

YOĞUN BAKIM ÜNİTESİNDE DEVAMLI RENAL REPLASMAN TEDAVİSİ

CONTINUOUS RENAL REPLACEMENT THERAPY IN CRITICAL CARE MEDICINE

Murat Sungur, Cengiz Utaş

Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi İç Hastalıkları Anabilim Dalı, KAYSERİ

Giriş

Yoğun bakım hastalarında, renal replasman tedavisi gerektiren akut böbrek yetmezliği sık karşılaşılan bir durumdur. Yoğun bakımda yatan hastalar hemodinamik sorunlar, inotrop ve vazopressör ajanların kullanılma gerekliliği veya hipotansiyon nedeni ile konvansiyonel aralıklı hemodiyalizi tolere edemeyebilirler. Konvansiyonel aralıklı hemodiyalizde yineleyen hipotansiyon atakları renal kan akımını bozarak renal iskemiye daha da artırabilir. Bu nedenle her diyaliz tedavisi dikkatle monitörize edilmeli ve renal hasarı daha da artıracak hemodinamik dengesizliklerden kaçınmalıdır (1). Akut böbrek yetmezliği olan yoğun bakım hastalarında aralıklı diyalizin her gün yapılmasının, gün aşırı veya daha uzun aralıklarla yapılmasına göre mortaliteyi azalttığı rapor edilmiştir (2). 1977 yılında Kramer ve arkadaşları tarafından daha yavaş ve devamlı ultrafiltrasyon oranı olan, hemodinamik olarak daha iyi tolere edilebilen ve sıvı dengesinin daha iyi ayarlanabildiği devamlı arteriovenöz hemofiltrasyon tekniği ortaya atıldı (3). Günümüze kadar uzanan süreçte, yoğun bakım ünitelerinde renal destek tedavi uygulamaları giderek artmaktadır (4). Sepsiste, sitokinlerin dolaşımından uzaklaştırılmasına yönelik olarak sürekli renal replasman tedavisi kullanımı ile ilgili çalışmalarda belirgin bir artış vardır (5-8).

Sürekli renal replasman tedavisinin teknik özellikleri

Sürekli renal replasman tedavisiyle (SRRT) ilgili ilk klinik tecrübeler sürekli arteriovenöz hemofiltrasyon (SAVH) ile olmuştur. Başlangıçta SAVH'nun aralıklı hemodiyalize (AHD) göre bazı klinik avantajlarının olduğu görülmüştür. Bunlar başlıca hemodinamik stabilite, intravasküler volümün kontrolü ve nutrisyonel destek alanlarıdır. SAVH'nun başlıca dezavantajları ise arteriel kanülasyona gereksinim göstermesi, optimal koşullar altında bile sınırlı solut klirensidir (9). Bu sistemdeki ilk

teknik değişiklik predilüsyon (replasman sıvısının filtre sonrası yerine filtre öncesine verilmesi) ile kreatinin klirensinin artırılması ve daha sonra yapılan major teknik değişiklik ise hemofiltreye ek bir yan girişin eklenmesidir. Bu ek girişten, ters akımlı diyalizat düşük akım hızında verilerek, ek difüzyon ile olan solut klirensinin sağlanması mümkün olmuştur. Bu yeni teknik sürekli arteriovenöz hemodiyafiltrasyon (SAVHDF) olarak adlandırılmıştır (10) (Resim 1). SAVHDF'un çıkışı ile yoğun bakım ünitelerinde AHD'nin kullanımı önemli ölçüde azalmıştır. Bu yöntemle, hastaların kiloları ve katabolik durumları ne olursa olsun ters akımlı diyalizat akımının artırılması ile üremik kontrol sağlanabilmektedir (11). Arterial tedaviler bir pompaya gereksinim göstermedikleri için daha basit olmakla beraber, arterial kanülasyonun ciddi sorunları vardır (12). Bu nedenle, çift lümenli venöz katetere gereksinim gösteren venövenöz teknikler daha güvenli görünmektedir. Venövenöz teknikte uygun bir hava tuzağı, basınç monitörleri ve bir pompaya gereksinim vardır. Hem SVVH hem de SVVHDF çok iyi üremik kontrol sağlar. Pompa yardımı ile amaçlanan tedavi sonuçlarına ulaşmak için tam bir kontrol sağlanmış olur (13).

