trasyonlarının farklı olduğu görülmüştür. Bu fotoenerjinin terapötik renkleri, UV ile infraruj ışınları arasındaki görünen ışık alanını kapsamakta ve ciltten penetrasyonu 10-15mm kadar olmaktadır. Penetrasyon derinliğini arttırmak için kırmızı ötesi ışınlardan ilaveler yapılmış ve penetrasyon 40-50mm'ye yükseltilmiştir. Işık dalgalarındaki enerji kaynağı fotonlardır. Lazer ışını ve türetilen bütün ışınlarla yapılan tedaviler foton tedavileridir[10].

Lineer Polikromatik Polarize Işık

Lineer polikromatik polarize ışık (LPPI) (Bioptron) 480-3400nm dalga boyları arasında değişen, UV ışınlarını içermeyen, sarı renkte bir ışık demetidir. LPPI, lazer ışınlarına benzer biçimde dağılır. Lazer ışınlarından farkı, LPPI ışınlarının monokromatik değil polikromatik oluşu ve koherent özelliği göstermeyişidir.

Bioptron ışığının özellikleri:

1- Lineer polarizasyon: Işık dalgaları birbirlerine paralel tek yönde ve düzlemde yol alır (tek düzlemde titreşme). Brewster aynaları denilen ayna düzlemleri ile optik filtreler yardımıyla elde edilir. %95 polarizasyon derecesine sahiptir. Bu özelliği ile hücrelerde biostimülasyon yaratır.

2- Polikromatizm: LPPI, görünen ışınların spektrumu ile (400-780nm) bir miktar infraruj radyasyonundan oluşmuştur (780-3400nm). Bioptronun elektromanyetik spektrumu radyasyon içermez. Bu ışınların amplitüdleri ve ortamda yol alışları senkronize değildir.

3- Koherensizlik (incoherency): Renklere ait ışınlar düzen içinde olmakla beraber dalgaların fazları uyumsuzdur.

4- Düşük enerji: Bioptron bu özelliği ile organizmada pozitif yönde çeşitli biostimülan etkilere neden olur[10,11,13-15], (Tablo 1).

Polarize ışık hücre zarında protein-lipid bağlarının yeniden organizasyonu gibi yapısal değişimleri tetikler. Hücre zarının polaritesini etkileyen ve değiştiren diğer nedenlerin arasında ilaçlar, hormonlar ve bitkisel aglütininler yer alır. Hücre zarındaki lipidlerle proteinlerin yakın ilişkisi, bir uyaranın etkisiyle lipidlerden proteinlere enerji transferine, lipid tabakasında mevcut lipidlerin polar başlarının yeniden düzenlenmesine neden olur. Hücre zarının rol oynadığı hücresel işlevler arasında enerji üretimi, immun proçesler, reseptör fonksiyonu ve enzimatik reaksiyonlar, antikor ve hormonların tanınması, iyon ve metabolitlerin aktif veya pasif transportu, enerji değişimi ve iletimi, nörotransmitterler aracılığı ile bilgi transferi ve hücre içi

Tablo 1: Lineer Polikromatik Polarize Işığın Özellikleri

Lineer Polikromatik Polarize Işığın Özellikleri	
Dalga Boyu	480-3400nm
Filtre çapı	4cm
Polarizasyon derecesi	%95
Renk sıcaklığı	2600 kalori
10cm uzaktan ışık yoğunluğu	40mW/cm2
Dakika ışık enerjisi	2,4 J/cm2
Deriye penetrasyonu	10 - 40mm
Ortamın ısısı	+10 - +40 derece

protein sentezinin uyarılması gibi metabolik aktiviteler yer alır. Polarize ışınların hücre zarının aktivitesini, fagozitoz yetisini, lenfatik sistem aktivitesini, DNA ve RNA yapımlarını arttırmak, tamir proçeslerini, ATP formasyonunu ve mikrosirkulasyonu iyileştirmek, musküler relaksasyonla sinir dokularının eksitabilitesini azaltmak gibi etkileri bildirilmektedir[10,15,16].

