



bu bir MMO
yayıdır

MMO, bu makaledeki ifadelerden, fikirlerden, toplantıda çıkan sonuçlardan ve basım hatalarından sorumlu değildir.

Hemodiyaliz Su Arıtma Sistemleri

Erol YAŞA

ÜNİVERSAL Müh.

HEMODİYALİZ SU ARITMA SİSTEMLERİ

Erol YAŞA

ÖZET

Hemodiyaliz, tıpta böbrek hastalarının kanlarında bulunan toksik maddelerin atılmasında kullanılan uzun süreli bir tedavi şeklidir.

Bu işlemler sırasında, bir yılda yaklaşık 25.000 litre suyun hastanın kanıyla temas halinde olmasından dolayı, açıkça görülmektedir ki bu suyun çok kaliteli, bakteri ve virüslerden arındırılmış olması gerekmektedir.

GİRİŞ

İçme suyu olarak, bakteriyolojik ve kimyasal açıdan güvenli olabilen şebeke suları dahi, böbrek diyaliz tedavisinde kullanılması halinde, bu suların içinde bulunan organik maddeler, patojenik olmayan bakteriler, pirojen ve inorganik bileşiklerin (genelde tuzlar) AAMI (Association for Advancement of Medical Instrumentation - Tıbbi Enstrümanlar Geliştirme Birliği) standartlarında belirlenen limitlerin çok üzerinde olabileceğinden yüksek oranda risk taşırlar.

Geçmişte, hemodiyaliz tedavisinde her ne kadar iyon değiştirmeli su yumuşatıcı ve deiyonize sistemler kullanılmış ise de alüminyum ve florid gibi maddelerin istenen limitlerin altında tutulamaması, deiyonize sistemlerde kuvvetli asit ve bazlarla rejenerasyon yapılması gibi nedenlerle bazı sorunlar hatta ölüm vakaları yaşanmış, sonradan bu sistemlerden vazgeçilmiştir.

BÖBREK TEDAVİSİNDE RO (REVERSE OSMOSIS) SU ARITMA TEKNOLOJİSİ

Günümüzde diyaliz tedavisinde kullanılan suyun arıtımında büyük ölçüde RO arıtma sistemleri kullanılmaktadır.

RO bir membran teknolojisi olup, membranlar 5 Å (Angstroms) = 0,0005 micron çapında gözenek yapısına sahiptir. Bu sistemler Polyamide/Polysulfone malzemeden yapılmış TFC (ince film kompozit) spiral sargılı membranlarla çalışmaktadır.

RO sistemleriyle arıtılan hemodiyaliz suları AAMI ve ASAIO (American Society for Artificial Organs) standartlarında belirlenen limitlerin güvenli bir şekilde altında olurlar.

Hemodiyaliz RO sistemleri genelde bir ön arıtma, RO ünitesi, depo, yeniden basınçlandırma ünitesi ve son arıtma (sterilizasyon) kısımlarından meydana gelmektedir.

Ön Arıtma :

- Otomatik ters yıkamalı kuarz kum filtreleri.
- Klorlu sularda aktif karbon filtrasyonu.
- Çok sert suların, RO cihazına girmeden önce yumuşatılmasını sağlayan, katyonik reçineli otomatik duplex yumuşatıcılar.

RO Ünitesi :

Girişte 5 micronluk bir kartuş filtre, osmotik basınca çıkarılıp membrandan geçirilmesini sağlayan RO pompası, TFC/RO membranı, çıkış kalitesinin otomatik kontrolünü sağlayan konduktivitimetre, salamura atış ve kontrol mekanizması

Depo :

Arıtılmış suyun depolanmasında kullanılır. Genelde polietilen malzemeden yapılır. Atmosferik basınçta çalışması için, hava girişi 0,2 micronluk bir antibakteriyel filtre ile korunur. Su seviyesi elektrotlarla otomatik olarak sağlanır.

Yeniden Basınçlandırma ve Son Arıtma :

Sistemde birden fazla hemodiyaliz ünitesi kullanıldığı zamanlarda arıtılmış suyun istenen noktalara ulaşması hidroforla yapılır. Ancak depo ve hidroforda meydana gelebilecek bir kontaminasyona karşı Ultra Viyolet dezenfeksiyon cihazı kullanılır.

