

Pulsatil Kardiopulmoner Bypass Sırasında "Puls" Sayısının Hemodinamik ve Fizyolojik Etkileri

HEMODYNAMIC AND PHYSIOLOGICAL EFFECTS OF PULSE RATE DURING PULSATILE CARDIOPULMONARY BY-PASS

Levent YILIK*, Rıza TÜRKÖZ*, Ahmet BALTALARLI*, Banu DENİZ", Ayhan AKÇAY*, Rahmi ZEYBEK*, Mansur ŞAĞBAN*

* Uz.Dr.izmir Devlet Hastanesi Kalp Damar Cerr. Kliniği,
** Dr.izmir Devlet Hastanesi Kalp Damar Cerr. Kliniği, İZMİR

ÖZET

Kardiopulmoner bypass'ın temel zararlı etkilerinden birisi, bu sırada oluşan ve fizyolojik olmayan nonpulsatil akımdır. Biz bu çalışmamızda pulsatil akımın değişik frekanslarını kullanarak optimum dalga sayısını bulmayı amaçladık. Bu amaçla 30 hasta çalışmaya alındı. Hastalar rasgele üç gruba ayrıldı ve ameliyatta I. Gruba 60 puls/dk, II. Gruba 80 puls/dk ve III. Gruba 100 puls/dk perfüzyon uygulandı. Tüm hastalar kapak ve koroner hastalarını içeriyordu. Grupları, laktik asit artışı, gereken NaHCO₃ miktarı, sistemik vasküler rezistans indeksi, bu süre içinde gereken vasodilatator (perlinganit) miktarı, idrar çıkış hızı, idrar Na⁺, hemoliz indeksi ve bu süre içinde gereken ilave kristaloid miktarları açısından karşılaştırdık. Üç grup arasında yaş, cins, vücut alanı, aortic krosklemp süreleri ortalamaları arasında istatistiksel bir fark yoktu. Laktik asit artışı Grup I'de (63,5±52,5 mg/lt) diğer iki gruba göre (Grup II 76,8±44,2; Grup III 92,2±81,5 mg/lt) daha düşüktü. Ancak bu istatistiksel olarak anlamlı değildi (p>0.05). Sistemik vasküler rezistans indeksi Grup I'de diğer iki gruptan daha düşüktü (Grup I 1080±164; Grup II 1149.-324; Grup III 1112±233 dyn x cm⁻² x sn x m⁻²). Fakat bu da istatistiksel olarak anlamlı değildi (p>0.05). İdrar miktarı yeni Grup I'de bir miktar daha fazla olmakla birlikte (Grup I 2,45±1,6 ml/dk; Grup II 2,14±1,3 ve Grup III 1,95±1,9 ml/dk) üç grup arasında istatistiksel bir fark göstermedi (p>0.05). Gereken NaHCO₃ miktarı, bu süre içinde gereken vasodilatator (Perlinganit) miktarı, idrar Na⁺ miktarı her üç grupta farklı değildi (p>0.05). 60 puls/dk'lık perfüzyonun 80 ve 100 puls/dk'lık perfüzyona göre biraz daha fizyolojik olduğunu saptadık. Ancak sonuçlar arasındaki farklar istatistiksel anlam taşımıyordu. Ayrıca grupların hemoliz indeksleri arasında fark yoktu (p>0.05). Böylece puls sayısının hemoliz miktarını etkilemediğini de saptadık.