Monstrey, polarize ışının insan organizmasında fotomodülasyon denilen selüler ve humoral savunma mekanizmalarını da başlattığını açıklamıştır. Nötrofil, monosit, lenfosit, eozinofil gibi kan hücrelerinin, immunoglobülinlerin ve diğer proteinlerin kalitatif ve kantitatif artışı gösterilmiştir[17]. Ayrıca polikromatik ışığın sitokinler üzerinde değişiklik yaparak pro ve antiinflamatuvar etki gösterdiğine ilişkin bilgiler mevcuttur[18].

Bioptronun son yıllarda özellikle çeşitli ağrılı durumlarda ve yaraların tedavisinde; güvenilir, uygulanması kolay, medikal tedaviye alternatif bir tedavi yöntemi olmasına rağmen, pratikte enerji dozunun ayarlanması, uygulama süresinin belirlenmesi konularında ortak bir protokol geliştirilememiştir. Kaynak taramalarında 10cm mesafeden 90 derecelik açı altında sabit 40mW çıkışlı güçle dakikada 2,4J/cm2 enerji sağlandığı temel bilgi olarak belirtilmekle birlikte, mesafenin 5-15cm arasında değiştiği, cm2'ye düşen enerjinin de değişken olduğu gözlenmiştir[11,13,19]. Ayrıca uygulama süresi konusunda da bir fikir birliği sağlanamamıştır. Bu nedenlerle etkinlik düzeyinin kesinlik kazanması amacıyla çalışmalar yapılmıştır.

Ünalan ve ark, kontrollü tek kör çalışmasında, 15 adet albino tipi tavşana, aşil tendon kesisi oluşturmuş ve yara kapandıktan sonra bölgeye 400-2000nm'lik bioptronla, günde 2 seans, 15 gün süreyle tedavi uygulamıştır. 2. haftanın sonunda kontrol ve bioptron grupları arasında yapılan histopatolojik karşılaştırmada, Bioptron gurubunda yeni bağ dokusu gelişimi ve damarlanma, granulasyon dokusu ve fibrozis anlamlı olarak fazla bulunmuştur. Bu sonuç LPPI'nın iyileşmeyi hızlandırıcı

etkisine bağlanmış ve literatüre uygun olduğu bildirilmiştir[20]. Birtane ve çalışma grubu da yaptıkları çalışmada, LPPI'ın sıçanlarda yara iyileşmesinde hızlandırıcı etkisinin olduğunu göstermiştir[21].

Öğrendik ve ark, 30 fibromiyalji olgusunda, dakika ışık enerjisi 1,3J/cm2 olan Bioptron cihazı ile 10cm mesafeden, ağrılı bölgelerin her birine 4dak/gün ve 15 seanslık uygulamalarla ağrı ve hassas bölge skorlaması üzerine ışığın etkinliğini araştırmıştır. Çalışmanın sonucunda Bioptronun fibromiyalji sendromunda tedavi edici etkisinin ileri derecede olduğu bildirilmiştir[22].

Dökmeci ve ark, wistar ratların sol arka ayaklarında adjuvan artrit oluşturarak ratları 4 tedavi grubuna ayırmışlardır: 1. grup kontrol grubunu oluştururken, 2. grup diklofenak (1mg/kg), 3. grup bioptron (480-2000nm, 3dak/gün) ve 4. grup ise diklofenak+Bioptron tedavisine alınmıştır. Bioptron'un ödem çözme etkinliği değerlendirilmiş ve tüm gruplarda ödemin gerilediği gözlenmiştir. Ancak Bioptron ve Diklofenak tedavisinin birlikte uygulandığı grupta ödemin daha fazla azaldığı belirtilmiştir[23].

Polikromatik ışığın venöz problemlerde tedavi amacı ile kullanıldığı çalışmalar mevcuttur. Medenica ve Lens venöz ülseri olan olgularda polarize polikromatik ışık uygulamış ve hastalarda tam iyilik veya belirgin regresyon gözlemlemişlerdir[24]. Desiateryk ve ark. alt ekstremitelerinde kronik venöz yetmezliği ile arteriosklerozis obliteransa bağlı bacak ülserleri olan diabetik olgulara, cerrahi girişim sonrası polarize polikromatik ışın tedavisi uygulamış ve başarılı sonuçlar bildirmişlerdir[25].

