aslında mitral yetersizlikteki değişikliklerde volüm değişiklikleri üzerine etkili olmuş olabilir, fakat bu çalışmada farklı lokalizasyondaki pacing esnasındaki mitral yetersizliğindeki değişiklikler kaydedilmedi.

Deneysel çalışma protokolündeki zamansal kısıtlılıklar nedeni ile LV ve biventriküler pacing esnasındaki AV ve VV

intervallerdeki değişikliklerin önemi değerlendirilmedi. Farklı pacing lokalizasyonlarının eş-zamanlı analiz değerlendirilmesinde , bu çalışmada SW ve LV dP/dtmax seçildi; fakat günümüzde hangi hemodinamik gstergeninin klinik cevabın en iyi öngörücüsü olduğu açık değildir. Tartışmada daha önce bahsedildiği gibi, bu çalışmada dP/dtmax ın yerine SW tercih edildi.

RV pacingin LBBB'yi indkleyebilmesine karşın, bu çalışma sonuçlarının kazanılmış LBBB'li ve kalp yetmezlikli hastalarda da geçerli olabileceğini söylemek g ve spekülatif olacaktır. CRT tedavisi LVEF> %40 olan hastalarda halen endike değildir; bu çalışmada bu grupta ekokardiyografik olarak disenkroninin gösterilmesi zorunluluğu ve semptomatik olma gerekliliği arandı ve upgrade işlemi, esas olarak pil bitmesine bağlı sebeple yapıldı.

Çalışmada toplam işlem ve floroskopi süresi verileri kaydedilmedi; daha büyük çalışmalarla işlem sresindeki uzamanın enfeksiyon riski üzerine etkisi araştırılmalıdır. Deneyim artışı ile işlem sresinin daha kısa olacağı kesindir. İleriki çalışmalarda, bu metotla gösterilebilen akut hemodinamik optimizasyonun uzun dönem klinik sonuçları etkileyip etkilemeyeceği de değerlendirilmelidir. Sonuç olarak, sunulan çalışma, pacemaker ya da ICD "upgrade" işlemi esnasında, basınç-volüm halka analizinin kullanımının optimal LV pacing yerinin seçilmesinde yararlı olduğunu ve ayrıca kronik RV apikal pacing altındaki hastalarda upgrade işlemi uygulandığında LV fonksiyonlarında akut hemodinamik iyileşme sağlandığını göstermiştir.