

EVDE HİPERHİDROZ TEDAVİSİ İÇİN GELİŞTİRİLMİŞ BİR İYONTOFOREZ CİHAZI

AN IONTOPHORESIS DEVICE DEVELOPED FOR THE TREATMENT OF HYPERHIDROSIS AT HOME

Murat PEHLİVAN¹ Tuğrul DERELİ²

¹Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyofizik Anabilim Dalı, İzmir

²Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Dermatoloji Anabilim Dalı, İzmir

Anahtar Sözcükler : Terleme, Ayak, El, İyontoforez, Yöntem, Hiperhidroz, Cihaz

Key Words : Sweating, Foot, Hand, Iontophoresis, Methods, Hyperhidrosis, Device

ÖZET

Palmoplantar hiperhidroz (PPH) hastanın yaşam kalitesini azaltan bir hastalıktır. Çeşme suyu iyontoforezi, PPH tedavisinde mutlaka önerilen yöntemlerin başında gelmektedir. Günde 20 dakika ve toplam 20 seans olarak uygulanması çoğunlukla yeterlidir. Hastaların çeşme suyu iyontoforezini, her seansta bir tıp merkezine gitmesine gerek kalmadan evlerinde tek başına yapabilmeleri tedaviye uyumu arttıracak ve zaman kazandıracaktır.

Bu çalışmada, mikroişlemci kontrollü, tamamen otomatik olarak çalışan bir iyontoforez cihazı tasarlanmış ve geliştirilmiştir. Cihaz, hastanın el ve ayaklarının suya teması ile çalışmaya başlamakta, akım şiddetini önceden belirlenen şiddete kadar yavaş yavaş yükseltmekte, önceden belirlenen süre sonunda da akımı yavaş yavaş sıfıra düşürerek tedaviyi sonlandırmaktadır. Şehir cereyanı ile çalışan bu cihaza elektrik şoku ve olası arızalara karşı hastayı koruyan çeşitli özellikler de eklenmiştir.

Geliştirilen cihaz diğer tedavilerden yarar görmeyen ve herhangi bir sistemik hastalığı bulunmayan on bir hastaya evlerinde kullanmak üzere verilmiştir. Yirmi seanslık tedaviden sonra tedavinin etkinliği, yan etkileri, uyguladıkları akım şiddetleri ile cihazdan ve uygulamadan dolayı memnuniyetleri değerlendirilmiştir. Hastaların tümü cihazın kullanımını sırasında zorluk çekmediklerini veya herhangi bir elektrik şoku yaşamadıklarını belirtmişlerdir. On (%91) hastada normo veya hipohidroz sağlanmıştır. Dokuz (%82) hasta, idame tedaviyi cihazla sürdürmek istediğini belirtmiştir.

Evde kullanılmak üzere geliştirilen bu cihaz, otomatik çalışma özellikleri ile palmoplantar hiperhidrozun iyontoforez ile tedavisine hasta uyumunu kolaylaştırmaktadır.

SUMMARY

Palmoplantar hyperhidrosis (PPH) reduces the quality of life. Tap water iontophoresis is one of the most suggested methods in the treatment of PPH. One session of 20 minutes daily for 20 days are usually adequate. Iontophoretic home-therapy of PPH without a visiting to a medical center may increase patients' compliance to the therapy and save time.

In this study, a microprocessor controlled fully automatic tap water iontophoresis device was designed and developed for home-therapy. The device is activated by introducing the hands and feet into the water, gradually increases its current to a desired level, runs throughout a certain time, and then automatically stops after gradually decreasing its current to zero. The device works with 220 V AC and has extra features to protect the patient from electric shocks.

Yazışma adresi: Murat PEHLİVAN, Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi
Biyofizik Anabilim Dalı, İzmir - TÜRKİYE

Makalenin geliş tarihi : 02.01.2006; kabul tarihi : 28.09.2006

Eleven patients who had no benefit from other treatment methods used this iontophoresis device at their home. Patient satisfaction, maximum current levels, side effects, and the affectivity of treatment were evaluated after 20 days. All patients reported that they had not experienced any difficulty or any electric shock during the period of treatment. Ten (%91) patients had normo- or hypohidrosis after treatment. Nine (% 82) patients reported that they wish to maintain the treatment with the same iontophoresis device.

The iontophoresis device, which is specially designed for using at home can ease the adaptation of the patient to iontophoresis treatment for PPH.

GİRİŞ

Palmoplantar hiperhidroz (PPH) sık görülen, hastanın yaşam kalitesini azaltan ve iş verimini düşüren bir hastalıktır. Tedavisinde en etkili ve mutlaka denenmesi önerilen yöntem iyontoforezdır (1-8).