Devamlı renal replasman tedavileri kullanılan membrana, solut transport mekanizmalarına, diyaliz solüsyonunun kullanılıp kullanılmadığına ve vasküler girişime göre değişiklik gösterir. Membranlar düşük veya yüksek permeabiliteye sahip olabilirler. Yüksek permeabiliteye sahip membranlar genellikle selüloz yapıdadır ve difüzyon amacı ile kullanılırlar. Bu durumda diyaliz solüsyonu filtre içerisinde kan akımına ters yönlü olarak akar ve bu teknikle sürekli venövenöz hemodiyaliz (SVVHD) adı verilir. Bu teknik ile üre ve diğer küçük moleküller temizlenirken orta ve büyük moleküller temizlenemez. Diğer membran tipi sentetiktir, genellikle konveksiyon veya konveksiyon ve difüzyonun karışımını sağlayabilmek mümkündür. Yalnızca konveksiyon yolu ile difüzyon sağlanıyorsa sürekli venövenöz hemofiltrasyon (SVVH) adı verilir. Transport hem difüzyon hem de konveksiyon yolu ile oluyorsa bu teknikle de sürekli venövenöz

hemodiafiltrasyon (SVVHDF) adı verilir. Hemofiltrasyonda solut klirensi ultrafiltrat miktarı tarafından belirlenir. Hemodiafiltrasyonda diyalizatın varlığı küçük ve büyük moleküllerin temizlenmesini sağlar. Hekimler, teknikler arasındaki performans farklılıklarını detaylı olarak öğrendikleri zaman hastaya göre en uygun tedavi şekli seçilir.

Son yıllarda devamlı renal replasman tedavisi amacı ile kullanımı oldukça kolay cihazlar geliştirilmiştir. Setlerin prime edilmesi cihazlar tarafından otomatik olarak yapılabilir. SVVH akut böbrek yetmezliğinin tedavisi yanında, septik şok gelişmiş hastalarda sitokinlerin klirensi amacıyla da kullanılmaktadır (14). Yüksek volümlü hemofiltrasyon da sık kullanılmaktadır (15). Hemofiltrasyon devreleri, ekstrakorporeal membran oksijenizasyonu devreleri ile birleştirilerek, infantlarda kalp ameliyatları esnasında, dolaşım volumü ve total vücut sıvısı etkin olarak kontrol edilebilmektedir (16).

SRRT de ekstrakorporeal sistemin antikoagüle edilmesi gereklidir ve bu amaçla en sık heparin kullanılır ancak heparinin antikoagülan etkisi bazen yetersiz olabilir çünkü heparin yalnızca serbest trombini inhibe eder, fibrine bağlı trombin üzerine etkisi yoktur. Heparin ile ilgili diğer bir sorun da heparine bağlı trombositopenidir. Bu gibi durumlarda alternatif ajanlar, örneğin sitrat, antikoagülasyon amacı ile kullanılır. Ülkemizde olmayan hirudin de bu amaç için nadiren kullanılmaktadır. Biz saatte 500–800 ünite heparini ekstrakorporeal devrelere veriyoruz ancak kanama riski olan hastalarda dönüş kısmına protamin infüzyonu ekliyoruz. Set içerisinde pıhtılaşmayı önleme yöntemlerimizden birisi ultrafiltrat oranının % 20'nin altında tutulmasıdır.

Klinik uygulamalar

SRRT yoğun bakım hastalarında ideal bir renal destek şeklidir. Bu yöntem periton diyalizi ve aralıklı konvansiyonel diyalize bir çok üstünlükleri olduğu için gelişme şansı bulmuştur. Periton diyalizi sık olarak peritonite yol açtığı, yeterli üremik kontrol sağlamadığı ve diyafragmatik hareketleri engelleyerek ek kardiyak ve pulmoner sorunlara yol açtığı için yetişkin yoğun bakım hastalarında uygun bir tedavi şekli değildir. Periton diyalizi solüsyonlarında osmolarite glikoz ile sağlanır ve bu durum kan şekeri kontrolünü zaman zaman zorlaştırabilir (17).

Yeterli randomize kontrollü çalışmalar olmasa da SRRT'nin aralıklı hemodiyalize belirgin üstünlükleri vardır. Örneğin hemodiyaliz uygulamalarının %20-30'unda ciddi hipotansiyon atakları oluşur (18). Böyle bir hipotansiyonun renal fonksiyonları bozucu etkisi vardır (19). Aralıklı

hemodiyalizde etkin volüm kontrolü ancak aralıklı olarak sağlanabilir. SRRT de volüm kontrolü devamlıdır örneğin ani gelişen kan ve kan ürünleri gereksiniminde hastadan çekilen volüm de artırılabilir. Aralıklı hemodiyaliz uygulamasında çok iyi dökümente edilmiş olan tedaviye bağlı renal hasar, SRRT de intravasküler volümde ani değişikliklere izin verilmediğinden kaçınılması mümkün bir komplikasyondur (19,20).