Monstrey ve ark, cerrahi endikasyonu olan derin yanık lezyonlu hastalara, LPPI uygulamışlar ve tedavinin hipertrofik granülasyonu ve kontraktürü önlediğini, hastaların hastanede kalma sürelerini kısalttığını, estetik ve fonksiyonel yetileri koruduğunu bildirmişler ve özellikle el yanıklarında LPPI'nın seçilebilecek uygun bir tedavi olduğunu vurgulamışlardır[17]. Bu çalışmaların sonuçları ile bazı merkezlerin plastik cerrahi kliniğinde 1. ve 2. derece yanıkların tedavisinde LPPI tedavisinin rutin uygulamalarda yerini aldığı bildirilmiştir[14,26].

Akci Karadağ, deneysel yanık oluşturduğu ratlarda LPPI tedavisi uygulamıştır. Lezyonlardaki ödem, vaskülarizasyon, hiperemi ve epitelizasyonu kalitatif ve kantitatif olarak histopatolojik yönden değerlendirmiştir. Çalışmanın sonunda da LPPI tedavisinin yanık lezyonlarının iyileşme sürecini kısalttığını, hiperemi ve ödemi anlamlı derecede azalttığını, histopatolojik olarak epitelizasyon ve vaskülarizasyonun erken başladığını göstermiştir [19].

Pinheiro ve ark, cilt yaralarında lazer ve bioptron ışınlarının ve beslenme şeklinin yara iyileşmesinde etkinliğini histolojik olarak araştırmak üzere, wistar ratlarda cilt yaraları oluşturmuşlardır. Sonuç olarak lazerle tedavi edilen yeterli veya yetersiz beslenen gruplarda veriler eşdeğer bulunmuş ve fototerapinin pozitif biomodülatör etkinliğinin beslenme şekline üstünlüğü gösterilmiştir. Bunun yanı sıra polarize ışık tedavisinin sağlıklı beslenenlerde daha etkin olduğu açıklanmıştır[27].

Oymak, bası yaralarının iyileşmesinde manyetik alan ve lineer polarize polikromatrik ışığın etkinliklerini karşılaştırmak üzere evre II ve evre III bası yaraları olan olgular üzerinde çalışmıştır. Tedavi öncesi, 7. ve 15. günlerde yapılan grup içi değerlendirmelerde her 2 tedavi şeklinin etkili olduğu, ancak manyetik alan tedavisinin daha geniş yaraları daha kısa sürede tedavi ettiği bildirilmiştir[28].

Stasinopoulos ve ark. yaptıkları araştırmada, orta ağırlıkta kronik idiyopatik karpal tünel olgularında Bioptron tedavisi ile gece ağrısı ve parestezideki değişimleri incelemişlerdir. Gece ağrısı parametresinde, olguların %48'inde büyük ölçüde azalma, %20'sinde tamamen azalma sağlanmış ve 6 ay sonra yapılan kontrol muayenelerinde etkinin devam ettiği bildirilmiştir. Olguların %52'sinde parestezinin kısmen iyileştiği, %12'sinde tamamen geçtiği gözlenmiş olup, 6 ay sonraki kontrolde bu oranların arttığı ifade edilmiştir. 6 aylık süreçte olguların klinik ve semptomatolojik yakınmalarında iyileşmelerin devam etmekte olduğunu bildiren araştırmacılar, bu durumun Bioptronnun süregen etkinliğine bağlanabilmesi için randomize, çift kör kontrollü, klinik çalışmaların yapılması gereğini özellikle vurgulamışlardır[29].

Stasinopoulos lateral epikondilit olgularında yapmış olduğu bir başka kontrolsüz çalışmasında; bioptron tedavisinin, ağrı ve fonksiyonel duruma olumlu etkilerini göstermiş ve benzer çalışmaların kontollü olarak yapılmasını önermiştir[30].