İyontoforez (galvanoterapi), iyonize maddelerin doğru akım (galvanik akım) kullanılarak deriden geçirilmesi işlemini tanımlar. Çeşme suyu iyontoforezi'nde ise hastanın elleri ve ayakları, pozitif ve negatif elektrotların bulunduğu çeşme suyu ile ıslatılmış yastıkçıklara (iletkenlere) temas ettirilir veya içi çeşme suyu ile dolu kaplara, su seviyesi bilek hizasını geçmeyecek şekilde daldırılır (1-5,9-12). Özellikle palmoplantar hiperhidrozların tedavisinde klasikleşmiş bu yöntemde herhangi bir ilacın deriden geçirilmesi söz konusu değildir, asıl önemli olan doğru akımın deriye ulaşmasıdır. Genellikle ter ve ter bezleri gibi elektrolit içeriği zengin su ortamını izleyen elektrik akımı, henüz tam açıklanamayan bir nedenle terlemeyi keser. Bazı çalışmalarda elektrik akımının ter bezlerini bölgesel olarak tıkadığı iddia edilmektedir (13-16). Çeşme suyu iyontoforezinin PPH tedavisinde saptanan başarı oranı %80-90 arasındadır (2,4,10,11). Dermatoloji alanında sadece hiperhidroz değil, psoriasis, liken planus, egzema gibi hastalıklar da iyontoforez yöntemi ile sağaltılabilmektedir (5).

Çeşme suyu iyontoforezi günde bir kez ortalama 20 dakika (en az 10, en fazla 30) süren seanslar halinde terleyen deriden 10-25 miliamper (mA) doğru akım geçirilmesi şeklinde yapılmaktadır. Bu tedavinin uygulanmasında bir takım zorluklar vardır: Hastanın her gün iyontoforez cihazının bulunduğu hastane veya kliniğe gitmesi gerekir. Akımın saniyede 2 mA'den daha hızlı artması veya azalması hastaya elektrik şoku ve acı verebilir (5,17). Uygulanan akım yavaşça artırılıp, seans bitiminde yavaşça azaltılarak kesilmelidir. Bu nedenle kullanılmakta olan pek çok iyontoforez cihazında seansı başlatacak ve bitirecek, hatta seans süresini belirleyecek bir yardımcı personele ihtiyaç vardır.

Bu makalede, hastanın kendi evinde yardımcı başka bir kişiye ihtiyaç duymaksızın çeşme suyu iyontoforezini

uygulayabilmek amacıyla geliştirilmiş, özgün elektronik devre tasarımı yapılmış yeni bir iyontoforez cihazı ve bu cihazın palmoplantar hiperhidroz tedavisindeki etkinliği sunulmaktadır.