SRRT ile üremik kontrol aralıklı hemodiyalize göre daha etkin olarak sağlanabilir (21). SVVH ile İL/ saatte elde edilen üre klirensini sağlamak için aralıklı hemodiyalizi günlük olarak yapmak gereklidir. Haftalık olarak aynı volümün klirensi bile olsa SRRT ile solut temizlenmesi daha fazla olacaktır çünkü SRRT sırasında hemen hemen sabit bir plazma solut seviyesi söz konusudur. Ayrıca aralıklı hemodiyalizin geceleri ve hafta sonları yapılması hemen her zaman zordur. Bütün bu nedenlerden dolayı SRRT yapılan hastalarda daha düşük üre ve kreatinin değerleri sağlanır (22). Yoğun bakım hastalarında diyaliz dozunun artırılması ile sağkalım açısından daha iyi sonuç alınmıştır (23). Yoğun bakım hastalarının akut böbrek yetmezliğinde gün aşırı hemodiyaliz ile günlük hemodiyaliz yapılması karşılaştırıldığı zaman her gün hemodiyaliz yapılan hastalarda daha iyi üremik kontrol, daha az sayıda hipotansif atak, daha hızlı akut böbrek yetmezliği düzelmesi (mean [\pm SD], 9 ± 2 vs. 16 ± 6 gün; $p=0.001$) bulunmuştur. Bu çalışmada tedaviye göre değerlendirilmiş mortalite oranı her gün diyaliz yapılanlarda %28, gūnaşırı diyaliz yapılanlarda %46 bulunmuştur ($P=0.01$) (2). Bu sonuçlara dayanarak SRRT ile sağlanan daha iyi üremik kontrolün sağkalım üzerine olumlu etkisi olabileceği spekülasyonu yapılabilir. SRRT'nin aralıklı hemodiyalize göre daha iyi metabolik kontrol sağladığını düşündüren başka nedenler de vardır. Örneğin SRRT'nin serum fosfat seviyesini daha hızlı ve etkin olarak kontrol ettiği gösterilmiştir (24). SRRT fosfat seviyesini düşürmekte öylesine etkindir ki, hipofosfatemi SRRT'nin önemli komplikasyonlarından biridir.

Aralıklı hemodiyaliz yapılan akut böbrek yetmezlikli hastalarda yeterli üremik kontrolü sağlayabilmek amacı ile proteinden kısıtlı diyetler uygulanır. Bu durum, zaten negatif olan nitrojen dengesi durumunda ek bir protein açlığı demektir. Tam tersine, SRRT yapılan hastalarda sıkı üremik kontrol nedeni ile volüm ve protein kısıtlaması gerekmez (25). SRRT'de volüm kontrolü de daha sıkı olarak yapılabildiğinden beslenme için gerekli volüm rahatlıkla hastaya verilebilir. SRRT'de kullanılan membranlardan verilen aminoasitin %10'u kaybedilir ancak bu oran aralıklı hemodiyaliz veya periton diyalizinden daha fazla değildir (26).

Bazı hasta guruplarında SRRT aralıklı hemodiyalize göre tercih nedeni olarak ön plana çıkmaktadır. Örneğin kafaichi basınç artışı olan hastalarda aralıklı hemodiyaliz sırasında ortaya çıkabilen ani kafaichi basınç artışı atakları SRRT ile ödenebilmektedir (27,28). SRRT'den yarar gören diğer bir hasta gurubu da kalp yetmezliği bulunan hastalardır. Refrakter konjestif kalp yetmezliğinde var olan humoral-hemodinamik kısır döngünün mekanik yöntemlerle hastalardan uzaklaştırılan fazla volüm ile kırıldığı ve bu amaçla kullanılacak SVVHF'nin uygun bir yöntem olduğu gösterilmiştir (29). Avrupa kardiyoloji birliği kalp yetmezliği çalışma gurubu tarafından transplantasyon için bekleyen hastalarda zaman kazanabilmek amacı ile ultrafiltrasyon kullanımını önerilmiştir (30). Kalp cerrahisi olan hastalarda da bazı klinik yararlar bildirilmiştir (31).

Sepsis ve endotoksik şok SRRT'nin en yaygın kullanıldığı alanlar içerisindedir. Buradaki hipotez hemofiltrasyon ile sitokinlerin, komplement aktivasyon ürünlerinin ve araşidonik asit metabolitlerinin kandan uzaklaştırıldığıdır. Ancak yapılan çalışmalara rağmen henüz sepsiste hemofiltrasyonun rolü açık değildir (5,6). Sepsis fizyopatolojisinde önemli rol oynayan tümör nekrozis faktör (TNF) 54.000 Da ağırlığındadır ve yüksek permeabiliteli membranlardan konvektif difüzyonu mümkündür. Ancak bir çok çalışmada plazma TNF seviyesinde hemofiltrasyon ile ciddi değişiklik olmadığı bildirilmiştir (32,33). Sepsis mediatörlerinin azaltılmasında bir başka mekanizma da membran tarafından adsorbsiyondur. Bu adsorbsiyon seçicidir ve membran yapısı ile yakından ilişkilidir (33,34). Ancak bu adsorbsiyon birkaç saatte doygunluğa ulaşır. Bu durumda birkaç saatte bir membran değiştirilmesi gerekmektedir. Kellum ve arkadaşlarıncı yapılan bir çalışmada, plazma TNF seviyesinde hemofiltrasyon ile belirgin bir düşüş sağlandığı halde ultrafiltratta önemli miktarlarda TNF bulunmaması adsorbif etkiyi düşündürmüştür. Daha yüksek kan akımlarında ve filtrasyon oranlarında hem sitokinlerin konvektif klirensi artırılabilir hem de artan transmembran basınçları nedeni ile daha derinlerde adsorbsiyon sağlanabilir. Yalnızca TNF değil, diğer inflamatuvar sitokinlerden IL-6 ve IL-8'in hemofiltrasyon ile plazma seviyelerinin azaldığı gösterilmiştir (35). Septik hastalarda hemofiltrasyonun sağkalım üzerine olumlu etkilerinin olduğunu ileri süren çalışmalar vardır (36,37). Bu deneysel çalışmalarda hemofiltrasyon septik uyarımın hemen öncesi veya sonrasında başlatılmıştır fakat böyle bir uygulama klinik koşullarda mümkün değildir. Ayrıca endotoksin veya bakteri verilerek oluşturulan deneysel septik şok modelleri, insanlarda görülen septik şok gibi