Polarize polikromatik ve koherent olmayan ışınlarla yapılan çalışmalarda yan etki konusunda herhangi bir bilgiye rastlanmamış olsa da bu konuda yine de dikkatli olma bilincinden hareketle kalp pili taşıyanlarda pil fonksiyonunu bozabileceği ve yeni açılan cerrahi yaralarda yağ dokusunda kurumaya yol açacağı olasılığını göz önünde bulundurmakta yarar vardır[11,28].

LPPI; hücre metabolizmasında yol açtığı

değişimlerin gözlemlenmesinden sonra, özellikle yanıklar, iyileşmesi geciken yaralar, epitel hasarlanmaları, venöz ülserler, sinüzit, akne, kırık iyileşmesi ve yumuşak doku romatizmal hastalıklarının tedavisinde önerilmektedir. Miyofasial ağrı sendromu, eklem burkulma ve tendon zorlanmalarında, dekübitus yaralarında, dejeneratif artritlerde tedavi protokollerinde tek başına veya diğer yöntemlerle birlikte tedavide yerini almıştır. Bilinen belli bir yan etkisinin görülmemesi, bioptronun tedavi seçimlerinde avantajı olmuştur. Hastalıklara göre uygun günlük tedavi seansı, tedavi süresi ve uygulama dozları hakkında yapılacak randomize çift kör kontrollü çalışmalara ihtiyaç vardır.

Yazışma Adresi: *Doç. Dr. Ferda ÖZDEMİR*
İskenderköy Mevkii, Sera Vilları, No:7
Edirne
e-posta: ferdadr@yahoo.com