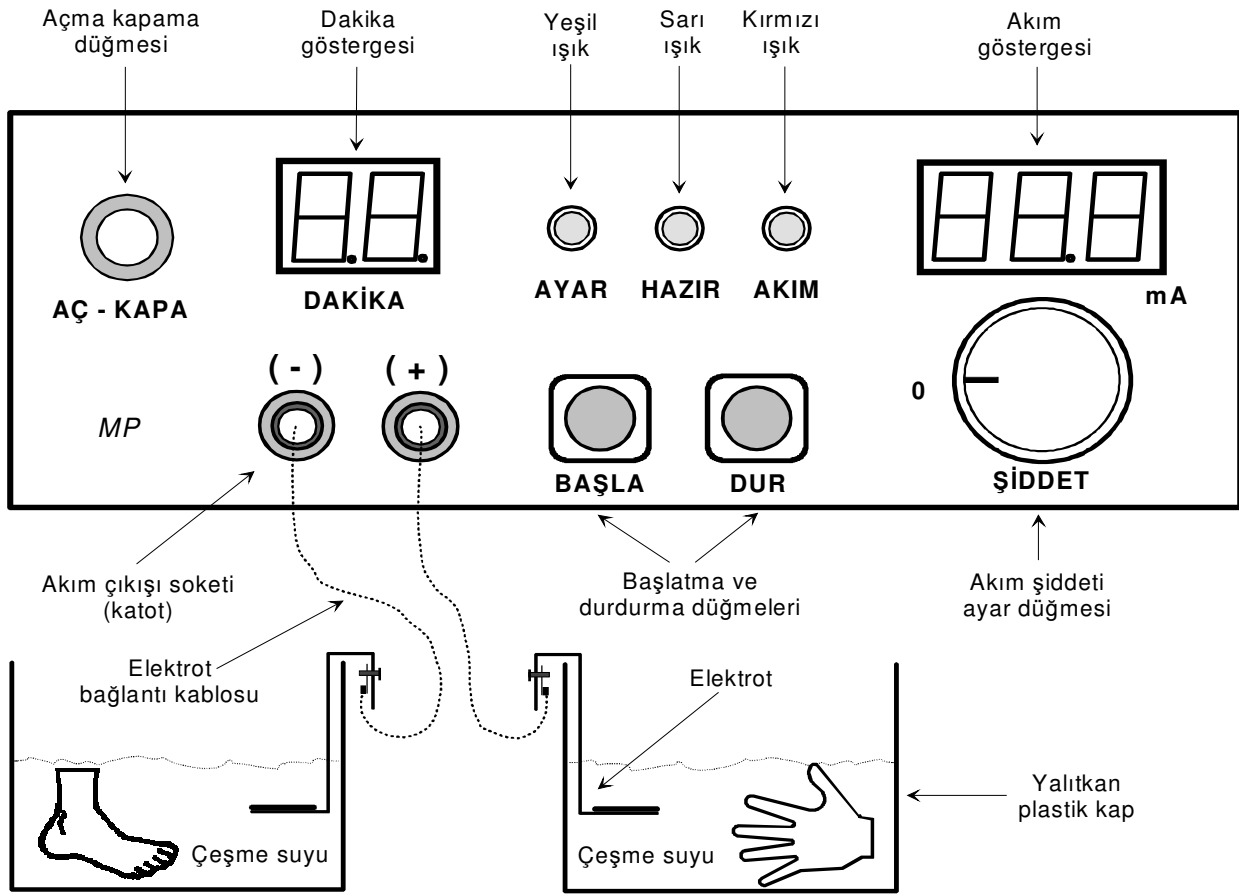
GEREÇ ve YÖNTEM

Hastalar

Mayıs 2003 - Ekim 2004 arasında, şiddetli palmoplantar hiperhidroz yakınması ile başvuran 11 hasta çalışmaya alındı (Tablo 1). Yaş ortalaması 28.7 ± 12.5 (16-60 yaş) olan hastaların altısı kadın, beşi erkekti. Ortalama hastalık süresi 10.9 ± 6.2 (3-25) yıl idi. Olgular daha önce uygulanan topikal tedavilerden yarar görmemişti. Herhangi bir sistemik hastalığı bulunmayan hastalarda tiroit fonksiyon testleri (TSH, serbest T3 ve T4), tam kan sayımı ve açlık kan şekeri normal sınırlar içinde saptandı.

Cihaz

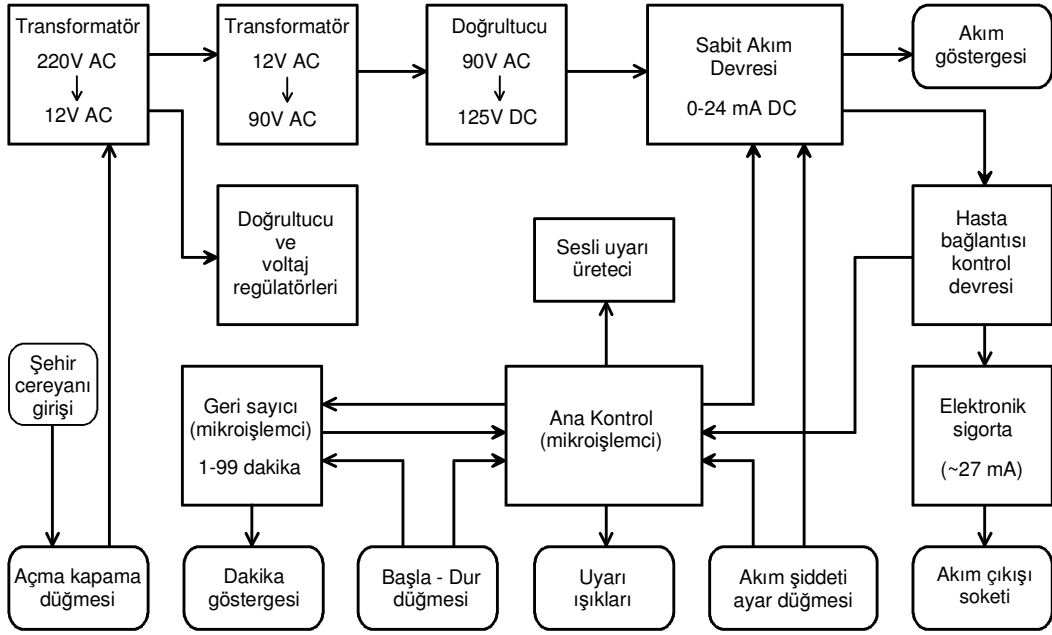
Bu çalışmada birbirinin aynısı iki cihaz kullanıldı. 21 x 23 x 9 cm boyutlarında taşınabilir, saplı plastik kutuya monte edilmiş cihazın ön yüzündeki iki ayrı sayısal göstergede hastaya uygulanacak akım ile uygulama süresi gösterilmektedir (Şekil 1). Ayrıca bir genel aç-kapa düğmesi, başlatma ve durdurma için birer düğme, yeşil, sarı ve kırmızı olmak üzere üç adet durum ve uyarı ışığı, hastaya akım verecek elektrotlara bağlantı yapılan artı ve eksi kutuplu çıkışlar ile akım ayar düğmesi de ön yüze yerleştirilmiştir. Cihaz 220 Voltluk şehir ceryanı ile çalışmaktadır. Güvenliği arttırmak ve uygun sabit akım kaynağı gerilimi sağlayabilmek için şehir ceryanı cihaz içinde özel transformatörler aracılığıyla önce 12 Volt alternatif akıma (AC) düşürülmekte ve tekrar 90 Volt AC değerine yükseltilmektedir. Daha sonra doğru akıma çevrilip elektronik devreler aracılığıyla sabit akım kaynağı haline dönüştürülmektedir (Şekil 2). Sabit akım kaynağı elektronik devresi 300 Volt gerilime ve 1 Amper akıma dayanabilecek güçte tasarlanmıştır. Cihaz 2,5 Kiloohm yük üzerinde en yüksek 24 mA sabit akım verebilmektedir. Akım göstergesi ise (ampermetre) en düşük 0.1 mA akım şiddetlerini gösterebilmektedir.