hiperdinamik değil, hipodinamiktir. Gerçek intraperitoneal enfeksiyon modeli ile yapılan bir çalışmada ise sağkalımda artış görülmemiştir (38). Bu sorulara yanıt bulunması için büyük, randomize ve kontrollü çalışmalara gereksinim olduğu bir gerçektir.

Yoğun bakım ünitelerinde karşılaşılan solunum yetmezliğinin en sık nedeni, akut respiratuvar distres sendromudur (ARDS). SRRT ile plazmadan proinflamatuvar sitokinlerin uzaklaştırılması sepsiste olduğu gibi ARDS'de de, teorik olarak, yararlı olabilir. Ayrıca volüm çekilmesi ile ekstravasküler akciğer sıvısının (EVAS) azaltılması ARDS'de yararlı olabilir. Hemofiltrasyon ile EVAS ve shunt fraksiyonu hem ARDS hem de akciğer ödemi olan hastalarda azalmaktadır (39). Ancak hemofiltrasyon ile çekilen volüm sonucu kardiyak debi düşebileceği için bu tip hastalarda hemofiltrasyon kardiyak debi kontrol edilerek uygulanmalıdır.

Birkaç olgu sunumunda hemofiltrasyonun laktik asidoz tedavisinde kullanılabileceği ileri sürülmüştür (40,41). Hemodinamik olarak stabil ve laktik asit seviyeleri normal hastalarda, laktik asit klirensine hemofiltrasyonun katkısı %0.5-3.2 bulunmuştur (41). Laktik asit klirensi bozulmuş olan hastalarda bu katkı önemli olabilir.

Rabdomiyolizde SRRT yararlı olabilir. Myoglobinin moleköl ağırlığı 17,000 Da dır ve filtratta bol miktarda myoglobin bulunur. Ayrıca hemofiltrasyon ile myoglobin seviyesinde hızlı bir düşüş olduğu gösterilmiştir (42).

Tümör lizis sendromunda ürik asit kristalleri veya kalsiyum fosfat kompleksleri renal tubüler obstrüksiyon ile böbrek yetmezliğine yol açaabilir. Hem ürik asit hem de fosfat küçük moleküllerdirler ve konvansiyonel hemodiyaliz ile etkin olarak plazmadan uzaklaştırılırlar ancak stabil olmayan hastalarda SRRT'nin yeri vardır (43). Yüksek riskli hastalarda SRRT ile akut böbrek yetmezliği önlenabilir.

Çoklu organ yaralanmalarında enfeksiyöz olmayan sistemik inflamatuvar yanıt sendromu (SIRS) ve sonuça çoklu organ yetmezliği (MODS) gelişebilir. Aynı enfeksiyöz SIRS'da olduğu gibi bir çok sitokin aktive olmuş inflamatuvar hücreler ve endotelden salınır. Sepsiste SRRT kullanma mantığı burada da geçerlidir. Çoklu organ yaralanması olan hastalarda profiltatik olarak uygulanan venövenöz hemofiltrasyon çoklu organ yaralanmasına kardiovasküler yanıtı azaltmakta ve dokuların oksijen ekstraksiyonunu artırmaktadır (44). Travma hastalarının akut böbrek yetmezliğinde SRRT'nin erken başlatılması (BUN<60mg/dL) ile BUN'nin 60 mg/dL olduktan sonra başlatılması karşılaştırıldığında, erken

hemofiltrasyon gurubunda sağkalımın daha yüksek olduğu gösterilmiştir (45).