FDA Standartları :

Hemodiyaliz sistemlerinde kullanılan malzeme spekleri Amerikan FDA (Food & Drug Administration) standartlarında belirlenmiştir. Genel olarak, birçok ülkede bu standartlara uyulmaktadır.

Tablo 1. Hemodiyaliz Suyu için AAMI / ASAIO Standartları

<u>Mineraller</u>	<u>Max. Müsade Edilen Konsantrasyon(mg/l)</u>	
Kalsiyum	2	(0,1 m Eq / l)
Magnezyum	4	(0,3 m Eq / l)
Sodyum	70	(3,0 m Eq / l)
Potasyum	8	(0,2 m Eq / l)
Fluor	0,2	
Klor	0,5	
Kloramin	0,1	
Nitrat	2	
Sülfat	100	
Alüminyum	0,015	

Tablo 2. Çeşitli sular ve arıtma işlemlerinde alüminyum redüksiyonu "Atomik absorpsiyonlu spektrophotometer ölçümleri ile, İtalyadaki Ferrara Hemodiyaliz merkezinde elde edilen sonuçlar."

Al Konsantrasyonu (µg / l)* olarak

Çeşme Suyu	Deiyonize Su
84	< 3
103	< 3
306	< 3
	RO Çıkış Suyu
145	< 3
122	< 3
229	< 3
	Yumuşatılmış Su
94	90
96	79
314	78

NOT : Müsade edilen en fazla alüminyum miktarı 15 µg/l (mic.gr.) olduğundan sadece yumuşatılmış su uygun değildir.

* 1 µg / l = 1 / 1.000.000 g.

Tablo 3. RO Membranları Tarafından Atılan Kirleticiler

	% Atma
Monovalent İyonlar	90
Polyvalent İyonlar	95
Bakteri	99
Pirojenler	99
Organik Maddeler	99
Molekül Ağırlık > 200	

Kullanılan aktif karbon tane büyüklüğü maximum 12 x 40 mesh olmalıdır. Karbon filtre çıkışında 1,0 - 5,0 micron büyüklüğünde partikül tutucu ince filtre kullanılmalıdır.

Klor ve klor bileşenleri (kloraminler) içeren şebeke sularının by-pass yaparak RO cihazına girmesine karşı önlem alınmalıdır. Aksi halde bu kimyasallar RO sistemini doğrudan geçip kana karışacağından "Methemoglobinemia" (Alyuvarlardaki hemoglobin hücrelerinin oksijen taşıma kabiliyetlerinin kaybolması) sorununa ve ölüme neden olurlar.

Hemodiyaliz suyunda diğer bir tehlikeli madde de Fluor'dur. Bu mineralin yüksek olduğu su kullanan tesislerde yine ölüm vakalarına rastlanmıştır.

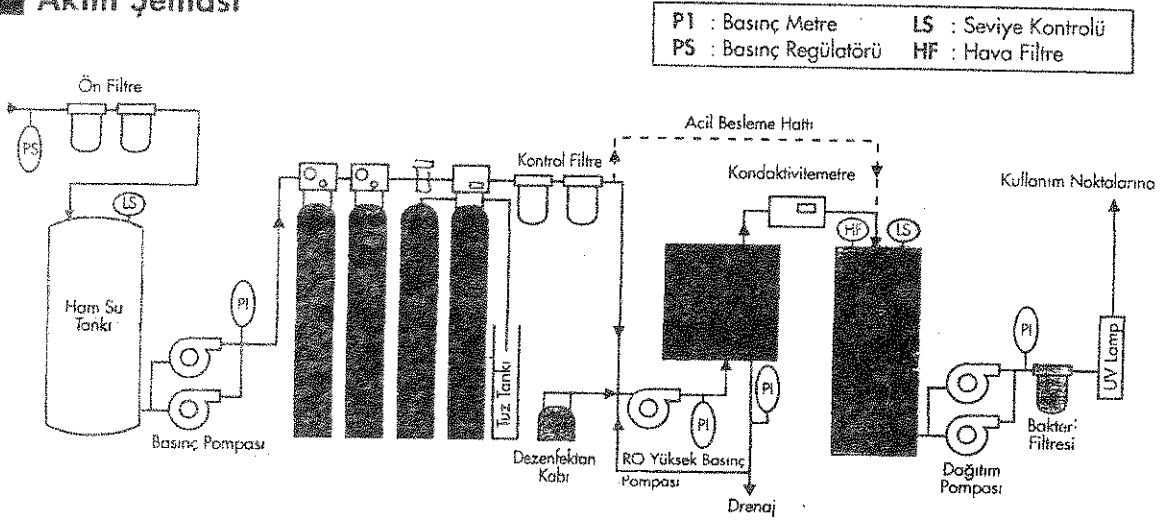
Hemodiyaliz RO sistemlerinde ön arıtıcı olarak kullanılan su yumuşatıcılarda, bakteri üremesine karşı alınması gereken önemli bir önlem ise düşük dozajlı tuzla rejenerasyon yaptırılmasıdır. Bu şekilde, belli bir kapasitenin karşılanması için daha sık rejenerasyon yaptırılacak ve bakteri üremesine meydan verilmeyecektir.