Anahtar Kelimeler: Pulsatil akı, Puls sayısı, Kardiopulmoner bypass

T Klin Kardiyoloji 1996, 9:76-80

Geliş Tarihi: 16.10.1995

Yazışma Adresi: Dr.Levent YILIK
PK 31 Küçükyalı, İZMİR

SUMMARY

A non-pulsatile flow which is non-physiologic is one of the harmful effects of cardiopulmonary by-pass. In our study, we aimed to determine the optimum wave rate using a different frequency pulsatile perfusion. Thirty patients were included in our study. The patients were randomly divided into 3 groups, and the 1st, group was subjected to 60 pulse/min., the 2nd, 80 pulse/min., and the 3rd, 100 pulse/min. perfusion during the operation. All patients were suffering from heart valve and coronary artery disease. We compared the groups according to their increase in lactic acid, the amount of NaHCO₃ required, the peripheral vascular resistance index and the amount of vasodilatator drug required, the urinary flow rate, the urinary Na⁺ level, the hemolysis index and the additional amount of crystalloid required. There was no difference in the groups in respect of age, sex, body surface area, aortic cross clamping time. The lactic acid increase in group I (63.5-52.5 mg/lt) was lower than the other two groups (Group II 76.8±44.2; Group III 92.2±81.5 mg/lt). But there was no statistically significant difference (p>0.05). The peripheral vascular resistance index level was lower in group I than the other two groups (Group I 1080±164; Group II 1149±324; Group III 1112±233 dyn x cm⁻² x sn x m⁻²). But this was also insignificant (p>0.05). Although the urinary flow rate was slightly higher in group I, there was no significant difference between the three groups (Group I 2.45±1.6 ml/dk; Group II 2.14±1.3 ve Group III 1.95±1.9 ml/dk) (p>0.05). There was no difference in the amounts of NaHCO₃, the vasodilatator drugs required and the urinary Na⁺ level between the three groups (p>0.05). Perfusion rate (60 pulse/min.) was found to be a slightly more physiological than the other perfusion rates (80 and 100 pulse/min.). But the results were found to be statistically insignificant. Besides, there was no difference in the groups' hemolysis index (p>0.05). So, we concluded that the pulse rate had no effect on the hemolysis level.

Key Words: Pulsatile flow, Pulse rate, Cardiopulmonary by-pass

T Klin J Cardiol 1996, 9:76-80

Açık kalp ameliyatları sırasında kullanılan kardiopulmoner bypass (KPB) çeşitli mekanizmalarla enflamatuar cevabı başlatarak vücut için zararlı etki oluşturur.

ir. buna ilaveten KPB'in temel etkilerinden birisi de, u sırada oluşan ve fizyolojik olmayan nonpulsatil kimdir. Pulsatil akım sağlayabilen pompaların rutin klinik kullanıma girmesinden sonra, KPB esnasında pulsatil perfüzyon kullanmanın yararlılığı önemli bir tartışma konusu olmuştur. Pulsatil KPB'in daha fizyolojik lduğunu gösteren ve doku perfüzyonunu daha iyi sağ- idüğünü belirten bir çok çalışma yapılmıştır (1-3).

Nonpulsatil akımdan farklı olarak pulsatil akım iki imel değişkeni içermektedir. Bunlar dalga şekli ve dal- a sayısıdır. Pulsatil akımın dalga formu ile ilgili çeşitli alışmalar yapılmıştır (4,5). Ancak gerekli puis sayısının ptimal değeri hakkında insan üzerinde yapılmış ve ayınlanmış çalışma saptamadık. Biz bu çalışmada, lUsatil KPB esnasında optimum puis sayısı tespit et- nek amacı ile, 10'ar kişilik 3 grup hastaya aynı volüm e aynı dalga formunda sırası ile 60-80-100 puls/daki- :a şeklinde KPB uyguladık. Bu hasta gruplarında, da- la fizyolojik olanı belirlemek amacı ile bazı kriterler yö- lünden karşılaştırdık.

MATERYEL VE METOD

Hasta Seçimi: Çalışmaya İzmir Devlet Hastanesi (alp Damar Cerrahisi Kliniğinde öpere edilen yetişkin /aş grubunda 30 hasta alındı. Bu hastalar 10'ar kişilik iç grup altında toplandı. Her grupta 5 erkek ve 5 ka- lın hasta vardı. Tüm hastalar kapak ve koroner hasta- arından oluşuyordu. Kardiyak hastalığı dışında başka sistemik hastalığı olanlar, fonksiyonel kapasitesi NY- iA'a göre IV. grupta olanlar ve preoperatif rutin labo- atuar incelemelerinde anormal bulgusu olanlar ça- ışmaya dahil edilmedi. I. gruba dakikada 60 pulsta, II. gruba 80 pulsta, III gruba dakikada 100 pulsta aynı vo- ümde perfüzyon uygulandı.