Sürekli renal replasman tedavisinin başlatılması ve sonlandırılması

Uygulanacak en iyi tedavi seçeneği konvansiyonel hemodiyaliz olduğu zaman, hasta hemodinamik olarak stabil değilse, tedavi hemodinamik stabilizasyon sağlanana kadar ertelenir. Birkaç gündür vazopressör ilaçlar aldığı halde hastada anüri, nispeten düşük arterial kan basıncı, hafif metabolik asidoz, potasyumda hafif yükselme olabilir ve BUN seviyesi 40-45mmol/L civarında ise üremi kontrolünü bozmamak için beslenmeye henüz başlanmamış olabilir. Böyle bir hastayı değerlendiren her nefrolog konvansiyonel hemodiyalizin oluşturabileceği tehlikeleri görür ve genellikle bu konsültasyona verilecek yanıt, hastada henüz hemodiyaliz endikasyonu olmadığı, ertesi gün hastanın yeniden değerlendirileceğidir. Böyle bir hastada SRRT hemen ve ağırsif olarak başlanmalıdır. Hangi hastalara SRRT başlanması gerektiği hakkında bazı genel öneriler yapmak mümkündür (Tablo 1).

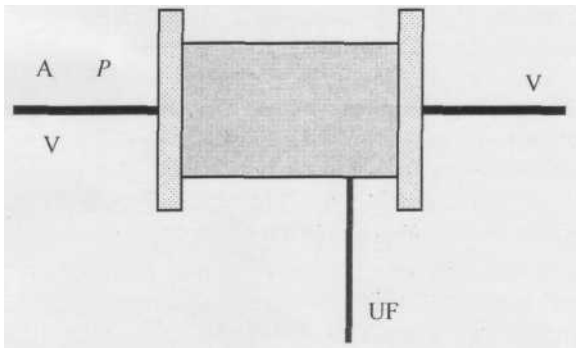
SRRT başlanmasının kesin endikasyonları olmadığı gibi ne zaman bitirileceği hakkında da kesin bilgiler yoktur. Ancak ünitemizde SRRT mümkün olduğu kadar erken başlanmakta ve mümkün olduğunca da geç bitirilmektedir. Önümüzdeki en

büyük engel SRRT için gerekli olan setlerin yüksek maliyetidir. SRRT'nin durdurulması ile ilgili bazı genellemeler yapmak da olasıdır (Tablo 2). SRRT için genellikle önerilen, tedaviye son verdikten sonra hastanın 12-24 saat takip edilmesi ve gerekirse tedaviye yeniden başlanmasıdır.

Sürekli renal replasman tedavisinin koni plikasyon lan

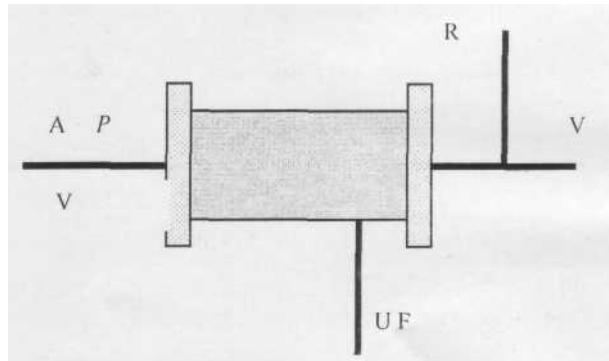
SRRT invazif bir işlemdir ve komplikasyonları vardır. Teknik komplikasyonlardan en önemli olanları filtrenin pıhtılaşma ile tıkanması ve sistemin etkinliğinin azalmasıdır. Bu teknik komplikasyonlar filtre öncesine replasman sıvısı eklenmesi ve ekstrakorporeal devrelerdeki kan akımının artırılması ile azaltılabilir. Klinik komplikasyonlar arasında ise tedaviye bağlı hipovolemi ve kanama vardır. Tedaviye bağlı hipovolemi ultrafiltrasyon kontrol cihazları ile engellenebilir. Kanama ise yalnızca daha az antikoagülan kullanılması ile önlenir. Filtre içerisinde pıhtılaşmayı önlemek amacı ile çok yüksek oranlarda antikoagülan kullanmak uygun değildir. Biz, ultrafiltrat oluşmaya devam ediyorsa 72 saate kadar filtreleri değiştirmiyoruz. Hipotermi, hipofosfatemi, damar girişi yerinde tromboz ve hematoma gibi komplikasyonlar ise işlemin kendisinden çok uygulama hataları sonucu oluşan komplikasyonlardır.

1 YDUF



$Q_b = 50-100 \text{ mL/dakika}$ $Q_f = 2-5 \text{ mL/dakika}$

2 SAVH-SVVH

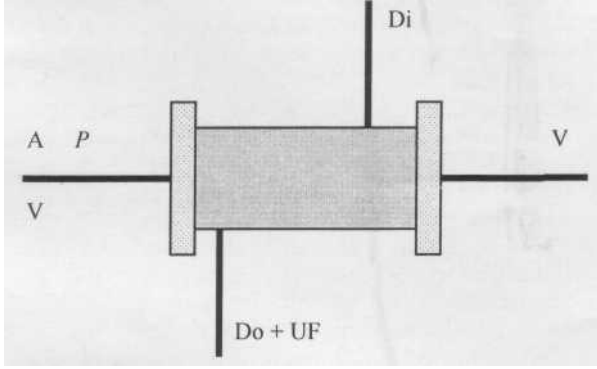


$Q_b = 50-200 \text{ mL/dakika}$
 $Q_f = 8-25 \text{ mL/dakika}$ ($K = 12-36 \text{ L/24 saat}$)