Şekil 1. Cihazın ön paneli, hasta ile bağlantısı ve elektrotlar.

Cihazda, biri 1 ile 99 dakika arasında ayarlanabilen hafızalı geri sayıcıyı, diğeri de cihazın kullanımını kolaylaştıran, sesli ve ışıklı durum uyarılarını veren ve akım şiddetini kontrol eden iki tane mikroişlemci kullanılmıştır. Ayrıca, tamamen bağımsız olarak çalışan ve sabit akım devresinin herhangi bir arızası sonucu ~27 mA'den daha fazla akım geçmesi durumunda otomatik olarak akımı kesen ve hastayı cihazdan elektriksiz olarak tamamen ayıran bir elektronik sigorta devresi ile de donatılmıştır (Şekil 2). Cihazda üç adet uyarı ışığı bulunmaktadır. Bu ışıklar LED (Light Emitting Diode) adı verilen ve yaygın olarak kullanılan yarı iletkenlerdir. Bunlardan yeşil renkli "ayar" ışığı yanarken cihaz hastadan elektriksiz olarak tamamen izoledir. Bu sırada hem cihazın ayarları yapılabilir, hem de elektrotlar yerleştirilir. Sarı renkli "hazır" ışığı, akım sadece yavaş yavaş yükselirken veya düşerken yanmaktadır. Kırmızı renkli "akım" ışığı ise elektrotlarda akım olduğunu belirtir ve her koşulda hastanın ellerini veya ayaklarını sudan çıkartması durumunda

seansı durdurur ve akımı sıfırlar. Ön paneldeki akım çıkışlarına her birine iki elektrot olacak şekilde toplam dört elektrot bağlanmaktadır. Yaklaşık olarak 4 x 3 cm boyutlarında krom-nikel levhalardan yapılmış elektrotlar içi çeşme suyu ile dolu plastik kapların kenarlarına asılır (Şekil 1). Anot (+) elektrotlar hastanın ellerine, katot (-) elektrotlar ise hastanın ayaklarına akım verir. Elektrotlar, hastanın ellerini veya ayaklarını içine yerleştirildiği dört kaba ayrı ayrı konabileceği gibi, hastanın elleri veya ayakları için tek bir kap kullanması durumunda eş kutuplar aynı kaptaki olacak şekilde birlikte de kullanılabilir. Cihazın tasarlanan elektronik devreleri cihazın hasta ile bağlantısını da kontrol etmektedir. Bu nedenle hasta ellerini ancak suya soktuğunda otomatik olarak çalışmaya başlamaktadır. Tedavi sırasında hasta ile bağlantının çok kısa süreli kopması veya şehir cereyanının çok kısa süreli kesilip gelmesi durumunda da cihaz hastanın elektrik şoku almaması için akımını kesmekte ve sesli-ışıklı uyarı vermektedir.



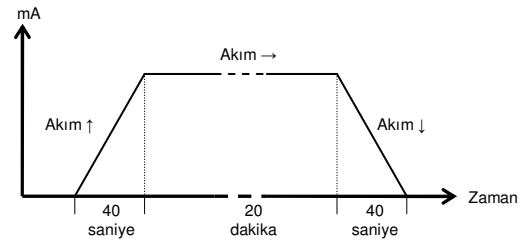
Şekil 2. Cihazın çalışmasını gösteren blok diyagramı.