Anestezi Tekniği: Operasyondan 24 saat önce Tatalann aldığı tüm ilaçlar kesildi. Premedikasyon, operasyon öncesindeki gece 5 mg oral ve operas- yondan 1 saat önce 5 mg İM diazepam (Diazem) ile yapıldı. İndüksiyonda 250 mg geçmemek üzere thio- ptntal (Pentotal) İV verildi. Miyorelaksasyon İV 0.1 mg/kg pancuronium bromur (Pavulon) İV verilerek sağ- landı, ve hasta entübe edildi. Anestezi idamesi fentatil 20 ugr/kg verilip, %50 O₂ + %50 N₂O inhalasyonu ile sağlandı. Tüm hastalarda sol radial arterden, 18 G ka- teterle, artériel basınç monitorizasyonu ve sağ internai juguler venden pulmoner arter kateteri yerleştirildi (7.5 F Thermodilüsyon kateteri ile).

KPB Tekniği: Tüm operasyonlar median sternotomi ile yapıldı. Konülasyondan önce hastalara 3 mg/kg he- parin İV verildi. ACT'nin 450 saniyenin üzerinde tutul- ması için gerekirse ilave heparin yapıldı. Arteriai kanü- lasyon tümünde 24 F (Polystan curved tip) kanül ile asenden aortadan yapıldı. Kapak hastalığı olanlarda her iki vena kava ayrı ayrı kanüle edildi (vena kava supe- riora 32 F, vena kava inferiora 36 F [Polystan] düz ka- nül ile). Koroner arter hastalığı olanlarda tvvo-stage ka-

nül (Research Médical) kullanıldı. Operasyonlarda pul- satil ve nunpulsatil akım sağlayan roller pompa (COBE Lakewood CO 80215 USE) kullanıldı. Tüm hastalarda Jatene-Macchi bubble oksijenatör kullanıldı. Pompa sis- teminde kullanılan prime solüsyonu içeriği aşağıdaki gi- biydi: Ringer solüsyonu (600 ml oksijenatör için + 20 ml/kg), heparin (50 mg), mannitol (80 ml), antibiyotik (3. generasyon sefalopporin).

Tüm hastalarda orta dereceden hipotermi kulla- nılarak özefagus 26-28 °C'ye ve rektal 30-32 °C'ye düşürüldü. Miyokardial korunması soğuk kan kardiople- jisi ve topikal hipotermi (4 °C'tık %0.9 NaCl solüsyonu) ile sağlandı. Kardioplejik mai olarak, induksiyonda 20 mEq/lt, idamede 10 mEq/lt (20 dikakalık aralarla) K' içeren kan kardioplejisi kullanıldı.

Aortaya krosklemp konulmasını takiben pulsatil akıma geçildi. Pompa, gruplara sırası ile 60, 80 ve 100 puls/dk şeklinde ayarlandı. Dalga formunun sabit olma- sı için, sistolik/diastolik süre 45/55'te sabitlendi. Tüm hastalarda pompa debisi minimum 2,0 lt/m²/dk, maksı- mum 2,4 lt/m²/dk sınırları arasında tutuldu.

KPB sırasında oksijenatör rezarvuvar volümünün 300 ml'nin altında oluşu hipovolemi olarak kabul edil- di. Bu durumda pompaya hematokrit düzeyini %20-25 arasında tutacak şekilde kan veya ringer solüsyonu ilave edildi. Ortalama artériel kan basıncının 50 mmHg'nın altında seyretmesi hipotansiyon, 100 Hg'nın üzerinde seyretmesi hipertansiyon olarak değerlendirilip medikal olarak tedavi edildi. Hipotansiyon durumlarında fenilefrin, hipertansiyon durumlarında nitroliserin (Perlin- ganit) düşük dozlar halinde pompaya ilave edildi.

pH, PaO₂, PaCÜ₂, K, Htc (hemotokrit) düzeyleri takibi için 15 dakika aralıklarla kan örnekleri alındı. pH ve kan gazları takibi Stat profile V (Nova Biomédical) cihazı ile yapıldı. Oksijenatöre gelen oksijen miktarı ayarlanarak, artériel oksijen basıncı 250-400 mmHg, artériel karbondioksit basıncı 30-35 mmHg sınırları ara- sında tutuldu. pH'ı, 7,35-7,45 sınırları arasında tutmak amacı ile, baz açığı durumuna göre gereken miktarda sodyumbikarbonat pompaya ilave edildi. Bu miktar

Gerekli Bikarbonat Miktarı (mEq)=(Baz Açığı +3) x 0.3 x Hastanın kilosu formülü ile belirlendi.