Yavaş devamlı ultrafiltrasyon (Arter-Ven veya Ven-Ven): Ekstrakorporeal bir sistemle kan arterionevöz veya venovenöz şekilde yüksek permeabiliteli bir membrandan geçirilir. Membrandan oluşan ultrafiltrat replase edilmez ve bu net olarak hastanın sıvı kaybı demektir. Sorunun yalnızca intravasküler volüm yüksekliliği olduğu durumlarda uygulanır.

Sürekli hemofiltrasyon (Arter-Ven veya Ven-Ven): Ekstrakorporeal bir sistemle kan arterionevöz veya venovenöz şekilde yüksek permeabiliteli bir membrandan geçirilir. Membrandan oluşan ultrafiltrat, istenen klirensin sağlanması ve volüm kontrolü amacı ile kısmen veya tamamen replase edilir.

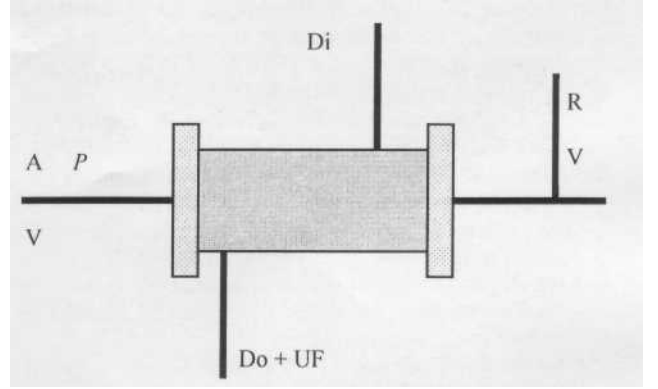
3. SAVHD-SVVHD



$Q_b = 50-200$ mL/dakika, $Q_f = 2-4$ mL/dakika,
 $Q_d: 10-20$ mL/dakika ($K = 14-36$ L/24 saat)

Sürekli hemodiyaliz (Arter-Ven veya Ven-Ven): Kan düşük permeabiliteli bir diyalizörden geçirilir ve ters akımlı diyaliz solüsyonu diyaliz bölmesine verilir. Solut klirensi hem difüzyon hem de konveksiyon ile sağlanır. Sıvı dengesini sağlayabilmek için replasman solüsyonu gereklidir. Hem küçük hem de büyük moleküller üzerine etkilidir.

4. SAVHDF - SVVHDF



$Q_b = 50-200$ mL/dakika, $Q_f = 8-12$ mL/dakika,
 $Q_d: 10-20$ mL/dakika ($K = 20-40$ L/24 saat.)

Sürekli hemodiyafiltrasyon (Arter-Ven veya Ven-Ven): Kan yüksek permeabiliteli bir diyalizörden geçirilir ve ters akımlı diyaliz solüsyonu diyaliz bölmesine verilir. Solut klirensi hem difüzyon hem de konveksiyon ile sağlanır. Sıvı dengesini sağlayabilmek için replasman solüsyonu gereklidir. Hem küçük hem de büyük moleküller üzerine etkilidir.

Resim 1: Farklı SRRT şekilleri. A, arter; V, ven; Q_b , kan akımı; Q_d , diyalizat akımı; Q_f , ultrafiltrasyon oranı; Di , diyalizat girişi; Do , diyalizat çıkışı; UF , ultrafiltrat; P , pompa (yalnızca ven-ven şeklinde); R , replasman sıvısı.

Tablo 1. Yoğun bakımda SRRT başlanması endikasyonları

1. Oligüri (>12-24saat)
2. Anüri (>12 saat)
3. Ciddi metabolik asidoz ($p < 7.10$)
4. Azotemi ($BUN > 40$ mmol/L)
5. Üremiye bağlı organ tutulumu (perikardit, ansefalopati, nöropati, miyopati)
6. Hiperkalemi ($K^+ > 6.5$ mEq/L veya hızla yükselen K^+)
7. Ciddi disnatremi ($Na^+ > 160$ veya < 115 mQ/L)
8. Hipertermi (ateş > 39.5°C)
9. Ciddi akciğer ödemi
10. Diyalizle temizlenebilen bir madde ile intoksikasyon veya aşırı doz
11. Akciğer ödemi ve/veya ARDS olan bir hastaya aşırı kan, kan ürünleri ve yüksek volümlü nutrisyon gereksinimi

Tablo 2. Yoğun Bakımda SRRT sonlandırma kriterleri

1. SRRT başlama kriteri ortadan kalkmış ise
2. 24 saatten daha uzun bir süredir idrar volümünün 1mL/kg/saat ve üzerinde olması
3. Mevcut idrar volümü ile sıvı dengesinin sağlanabiliyor olması
4. SRRT ile ilgili bir komplikasyonun olması