İyontoforez uygulaması

El ve ayakların gireceği büyüklükte plastik kaplara elektrotların metal yüzeyleri bütünüyle su içinde kalacak seviyede çeşme suyu doldurulur. Kaplara asılan elektrotların kabloları cihaza bağlanır. Cihazın aç-kapa düğmesi açıldıktan sonra akım göstergesi akım şiddeti ayar düğmesi döndürülerek 10 mA'e ayarlanır. Süre 20 dakikada sabitlenmiştir. Bu işlemler sırasında yeşil renkli "ayar" ışığı yanmaktadır ve elektrot kabloları cihaza bağlı olmasına rağmen hasta ile cihaz içindeki elektronik devreler arasında hiçbir elektriksel bağlantı yoktur. "Başla" düğmesine basılınca akım göstergesi sıfırlanır ve cihaz el ve ayakların suya sokulmasını bekler durumdadır. Ayaklar ve eller suya girdikten sonra devre tamamlanır ve daha önce sıfır değerini gösteren akım göstergesinde akım yavaş yavaş artarak 40 saniye içerisinde daha önceden ayarlanmış değerine ulaşır (Şekil 3). Daha sonra sayısal geri sayıcı devreye girer ve 20 dakikadan geriye doğru saymaya başlar. Süre tamamlandığında akım yine 40 saniye içinde sıfır değerine ulaşır (Şekil 3) ve sesli uyarı ile birlikte yeşil ışık da yanarak hastaya seansın bittiğini bildirir.

Hastalara verilmeden önce cihaz tanıtıldı ve evde nasıl kullanacakları anlatıldı. Daha sonra en az bir kez birlikte uygulama yapıldı ve ayarları son kez kontrol edildikten sonra hastalara teslim edildi. Ayrıca, cihazın kullanımı ile ilgili tüm bilgileri ve karşılaşılabilecekleri sorun ve çözüm

leri içeren iki sayfadan oluşan bir "kullanım kılavuzu" da cihazla birlikte verildi. Hastalara cihazın akım şiddetini ilk üç seansta 10 mA'e, daha sonraki seanslarda ise en fazla 20 mA'i geçmemek koşuluyla dayanabildikleri en yüksek akım şiddetine ayarlamaları önerildi. Hastalar günde bir kez olmak üzere toplam 20 seans çeşme suyu iyontoforezi tedavisi uyguladılar.



Şekil 3. Hastalara uygulanan akımın zaman içindeki değişim grafiği.

BULGULAR

Tedavinin hemen bitiminde ve tedavi bitiminden en az bir yıl sonra olmak üzere hastalarla iki kez görüşüldü. Hastalara, en çok kaç mA akıma çıkabildikleri, herhangi bir yan etki olup olmadığı ve genel olarak bu tedavi yöntemi ve cihazdan memnun olup olmadıkları soruldu. Hasta memnuniyeti, "etkisiz", "az", "orta", "iyi" ve "çok iyi" etkili şeklinde derecelendirildi (Tablo 1).

On bir hasta da 20 seansı tamamlamıştır. Hastalar cihazı tek başlarına kullandıklarını ve kullanımı sırasında herhangi bir zorluk çekmediklerini belirtmişlerdir. Hastalardan 7'si (% 64) yöntemi çok etkili, 1'i (%9) iyi, 1'i (%9) orta, 1'i (%9) az, 1'i (%9) etkisiz bulduklarını ifade etmişlerdir.

Çeşme suyu ile yapılan 20 seanslık iyontoforez tedavisinden sonra tedavi etkinliği (hipo- veya normohidrozo halinin devamı) 3 hastada dört ay, 2 hastada üç ay, 1 hastada iki ay, 1 hastada bir ay daha devam etmiştir. Üç hastada tedavi sadece iyontoforezin uygulandığı günler ile sınırlı kalmış, bir hastada ise tedavi etkisiz olmuştur. Buna göre 7 (%64) hastada palmoplantar hipohidrozo veya normohidrozo hali 1 ay veya daha fazla devam etmiştir. Üç (%27) hastada iyontoforez yapılan günlerde sağlanan normohidrozo hali, tedavi bitiminden sonra hiperhidrozo dönüşmüştür. Bir (%9) hastada ise tedavi etkisiz bulunmuştur.

Hastaların tümünde ellerin ve ayakların suyla temas eden ekstensör yüzeylerinde iritasyon oluştu. Bunlardan sadece üçü (1, 3 ve 9 numaralı hastalar) nemlendirici krem sürmeyi gerektirecek kadar şiddetli idi. İritan dermatit gelişen hastaların üçü de kadındı.

İyontoforez sırasında hastaların çıkabildiği maksimum akım şiddeti 10-20 mA arasında değişmekteydi. İritasyon oluşması ile akım şiddeti arasında ilişki saptanmadı.

Cihazı değerlendiren hastalardan dokuzu (%82) cihazın kullanımının rahat olduğunu ve tedavilerinin idamesini bu cihazla yapmayı istediklerini, etkiyi yetersiz bulan ve iritasyon gelişen ikisi (1 ve 9 numaralı) başka tedavi yöntemlerini denemek istediklerini belirtmişlerdir.