Ölçüm Protokolü: Krosklemp süresince olan laktik asit miktarındaki artışı saptamak için, krosklempin ko- nup pulsatil akıma geçildiği anda ve krosklempin alınıp standart nonpulsatil perfüzyona geçildiği sırada alınan kan örneklerinde ölçülen laktit asit miktarı arasındaki fark hesaplandı (A Laktik Asit). Alınan kan örnek- lerindeki laktik asit miktarı Bio Me'rieux Lactate PAP enzimatik kiti ile saptandı (mg/lt).

Gruplar arasındaki hemoliz oranını karşılaştırmak amacıyla, her hasta için Hemoliz indeksi hesaplandı. Bu amaçla krosklempjn konduğu anda ve kaldırılışında alınan kan örneklerinde plazma serbest hemoglobin miktarı bulundu. Bu ölçüm spektrofotometrik olarak ya-

pildi. Bulunan değerler arasındaki farkın krosklemp zamanına bölünmesi ile hemoliz İndeksi bulundu.

A Plazma Serbest Hemoglobin (mg/dlt)
Hemollz indeksi-
Krosklemp zamanı (dk)

Gruplar arasında idrar çıkışı hızını karşılaştırmak için, krosklemp süresince çıkarılan idrar miktarı belirlendi ve bu zamana bölünerek idrar çıkış hızları bulundu.

Krosklemp Süresince Çıkarılan Toplam idrar
idrar Çıkış Hızı—
Krosklemp zamanı (dk)

İdrardaki Na miktarı da ölçülerek gruplar arasında karşılaştırıldı. Bu ölçüm Cx3 Beckmann otoanallözünde yapıldı (mmol/lit).

Hastaların krosklemp süresindeki sistemik vasküler resistans indeksleri (SVRİ) de bulunarak, gruplar arasında karşılaştırıldı. SVRİ'İ aşağıdaki formül ile hesaplandı:

$$SVR_i = \frac{OAKB - SVB}{KD} + VA$$

OAKB Ortalama Arteriel Kan Basıncı —mmHg
SVB Santral Venöz Basınç —mmHg
KD Kardiak debi (Burada verilen pompa debisi) —lt/dk
VA Vücut Alanı — m²

SVRİ krosklemp süresince her 10 dakikada bir ölçüldü. Daha sonra bunların istatistiksel ortalaması hesaplanarak, her hastanın krosklemp esnasındaki ortalama VRİ'i bulundu.

Ayrıca, krosklemp süresinde hastaya verilen vasodilatator nitrogliserin, NaHCO₃ ve pompaya ilave edilen kristaloid miktarı kaydedilerek gruplar arasında karşılaştırıldı.

İstatistiksel Yöntem: Gruplar arasındaki farkların istatistiksel olarak anlamlılığı "Varyans Analizi" ile araştırıldı ve p<0.05 olan farklar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

Çalışmaya dahil edilen her üç grup arasında yaş, cins vücut alanı, kros-klemp süreleri ortalamaları arasında istatistiksel bir fark yoktu (Tablo 1).

Laktik asit artışı (A Laktik Asit) gruplar arasında incelendiğinde 60 puls/dk uygulanan Grup I'deki ortalama 63,5±52,5 mg/lit saptandı. Bu değer, diğer iki grup ortalamasından daha düşüktü (Grup II 76,8±44,2 ve Grup III 92,2±81,5 mg/lit). Ancak bu farklar istatistiksel bir anlam taşııyordu (p>0.05).

Laktik asit artışının klinik göstergesi olan asidoz ve saptanan protokol gereği tedavisi için verilen NaHCO₃ ihtiyacı yönünden gruplar arasında anlamlı bir fark saptanmadı (p>0.05) (Tablo 2)

SVRİ Grup I'de (60 puls/dk) 1080±164 dyn x cm⁻⁵ x sn x m⁻² değeri diğer her iki grup değerinden daha düşüktü (Grup II 1114±324 ve Grup III 1112-233 dyn x cm⁻⁵ x sn x m⁻²). Ancak her üç grup arasındaki fark anlamlı değildi (p>0.05). VRİ'nin yüksekliği perfüzyon sırasında karşımıza hipertansiyon olarak yansımaktadır. Gruplar arasında hipertansiyonun gerektirdiği vazodilatatör (nitrogliserin) miktarı karşılaştırıldığında, yine grup I'in ortalaması diğer iki gruba göre daha düşüktü (Tablo 2). Ortalamalar arasındaki bu fark da istatistiksel anlam taşııyordu (p>0.05).