Alarm Sistemleri :

Su kalitesinde yukarıda belirtilen limitlerin dışına çıktığında, ışıklı ve sesli alarmlar tesis edilir.

Tipik bir hemodiyaliz arıtma sistemi aşağıdaki Şekil-1'de gösterilmiştir.

Akım Şeması



Şekil 1.

Yukarıda gösterilen cihazlar ve tesisatta kullanılan malzeme ve tesisatın birinci sınıf ve standartlarda istenene uygun olması gerekir.

Örneğin, tüm pompaların plastik veya paslanmaz çelik malzemeden yapılması, borulama tesisatında ise Schedule 80 gri renkli PVC veya AISI 316 paslanmaz çelik malzeme kullanılması istenir.

Bazı durumlarda aktif karbon filtrelerinin seri bağlantılı tandem olması gerekebilir.

Ayrıca karbon filtrelerde dolun miktarı suda bulunan klor ve klor bileşikleri ile en az 5 dakika kontak süresi esas alınarak saptanır.

Kontak süresi aşağıdaki formüle göre hesaplanır.

$$CT \text{ (Dakika)} = \frac{(\text{Aktif karbon hacmi, ft}^3) \times (7,48 \text{ Galon / ft}^3)}{\text{Maximum Debi (Galon / Dakika)}}$$

Asitle yıkanmış aktif karbon çıkış suyunda alüminyum tutulmasında yararlı olduğu için tercih edilmektedir.

Yukarıdaki tabloda verilen sınırın üzerindeki alüminyum, hastalarda hafıza kayıplarına ve bunamaya neden olmaktadır.

SONUÇ

Hemodiyaliz tedavisi, insan sağlığı ve hayatı ile doğrudan ilgili bir işlemdir. Bu tedavide en çok kullanılan madde su olduğundan bu suyun nasıl bir kalitede şartlandırılması ve hijyenik hale getirilmesi uluslararası standartlarca belirlenmiştir.

Ülkemizde yakın geçmişe kadar hemodiyaliz tedavilerinde musluk suyu kullanan hastanelerimizin bugün birçoğunda su arıtma sistemleri kurulmuştur. Ancak bu sistemlerin ne kadarının yukarıda belirtilen standartlarda kurulduğu, çalıştığı ve periyodik denetimlerinin yapıldığı şüphelidir.

KAYNAKLAR

- [1] BUSCH, M.C. Water Treatment for Hemodialysis, Water Quality Association.
[2] CULLIGAN, Reverse Osmosis for Hemodialysis.

ÖZGEÇMİŞ

1939 Bakırköy / İstanbul doğumludur. 1963 yılı İstanbul Yüksek Teknik Okulu (bugünkü Yıldız Teknik Üniversitesi) Makina Mühendisliği mezunudur. Daha sonra özel bir bursla 1967-68'de Kopenhag Teknik Üniversitesinde, tesisat mühendisliği konularında araştırma ve geliştirme programlarına katıldı. 1968-1974 yıllarında Danimarka, Norveç ve İngiliz müşavir mühendislik firmalarında proje mühendisi olarak, 1975-1986 yıllarında Kuveyt'de KEO (Kuwaiti Engineer's Office) firmasında tesisat ve yangın mühendisliği bölüm şefi olarak çalıştı. 1984'te İsviçre'de IFPEI-IV, 1989'da Kanada'da IFPEI-V Uluslararası Yangın Mühendisleri Enstitüsü eğitimlerine katıldı. 1987'de Antalya'da Universal Mühendislik firmasını kurdu. Halen bu firmanın yöneticisi olarak çalışmaktadır. Evli ve iki çocukludur.