Kaynaklar

1. Cohly HH, Panja A, Reno WL 3rd, Obenhuber D, Koelle MS, Das SK, Angel MF, Rao MR. Evidence for alteration in chemical and physical properties of water and modulation of its biological functions by sunlight transmitted through color ranges of the visible spectrum-a novel study. Int J Environ Res Public Health 2005; 2:219-27.
2. Hollfoth K. Effect of color therapy on health and wellbeing: colors are more than just physics. Pflege Z 2000; 53:111-2.
3. Çubukcu O. Tedavide fizik vasıtalar ve tatbikatı. İstanbul: İsmail Akgün Matbaası; 1954.
4. Kniazeva TA, Kuznetsova LN, Otto MP, Nikiforova TI. Efficacy of chromotherapy in patients with hypertension. Vopr Kurortol Fizioter Lech Fiz Kult 2006; 1:11-3.
5. Edge KJ. Wall color of patient's room: effects on recovery. A thesis presented to the graduate school of the University of Florida, 2003 .
6. Hanifin JP, Stewart KT, Smith P, Tanner R, Rollag M, Brainard GC. High-intensity red light suppresses melatonin. Chronobiol Int 2006; 23:251-68.
7. Goring HD. In memoriam: Niels Ryberg Finsen.Hautarzt 2004; 55: 753-5.
8. Moller KI, Kongshoj B, Philipsen PA, Thomsen VO, Wulf HC. How Finsen's light cured lupus vulgaris. Photodermatol Photoimmunol Photomed 2005; 21:118-24.
9. Çolakoğlu K Fizik ilkeleri. Bueche FJ, Jerde DA. (eds,çeviri). 6. baskı. Ankara: 2000, 809-11.
10. Mester E, Mester AF, Mester A. The biomedical effects of laser application. Lasers Surg Med 1985; 5:31-9.
11. Ünalan H, Kokino S, Akata P. Lineer polarize polikromatik ışık (Bioptron). Trakya Üniv Tıp Fak Derg 8,9,10 birleşik sayı.1991-1993, 483-9.
12. Gür A. Romatizmal Hastalıklarda Lazer Tedavisinin Kullanımı. 20. Ulusal Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Kongre Kitabı; 22-26 Haziran 2005; Bodrum, Türkiye. 131-9.
13. Sutherland JC. Biological effects of polychromatic light. Photochem Photobiol 2002; 76: 164-70.
14. Colic MM, Vidojkovic N, Jovanovic M, Lazovic G. The use of polarized light in aesthetic surgery. Aesthetic Plast Surg 2004; 28:324-7.
15. Stasinopoulos D, Stasinopoulos I. Comparison of effects of Cyriax physiotherapy, a supervised exercise programme and polarized polychromatic non-coherent light (Bioptron light) for the treatment of lateral epicondylitis. Clin Rehabil 2006; 20:12-23.
16. Kubasova T, Horvath M, Kocsis K, Fenyo M. Effects of visible light on some cellular and immune parameters. Immunol Cell Biol 1995; 73:239-44.
17. Monstrey S, Hoeksema H, Saelens K, Depuydt K, Hamdi M, Van Landuyt K, Blondeel P. A conservative approach for deep dermal burn wounds using polarised light therapy. Br J Plast Surg 2002; 55:420-6.
18. Zhevago NA, Samoilova KA. Pro- and anti-inflammatory cytokine content in human peripheral blood after its transcutaneous (in vivo) and direct (in vitro) irradiation with polychromatic visible and infrared light. Photomed Laser Surg 2006; 24:129-39.
19. Akci Karadağ C. Ratlarda oluşturulan deneysel yanık iyileştirilmesinde lineer polarize polikromatik ışığın etkileri. Uzmanlık Tezi, 2003. Edirne.
20. Ünalan H, Kokino S, Orhun E, Sarıdoğan K. Tenotomize tavşan aşillerinde lineer polarize polikromatik ışığın iyileşme üzerindeki etkileri. Fizik Tedavi Rehab Dergisi 1993; 17:141-5.
21. Birtane M, Gürbüz H, Kokino S, Yıldız M. Sıçanlarda yara iyileşmesi üzerine lineer polarize polikromatik ışığın (bioptron) etkileri. Acta Othop Traumatol Turc 2001; 35:439-41.
22. Öğrendik M, Yalınkılınç A, Kokino S, Sarıkaya A. Fibromiyalji tedavisinde LPPL'ın etkileri. Fiz Ted Rehabil Derg 1995; 19:73-6.
23. Dökmeci D, Özdemir F, Ulgöl A, Karadağ H, Kokino S, Dökmeci İ. Kronik adjuvant artritli sıçanlarda diklofenak ve bioptron'un antiinflamatuvar etkilerinin karşılaştırılması. Türkiye Fiziksel Tıp ve Rehab Dergisi 1998; 1:67-70.
24. Medenica L, Lens M. The use of polarised polychromatic non-coherent light alone as a therapy for venous leg ulceration. J Wound Care 2003; 12:37-40.
25. Desiateryk VI, Mikhno SP, Kryvyts'kyi IuM, Kostiuk SO. Application of polarized light in purulent-septic surgery. Klin Khir 2002; 9:34-6.
26. Weiss RA, Weiss MA, Beasley KL. Rejuvenation of photoaged skin: 5 years results with intense pulsed light of the face, neck, and chest.Dermatol Surg 2002; 28:1115-9.
27. Pinheiro AL, Meireles GC, de Barros Vieira AL, Almeida D, Carvalho CM, dos Santos JN. Phototherapy improves healing of cutaneous wounds in nourished and udernourished Wistar rats. Braz Dent J 2004; 15:121-8.
28. Oymak F. Bası yaralarında manyetik alan ve Lineer polarize polikromatik ışık tedavilerinin etkinliklerinin karşılaştırılması. Yüksek lisans tezi. 2004. Edirne.
29. Stasinopoulos I, Johnson MI. Treatment of carpal tunnel syndrome with polarized polychromatic noncoherent light (Bioptron light): a preliminary, prospective, open clinical trial. Photomed Laser Surg 2005; 23:225-8.
30. Stasinopoulos D. The use of polarized polychromatic noncoherent light as therapy for acute tennis elbow/lateral epicondylalgia: a pilot study. Photomed Laser Surg 2005; 23:66-9.