Perfüzyon sırasında idrar çıkış hızlarına göre gruplar karşılaştırıldığında Grup I'in ortalaması (2.45» 1.6 ml/dk) diğer iki gruba göre yüksek bulunmuştur (Grup

Tablo 1 Gruplardaki hastaların yaş, vücut alanı ve krosklemp süreleri ortalamaları (Ortalama±Standart sapma)

	Grup I (n=10)	Grup II (n=10)	Grup III (n=10)	p Değeri
Yaş (yıl)	45.6±0.17	43.6±21.7	54.2±16.6	NS
Vücut Alanı (m ²)	1.69±0.17	1.59±0.17	1.76±0.12	NS
Krosklemp süresi (dk)	77.7±27.6	78.1 ±24.0	73.0±17.2	NS

Tablo 2. Hastaların ameliyat sırasındaki bulguları (Ortalama±Standart sapma)

	Grup I	GrupII	GrupIII	p Değeri
Gereken NaHCO ₃ (mEq/lit)	20.0±26	21.0±25	22.0±25	NS
Nitrogliserin (mg)	2.52±2.6	2.57±3.2	3.37±3.1	NS
idrar Na ⁺ Düzeyi (mmol/lit)	80.5±25	83.7±26.7	87.4±23.3	NS
Hemoliz İndeksi (mg/dlt/dk)	0.02±0.2	0.23±0.2	0.23±0.1	NS
Kristaloid ilavesi (ml)	140±227	130±221	140±227	NS

2,14±1,3 ve Grup III 1,95±1,9 ml/dk). Her üç grup içinde istatistiksel bir fark görülmedi ($p>0.05$).

Plazma vazopressin düzeyinin indirekt bir göstergesi olan idrar Na^+ düzeyi üç grup arasında herhangi bir fark göstermemiştir (Grup I 80.5 ± 25 , Grup II $7\pm 26,7$ ve Grup III $87,4\pm 23,2$ mmol/l) (Tablo 2).

Puls sayısının hemolize olan etkilerini değerlendirdiğimizde her üç grubun hemoliz indeksi ortalamaları arasında anlamlı bir fark bulunmadı (Tablo 2). Perfüzyon sırasında pompa rezervuarında volüm azalması nedeniyle gruplara gereken ilave kristaloid miktarlarını karşıladığımızda gruplar arasında anlamlı bir fark tespit edilmedi (Tablo 2).

TARTIŞMA

Kalp akciğer makinasının klinik kullanıma girdiği yıllarda bir çok pulsátil pompa da geliştirilmiş ve test edilmiştir. Ancak bu makineler aşırı hemolize neden olduğundan klinik kullanıma girmemişlerdir (6,7). Daha sonraki yıllarda, teknolojiye gelişmeler sonucu (özellikle son 25 yılda) bir çok tip pulsátil pompa klinik kullanıma girmiştir. Bundan sonra da pulsátil akımın, non-pulsátil akıma üstünlüğünü gösteren diğer yandan böyle bir farkın olmadığını ispatlayan bir çok araştırma yapılmıştır. Pulsátil akım ile yapılan çalışmalarda daha yüksek total vücut oksijen tüketimine neden olduğunu gösteren bir çok yayın vardır (1,2,8). Pulsátil akımda düşük laktat seviyesi ve daha fizyolojik pH düzeyleri bildirilmiştir (3,5).

KPB'da pulsátil akımın daha düşük sistemik vasküler direnç ile nonpulsátil akımın ise daha yüksek sistemik vasküler direnç ile birlikte olduğu, bir çok hayvan deneyi ve insanlar üzerinde yapılan araştırmalar sonucu ileri sürülmüştür (1,2,3,5,9,10,11).