Elektrot yüzeylerinde kullanım süresine ve akım şiddetine bağlı değişen oranlarda kireç birikimi görüldü. Oluşan birikim parlak elektrot yüzeylerinden mekanik olarak kazıma yoluyla kolaylıkla temizlendi.

Tablo 1. Ev tipi taşınabilir iyontoforez cihazı ile 20 seans musluk suyu iyontoforezi yapılan hastalar ve tedavi sonuçları.

| No | Cins | Yaş | Meslek | PPH süresi (yıl) | Maks. akım (mA) | Sonuç | Yan etki | Hasta memnuniyeti |
|----|------|-----|-----------|------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|-------------------|
| 1 | K | 40 | Öğretmen | 10 | 10 | Kullandığı sürece iyi | İritan dermatit | Az |
| 2 | K | 34 | Öğretmen | 8 | 16 | 3 ay | - | Çok iyi |
| 3 | K | 18 | Öğrenci | 3 | 14 | 3 ay | İritan dermatit | Çok iyi |
| 4 | E | 19 | Öğrenci | 5 | 18 | Kullandığı sürece iyi | - | İyi |
| 5 | K | 26 | Sekreter | 15 | 14 | 1 ay | - | Çok iyi |
| 6 | E | 23 | Öğrenci | 8 | 20 | 4 ay | - | Çok iyi |
| 7 | E | 16 | Öğrenci | 3 | 16 | 4 ay | - | Çok iyi |
| 8 | E | 28 | Pazarlama | 12 | 20 | Kullandığı sürece iyi | - | Orta |
| 9 | K | 29 | Serbest | 12 | 10 | Etkisiz | İritan dermatit | Etkisiz |
| 10 | E | 60 | Müzisyen | 25 | 14 | 2 ay | - | Çok iyi |
| 11 | K | 23 | öğrenci | 10 | 12 | 4 ay | - | Çok iyi |

TARTIŞMA

Evde kullanılmak üzere tasarlanan ve geliştirilen bu iyontoforez cihazı, PPH tedavisinde etkinliği ve kullanım kolaylığı açısından amacına ulaşmıştır. Hastaların %91'inde aşırı terleme önlenmiştir. Bu bulgu literatür ile de uyumludur (2,4,10,11). Hastaların tümü cihazı yirmi gün boyunca evde tek başına kullandıklarını ve kullanımı sırasında bir yardımcıya gerek duymadıklarını belirtmişlerdir.

İyontoforez amacıyla yaygın olarak kullanılan cihazlar üç farklı grupta sınıflandırılabilir: şehir cereyanı ile çalışanlar, pil ile çalışanlar ve şarj edilebilir piller (akü) ile çalışanlar (5,12). Her ne kadar 1980'li yıllardan sonra şehir

cereyanı ile çalışan cihazların güvenli olmayacağı ileri sürülmüşse de, elektrik çarpmasına karşı çeşitli güvenlik önlemleri alınmış cihazlar günümüzde güvenle kullanılmaktadır. Geliştirdiğimiz bu iyontoforez cihazında, arıza durumunda hasta üzerinden geçebilecek en yüksek akım (kullanılan özel transformatörlerin verebileceği en yüksek akım şiddeti) yaklaşık 40 mA ile sınırlandırılmıştır. Akım sabit akım kaynağına iki adet transformatörden geçtikten sonra ulaştığı için cihazın şehir şebekesinden yalıtımı fazlasıyla sağlanmaktadır (Şekil 2). Ayrıca, hasta üzerinden ~27 mA'den daha fazla akım geçmesi durumunda akımı kesen ve cihazın kapatılıp açılmasıyla tekrar eski konumuna dönen bir elektronik sigorta devresi de cihaza eklenmiştir (Şekil 2). On bir hasta tarafından

toplam 220 seans kullanılan iki iyontoforez cihazı ile ilgili olarak herhangi bir elektrik şoku şikayeti bildirilmemiştir.

Geliştirdiğimiz iyontoforez cihazı hiperhidroz tedavisi için tasarlanan ilk cihazlara (9) göre oldukça gelişmiş kabul edilebilir. Levit (9)'in yayınladığı ve kullandığı ilk cihaz basit olarak şehir cereyanı ile çalışan bir transformatör ve çıkışı doğru akıma çeviren devreler ile hasta üzerinden geçen akımın ayarlandığı bir reosta ve geçen akımın görüntülediği bir ampermetreden oluşmaktaydı. Böyle tasarlanmış bir cihazın en önemli sakıncası, şebeke geriliminde oluşabilecek dalgalanmaları doğrudan hastaya yansıtabilmesidir. Ayrıca kullanımı için her zaman bir yardımcıya ihtiyaç duyulmaktadır. Tasarladığımız bu cihazda ise sabit akım çıkışı için elektronik devreler kullanılmıştır. Böylece şehir cereyanındaki dalgalanmalar hiçbir şekilde hastayı etkilememektedir. Bu tip devreler, deri direnci farklılıklarından bağımsız olarak önceden ayarlanmış bir değerdeki akımı belli sınırlar içerisinde sabit olarak geçirirler.