REFERANSLAR

1. Kelleher SP, Robinette JB, Conger JD. Sympathetic nervous system in the loss of autoregulation in acute renal failure. *Am J Physiol* 1984; 246(4 Pt 2):F379-86.
2. Schiff H, Lang SM, Fischer R. Daily Hemodialysis and the Outcome of Acute Renal Failure. *N Engl J Med* 2002; 346:305-10
3. Kramer P, Wigger W, Rieger J, Matthaei D, Scheler F. Arteriovenous hemofiltration: A new and simple method for treatment of overhydrated patients resistant to diuretics. *Klin Wochenschr* 1977, 55:1121-1122.
4. Burchardi H. History of development of continuous renal replacement techniques. *Kidney Int* 53 (Suppl 66): S120-S124
5. Schetz M, Ferdinande P, Van Den Berghe G, et al. Removal of proinflammatory cytokines with renal replacement therapy: Sense or nonsense? *Intensive Care Med* 1995;21:169-176
6. Schetz M. Evedince based analysis of the use of hemofiltration in sepsis and MODS. *Curr Opin Intensive Care* 1997;3:334-441
7. Van Bommel EF. Should continuous renal replacement therapy be used for "non-renal" indications in critically ill patients with shock? *Resuscitation* 1997, 33:257-70
8. Gotloib L, Barzilay E, Shustak A, et al. Hemofiltration in septic ARDS: The artificial kidney as an endocrine lung. *Resuscitation* 1986, 13:123-132
9. Lauer A, Saccagi A, Ronco C, et al. Continuous arteriovenous hemofiltration in critically ill patient. *Ann Intern Med* 1983; 99:455-60
10. Bellomo R, Pargin G, Love J, Boyce N. The use of continuous hemodiafiltration: an approach to the management of acute renal failure in critically ill. *Am J Nephrol* 1992; 12:240-45
11. Bellomo R, Ernest D, Love J, Parkin G, Boyce N. Continuous arteriovenous hemodiafiltration: optimal therapy for acute renal failure in an intensive care setting? *Aust N Z J Med* 1990; 20:237-242 in Bellomo R, Ronco C. Continuous renal replacement therapy in the intensive care unit. *Intensive Care Med* 1999; 25:781-789
12. Bellomo R, Parkin G, Love J, Boyce N. A prospective comparative study of continuous arteriovenous hemodiafiltration and continuous veno-venous hemofiltration in critically ill patients. *Am J Kidney Dis* 1993;21:400-404
13. Ronco C, Brendolan A, Bellomo R. Current technology for continuous renal replacement therapies. In Ronco C, Bellomo R (eds) *Critical care nephrology*. Kluwe, Dordrecht, 1998; pp 1269-1308
14. Ronco C, Bellomo R. Quo vadis SRRT? *Kidney int* 53 (Suppl 66): S190-S191
15. Grootendorst AF, Bommel EFH, Van Der Hoven B, Van Leengoed LA, Van Osta AL. High volume hemofiltration improves right ventricular function in edotoxin-induced shock in the pig. *Intensive Care Med* 1992; 18:235-240
16. Journois D. Hemofiltration during cardiopulmonary bypass. *Kidney Int*. 1998; 53 (Suppl 66): S174-177
17. Goel S, Saran R, Nolph KD. Indications, contraindications and complications of peritoneal dialysis in the critically ill. In Ronco C, Bellomo R (eds) *Critical care nephrology*. Kluwe, Dordrecht, 1998; pp 1373-1381
18. Hakim RM, Wingard RL, Parker RA. Effect of dialysis membrane in the treatment of patients with acute renal failure. *N Engl J Med* 1994; 331:1338-1341
19. Conger JD. Does hemodialysis delay recovery from ARF? *Semin Dial* 1990; 3; 146-148
20. Manns M, Siegler MH, Teehan BP. Intradialytic renal hemodynamics — potential consequences for the management of the patient with acute renal failure. *Nephrol Dial Transplant*. 1997; 12:870-872.
21. Clark WR, Alaka KJ, Mueller BA, Macias WL. A comparison of metabolic control by continuous and intermittent therapies in acute renal failure. *J Am Soc Nephrol* 1994;4:1413-1420
22. Clark WR, Ronco C. Renal replacement therapy in acute renal failure: solute removal, mechanisms and dose qualification. *Kidney Int* 1998; 53 (Suppl 66):S133-S137
23. Paganini EP, Tapolay M, Goormastic M, Halstenberg W, Kozlowski L, Le-blanc M, Lee JC, Moreno L, Sakai K. Establishing a dialysis therapy/patient outcome link in intensive care acute dialysis for patients with acute renal failure. *Am J Kidney Dis* 1996; 28 (Suppl 3): S81-S89
24. Bellomo R, Farmer M, Parkin G, Wright C, Boyce N. Severe acute renal failure: a comparison of acute continuous hemofiltration and conventional dialytic therapy. *Nephron* 1995; 71:59-74
25. Bellomo R, Martin H, Parkin G, Love J, Kearly Y, Boyce N. Continuous arteriovenous hemodiafiltration in the critically ill: influence in major nutrient balances. *Intensive Care Med*. 1997; 17:399-402
26. Kierdorf HB. The nutritional management of acute renal failure in the intensive care unit. *New Horizons*. 1995; 3:699-402
27. Davenport A, Finn R, Goldsmith AJ. Management of patients with acute renal failure complicated with cerebral edema. *Blood Purif*. 1989; 7:203-209
28. Davenport A, Will EJ, Davison AM. Effect of renal replacement therapy on patients with combined acute renal failure and fulminant hepatic failure. *Kidney Int*. 1993; 43 (Suppl 41):S245-S251
29. Marenzi G, Grazi S, Giraldi F, Lauri G, Perego G, Guazzi M, Salvioni A, Guazzi MD. Interrelation of humoral factors, hemodynamics and fluid and salt metabolism in congestive heart failure: effects of Extracorporeal Ultrafiltration. *Am J Med* 1993; 94:49-56.
30. The task force of the working group on heart failure of the European Society of Cardiology: The treatment of heart failure. *Eur Heart J* 1997; 18:736-753
31. Caprioli R, Favilla G, Palmarini D, Comite C, Gemignani R, Rindi P, Cioni L. Automatic continuous venovenous hemofiltration in cardiosurgical patients. *ASIO J*. 1993; 39:M606-M608.