Pulsátil akımın KPB esnasında daha iyi mikrokülasyon sağladığı deneysel olarak gösterilmiştir (11). KPB sırasında oluşan kapiller arterio-venöz santiaji, nonpulsátil akımda, pulsátil akıma göre daha fazla ıktarda olduğu ileri sürülmüştür (6). Pulsátil akımda jemin daha az olduğu, nonpulsátil akımın vücuttaki sıvı birikimini arttırdığı ve KPB esnasında daha fazla volume ihtiyaç duyulduğu çeşitli çalışmalarla gösterilmiştir (2,3). Nonpulsátil akımda böbrek içi kan akımının bozulduğu ve korteks ile justaglomerüler saha arasında antların oluştuğu, pulsátil akımda ise optimal bir kan akımının olduğu saptanmıştır (12). Ayrıca idrar miktarının daha fazla olduğu bir çok araştırmada bildirilmiştir.

Yapılan bir çok çalışma pulsátil akımın nonpulsátil akıma üstün olduğunu göstermektedir. Pulsátil perfüzyonda kullanılan değişik dalga formlarının kullanımı ile **asitli** çalışmalar yapılmıştır (4,5). Gerçekte farklı pompaların farklı pulsátil akımlar oluşturduğu, hatta bu farklı akımların aorta içinde farklı dalga formları yarattığı ve puls yapılarının arterieller hat ve kanül ile değiştiği gösterilmiştir (4,7). Ayrıca bazı pulsátil perfüzyon tiplerinin organ perfüzyonu ve fonksiyonları üzerinde daha etkili

olduğu ileri sürülmüştür (13). Biz ise çalışmamızda pulsátil akımda değişik sayılardaki puls oranlarının etkilerini araştırdık.

Anaerobik metabolizma sonucu oluşan laktik asit KPB esnasında genelde yükselir ve bu yükselmenin daha az olduğu şartların daha fizyolojik olduğunu gösterir. İstatistiksel bir farka ulaşmamakla birlikte 60 puls/dk grubunda laktik asit artışının daha az olduğunu gördük.

KPB esnasında SVR yükselir ve bu yükselmenin KPB'ın başlıca zararlı etkilerinden biri olduğu bilinir. Bu nedenle SVR farklı perfüzyon tiplerinin karşılaştırılmasında önemli bir kriterdir. Grup I de SVR değeri anlamlı olmamakla birlikte diğerlerinden daha düşüktü.

Genel olarak, renal perfüzyonun vücutta doku perfüzyonunun önemli bir göstergesi olduğu kabul edilir. Başka bir deyişle, renal perfüzyon ne kadar iyi ise diğer dokularında perfüzyonu o derece iyidir. Ekstrakorporal dolaşım sırasında farklı akım tiplerinin karşılaştırılmasında renal perfüzyon ve bunun sonucu olan idrar çıkış hızı da çok önemli kriterlerden biridir. İdrar çıkış hızının grup I'de nispeten daha fazla olduğunu gördük. Antidiüretik hormon (ADH-Vasopressin) düzeyleri pulsátil akımda daha düşük bulunmuştur (14). Yine bir çalışmada, idrar Na^+ düzeyinin, plazma vazopressin seviyesinin indirekt bir göstergesi olduğu ve pulsátil akımda daha fazla idrar çıkışına karşın daha düşük idrar Na^+ 'u tespit edilmiştir (10). Biz ise bir fark gözlemedik.

KPB'ın özellikle eritrositler ve trombositler olmak üzere, kan şekilli elemanlarına zararlı etkileri, klinik uygulamaya girdiği zamandan bu güne değin bilinmekte ve bu zararlı etkiler azaltılmaya çalışılmaktadır. Teknolojik alandaki gelişmeler bu sorunu önemli ölçüde azaltmıştır. Ancak yine de KPB, önemli miktarda hemolize neden olur. Pulsátil akımın hemolizi artırdığını gösteren çalışmalar olmasına karşın (15), pulsátil ve nonpulsátil akımlar arasında bu türlü bir farkın olmadığı çoğu araştırmalarda gösterilmiştir (1,11,15,16). Biz puls sayısının hemolizi etkilemediğini saptadık.

KPB esnasında intravasküler volüm azalma eğilimindedir. Buna karşın total vücut sıvısı artar. Bu sıvı artımı daha çok interstiyel kompartmanda olur. Bu durum kendisini pompa rezervuar volümünde azalma ile belli eder ve bu da farklı perfüzyon tiplerinin karşılaştırılmasında önemlidir. Bir çok araştırmada pulsátil akımda, nonpulsátil akıma göre vücutta daha az ödem geliştiği ileri sürülmüştür (1,2,16,17). Bizim çalışmamızda değişik puls sayılarında pompa rezervuarına ilave edilen kristaloid miktarları arasında bir fark saptanmadı.