Drionic ünitesi veya cihazı (Drionic unit, General Medical Co., Los Angeles, CA) evde hiperhidroz tedavisi için yaygın olarak kullanılan ve pil ile çalışan bir cihazdır (10). Bu cihazın yurtdışından ısmarlanması gerekmektedir. Palmoplantar hiperhidroz, iyontoforez yöntemi ile tedavi edilmesine rağmen tedavi kalıcı değildir. Bu nedenle hastaların terlemenin şiddetine göre belli aralıklar ile yıllarca iyontoforez tedavisini uygulamaları gerekebilir. Yaklaşık yedi saat kullanımı sonunda tükenen ve sadece imalatçısı tarafından üretilen ve de satılan özel pilleri nedeniyle Drionic ünitesinin uzun dönemde tedavi maliyeti, şehir cereyanı ile çalışan cihazlara göre çok daha yüksektir. Bu araştırmaya konu olan geliştirdiğimiz ev tipi iyontoforez cihazının ise bakım gerektiren veya yenilenmesi gereken hiçbir bölümü bulunmamaktadır.

Tıpta, diş hekimliğinde ve fizik tedavide yaygın olarak kullanılan Phoresor (Motion Control Inc., Salt Lake City, UT) isimli cihaz ise 9 Voltluk pil ile çalışmaktadır (5). Verebildiği en fazla akım 4 mA olması nedeniyle musluk suyu iyontoforezi yöntemi ile hiperhidroz tedavisi için uygun değildir. Deri veya mukoza yoluyla vücuda kontrollü olarak ilaç verilmesi amacıyla sıklıkla kullanılmaktadır.

Tarafımızdan geliştirilen cihaza en yakın özelliklere sahip olan ve Türkiye'de bulunmayan bir başka cihaz da Fischer Model MD-1a (R.A. Fischer Co. 8751 White Oak Ave. Northridge, CA 91325 USA) iyontoforez ünitesidir. Bu cihaz şehir cereyanı ile çalışır. Tedavi süresini belirleyen geri sayıcı veya bir zamanlayıcısı yoktur. Cihaz hastanın elektrotlar aracılığıyla devreyi tamamladığını

algılar ve akımı daha önce ayarlanan değere yavaş yavaş yükseltir. Hastanın veya elektrotların cihaz ile bağlantısı aniden kesilirse, cihaz akım çıkışını sıfırlar ve tekrar yavaş yavaş belirlenen değere yükseltir. Böyle bir özellik hastanın tedaviye elektrik şoku almadan otomatik olarak başlaması için uygundur. Ancak elektrot kablolarındaki bir kopukluk sonucu bağlantının arada bir kesilmesi hastanın sürekli elektrik şoku almasına neden olabilir. Geliştirdiğimiz cihazda ise mikroişlemci kontrolü sayesinde hasta ile bağlantı herhangi bir sebeple koptuğunda verilen akım kesilmekte ve hasta "başla" düğmesine basıncaya kadar cihaz beklemektedir. Böylece kendi kendine tekrarlama olasılığı olan elektrik şoku döngüsünü de engellenmektedir.

Fischer Model MD-1a modeli iyontoforez cihazının bir başka özelliği de, akım ayar düğmesi ile akımın aniden artırılması veya azaltılması durumunda bile çıkış akımının yavaş değişmesidir. Tasarladığımız cihazda böyle bir özellik bulunmamaktadır. Akım şiddeti tedavi başlamadan önce ayarlanmaktadır. Gerekli hallerde hasta bir elini sudan çıkartıp ayarı değiştirebilir ve bir başkası ayar düğmesine dokunmadığı sürece de ayarın değişmesi söz konusu değildir. Akım ayar aralığının daha dar bir aralıkta olması ve akım ayar düğmesinin büyüklüğü akımın ani sıçramalar olmadan Fischer Model MD-1a modeline göre daha hassas ayarlanabilmesine imkan vermektedir.

Fischer Model MD-1a modeli iyontoforez cihazında bir anahtar ile seçilen 0-10 mA ve 0-50 mA aralıklarında akım çıkışları mevcuttur. Palmoplantar hiperhidroz tedavisi için 10-20 mA akım şiddetleri tedavi için genellikle yeterli bulunmuştur (1-5,9,11,14). Hiperhidroz tedavisi için Fischer Model MD-1a cihazında 0-50 mA akım aralığı kullanılmak zorundadır; buna göre söz konusu aralıkta akımın ani yükselişi veya düşüşü sınırlandırılmak zorunda kalmıştır. Tasarladığımız cihaz ise palmoplantar hiperhidroz tedavisi için uygun olan 0-24 mA aralığında çalışmakta ve 0.1 mA çözünürlükte akım çıkışını ayarlayabilmektedir.