32. Rogiers P, Zhang H, Smail N, Pauwels D, Vincet JL. Continuous venovenous hemofiltration improves cardiac performance by mechanisms other than tumor necrosis factor- α attenuation during endotoxic shock. *Crit Care Med* 1999;27:1848-1855
33. Sander A, Armbruster W, Sander B, et al. Hemofiltration increases IL-6 clearance in early systemic inflammatory response syndrome but does not alter IL-6 and TNF α plasma concentrations. *Intensive Care Med* 1997;23:878-884.
34. Barrera P, Janssen EM, Demacker PN, et al. Removal of interleukin-1 β and tumor necrosis factor from human plasma by in-vitro dialysis with polyacrylonitrile membranes: *Lymphokine Cytokine Res* 1992; 1:99-104
35. Wakabayashi Y, Kamijou Y, Soma K, Ohwada T. Removal of circulating cytokines by continuous hemofiltration in patients with systemic inflammatory response syndrome or multiple organ dysfunction syndrome. *Br J Surg* 1996; 83:393-394
36. Stein B, Pfenninger E, Grunert A, et al. Influence of continuous hemofiltration on hemodynamics and central blood in experimental endotoxic shock. *Intensive Care Med* 1990; 16:494-499
37. Grootendors AF, Van Bommel EF, Van Leengoed LA, et al. High volume hemofiltration improves hemodynamics and survival of pigs exposed to gut ischemia and reperfusion. *Shock* 1994; 2:72-78
38. Lee PA, Weger GW, Pryor RW, Matson JR. Effect of filter pore size on efficacy of continuous arteriovenous hemofiltration therapy for staphylococcus aureus-induced septicemia in immature swine. *Crit Care Med* 1998;26:730-737
39. Humphrey H, Hall J, Sznajder I, et al. Improved survival in ARDS patients associated with a reduction in pulmonary wedge pressure. *Chest* 1990; 97:1176-1180
40. Barton IK, Streather CP, Hilton PJ, Bradley RD. Successful treatment of severe lactic acidosis by hemofiltration using a bicarbonate-based replacement fluid. *Nephrol Dial Transplant* 1991; 6:668-670
41. Levraut J, Ciberra JP, Jambou P, et al. Effect of continuous venovenous hemofiltration with dialysis on lactate clearance in critically ill patients. *Crit Care Med* 1997;25:58-62
42. Wakabayashi Y, Kikuno T, Gitwada T, Kikawada R. Rapid fall in blood myoglobin in massive rhabdomyolysis and acute renal failure. *Intensive Care Med* 1994;20:109-112
43. Sakarcan A, Qwgle R. Hyperphosphatemia in tumor lysis syndrome: The role of dialysis and continuous veno-venous hemofiltration. *Pediatric Nephrol* 1994; 8:351-353
44. Bauer M, Marzi I, Ziegenfuss B, T, Riegel W. Prophylactic hemofiltration in severely traumatized patients: effect on post-traumatic organ dysfunction syndrome. *Intensive Care Med*. 2001; 27:376-383
45. Gettings LG, Reynolds HN, Scalea T. Outcome in post-traumatic acute renal failure when continuous renal replacement therapy is applied early vs. late. *Intensive Care Med* 1999;25:805-813