Tüm bu bulgular 60 puls /dk'lık akımın 80 ve 100 puls/dk'lık akıma göre biraz daha fizyolojik olduğunu göstermektedir. Bu durum belkide daha düşük puls sayısının vücuda yansıyan nabız basıncının daha yüksek olmasına bağlı olabilir. Ancak sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı bir farka ulaşmamıştır. Ayrıca puls sayısının, hemo-

liz miktarını etkilemediğini saptadık. Açık kalp ameliyatı sırasında kullanılan pulsátil akımda optimum puls sayısı saptamak için daha geniş hasta gruplarında daha fazla araştırmaların yapılması gereklidir.

KAYNAKLAR

- Dunn J, Krish MM, Harness J, Corroí M, Staker J, Sloan H. Hemodynamic, metabolic, and hematologic effects of pulsatile cardiopulmonary bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1974;68:138-42.
- Jacobs LA, Klopp EH, Seamone W, topaz SR, Gott VL. Improved organ function during cardiac bypass with a roller pump modified to deliver pulsatile flow. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1969; 58: 703-7.
- Trinkle JK, Helton ME, Wood RE, Bryant LR. Metabolic comparison at a new pulsatile pump and a roller pump for cardiopulmonary bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1969; 58: 562-8.
- London W, Anthony F. What is pulsative flow? *Ann Thorac Surg* 1985; 39: 402-7.
- Gross EA, Conolly MW, Krieger KH, et al. Quantification of pulsatiel flow during cardiopulmonary bypass to permit direct comparison of the effectiveness of various tyess of "pulsatile and pulsatile" flow. *Surgery* 1985; 98: 547-52.
- Philip H Kay. Techniques in extracorporeal circulation. In: David B, ed. Pulsatile flow during cardiopulmonary bypass. Butterworth-Heinemann Ltd, 1992: 211-229.
- Rees W, Schiessler A, Schulz F, Hetzer R, Affeld K. Pulsatile extracorporeal circulation. Fluidmechanic consideration. *Perfusion* 1993; 8: 459-69.
- Shepard RC, Kirklin JW. relation of pulsatile flow to oxygen consumption and other variables during cardiopulmonary bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1968; 58: 694-9.
- Philbin DM, Levine FH, Emerson CW, Coggins CH, Motimer JB, Austen WG. Plasma vasopressin levels and urinary flow during cardiopulmonary bypass in patients with valvular heart disease. Effect of pulsatile flow. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1979; 78: 779-85.
- Taylor KM, Bain WH, Rüssel M, Bronnon J J, Morton IJ. Peripheral vascular resistance and angiotensin levels during pulsatile and non-pulsatile cardiopulmonary bypass. *Thorax* 1979; 34: 594-8.
- Taylor KM, Bain WH, Davidson KG, Turner MA. Comparative clinical study of pulsatile and nonpulsatile perfusion in 350 consecutive patients *Thorax* 1982; 37: 324-30.
- Many M, Soroff HS, Birtwell WC, et al. The physiologic role of pulsatile and nonpulsatile blood flow. III. Effects of unilateral renal artery deputation. *Archives of Surgery* 1968; 97: 917-22.
- Philbin DM, Hickey PR, Buckley MJ. Should we pulse? *Thorac Cardiovasc Surg* 1982; 84: 805-6.
- Philbin DM, Coggins CH, Wilson M, Sokoloski. Antidiuretic hormone levels during cardiopulmonary bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1977; 73: 145-8.
- Salerno TA, Charette EJP, Keith FM. Hemolysis during pulsatile perfusion: Clinical evaluation of a new device. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1980; 79: 579-81.
- Minami K, Körner MM, Vyska K, Kleesiek K, Knobl H, Körf-ner R. Effect of pulsatile perfusion on plasma cathecholamine levels and hemodynamics during and after cardiac operations with cardiopulmonary bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1990; 99: 82-91.
- Taylor KM, Bain WH, Maxted KJ, Hutten MM, Mc Nab WY, Caves PK. Comparative studies of pulsatile and nonpulsatile flow during cardiopulmonary bypass. I Pulsatile system employed and its hemotologic effects. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1978; 75: 569-74.