Geliştirdiğimiz ev tipi cihazın kullanım kolaylığı sağlayan bir başka özelliği de akımın ayarlanan değere ulaşmasıyla çalışmaya başlayan sayısal dakika geri sayıcısıdır. Bu sayıcı ayarlanan süre bitiminde hastaya uygulanan akımın azaltılarak tedavinin sonlandırılmasını da tetiklemektedir (Şekil 1,2,3). Bu özellik Fischer Model MD-1a cihazında bulunmamaktadır.

Literatüre göre (5,17) elektrik şoku oluşmaması için akımın saniyede 2 mA'den daha fazla artmaması veya azalmaması gerekmektedir. Geliştirdiğimiz cihazda akım

artma ve azalma süreleri 40 saniye olarak belirlenmiştir (Şekil 3). Buna göre cihazın verebileceği en yüksek akım şiddetinde bile (24 mA) hastaya verilen akım saniyede 0.6 mA hızda değişmektedir. Bu değer ise önerilen sınırın yeterince altındadır.

Bu çalışmada sunulan tarafımızdan tasarlanmış ve geliştirilmiş ev tipi iyontoforez cihazı hem güvenlik yönüyle, hem de tamamen otomatik çalışması nedeniyle benzerlerinden oldukça üstündür. Bu cihazın, yurt dışındaki benzerlerinin ithalinden en az %50 daha düşük bir maliyete seri olarak imal edilebileceği kanısındayız.

KAYNAKLAR

1. Dahl JC, Glent-Madsen L. Treatment of hyperhidrosis manuum by tap water iontophoresis. *Acta Derm Venereol*, 1989; 69(4): 346-348.
2. Shrivastava SN, Singh G. Tap water iontophoresis in palmo-plantar hyperhidrosis. *Br J Dermatol*, 1977; 96(2): 189-195.
3. Stolman LP. Treatment of excess sweating of the palms by iontophoresis. *Arch Dermatol*, 1987; 123(7): 893-896.
4. Karakoç Y, Aydemir EH, Kalkan MT, Unal G. Safe control of palmoplantar hyperhidrosis with direct electrical current. *Int J Dermatol* 2002; 41(9): 602-605.
5. Sloan JB, Soltani K. Iontophoresis in dermatology. A review. *J Am Acad Dermatol*, 1986; 15(4) Pt 1: 671-684.
6. Chan LY, Tang WYM, Lo KK, et al. Treatment of palmar hyperhidrosis using tap water iontophoresis: local experience. *HKMJ (Honk Kong Medical Journal)*, 1999; 5(2): 191-194.
7. Murphy R, Harrington CI. Treating hyperhidrosis. Iontophoresis should be tried before other treatments. *BMJ*, 2000; 321(7262): 702-703.
8. Thomas I, Brown J, Vafaie J, Schwartz RA. Palmoplantar hyperhidrosis: a therapeutic challenge. *Am Fam Physician*, 2004; 69(5): 1117-1120.
9. Levit F. Simple device for treatment of hyperhidrosis by iontophoresis. *Arch Dermatol*, 1968; 98(5): 505-507.
10. Akins DL, Meisenheimer JL, Dobson RL. Efficacy of the Drionic unit in the treatment of hyperhidrosis. *J Am Acad Dermatol*, 1987; 16(4): 828-832.
11. Anliker MD, Kreyden OP. Tap water iontophoresis. *Curr Probl Dermatol*, 2002; 30: 48-56.
12. Rai R, Srinivas CR. Iontophoresis in dermatology. *Indian J Dermatol Venereol Leprol*, 2005; 71(4): 236-241.
13. Stolman LP. Treatment of hyperhidrosis. *J Drugs Dermatol*, 2003; 2(5): 521-527.
14. Reinauer S, Neusser A, Schauf G, Hölzle E. Iontophoresis with alternating current and direct current offset (AC/DC iontophoresis): a new approach for the treatment of hyperhidrosis. *Br J Dermatol*, 1993; 129(2): 166-169.
15. Hill AC, Baker GF, Jansen GT. Mechanism of action of iontophoresis in the treatment of palmar hyperhidrosis. *Cutis*, 1981; 28(1): 69-70, 72.
16. Sato K, Timm DE, Sato F, et al. Generation and transit pathway of H⁺ is critical for inhibition of palmar sweating by iontophoresis in water. *J Appl Physiol*, 1993; 75(5): 2258-2264.
17. Craig DL, Collie JW. An iontophoresis unit for the treatment of hyperhidrosis. *Australasian physical & engineering sciences in medicine / supported by the Australasian College of Physical Scientists in Medicine and the Australasian Association of Physical Sciences in Medicine*, 1983; 6(3): 125-127.