

## ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİDE ŞOK DALGA TEDAVİSİ (OSSA - TERAPİ)

*İsmail BALOĞLU\**, *Veli LÖK\*\**, *Hilmi AYDINOK\*\*\**

### GENEL BİLGİ

Şok dalgası tedavisi (ossa-terapi), elektrohidrolik prensibi ile oluşturulan şok dalgalarının bir elipsoid aracılığı ile vücudun istenen bölgesine odaklanması ve orada tedavi etkisi yapması esasına dayalı yeni bir tedavi yöntemidir. Böbrek taşı kırma ürolojide kullanılan yöntemin özel geliştirilmiş aygıtla ortopedide uygulanmasıdır. Bu yöntem, ortopedi-travmatolojide ameliyatsız tedavi olanakları yaratarak gittikçe yaygınlaşmaktadır.

Şok dalgaları ilk defa 1986'da ortopedik kullanıma hazırlık amacıyla deneysel olarak hayvanlarda kullanıldı. Kaynamamış kırıkların şok dalgaları ile tedavisine ait insandaki uygulamalar 1988'den itibaren başladı ve 1991/1992 tarihinden itibaren klinik sonuçlar bildirildi. Ortopedik yönden Valchanav ve Michailow (1991), Sukul ve arkadaşları (1992), bu yöntemi kırıkların gecikmiş kaynamaları ve psödartroz'larda uygulamaya başladılar. Bu uygulamalardaki başarılarını, kemik korteksinin lokal harabiyet ve kırılmaları sonucunda, osteogenezin stimule edilmesiyle açıkladılar. Almanya'da Ekkerkamp ve Graff'ın (1991) bilimsel çalışmaları, Halst ve Schleberger'in (1992) olumlu klinik sonuçları, bu yöntemin başarısını destekledi. Löw ve Jugorski (1993) şok dalga tedavisinin ürolojideki taş kırma yöntemine benzer şekilde, tendon içi yumuşak doku sertleşmelerinde ve rotator manşetteki kireç depolanmasının tedavisinde uygulayarak olumlu sonuçlarını bildirdiler. Değişik enerji yoğunluğuyla yapılan uygulamalarla, epikondylitis humerideki tendinozlarda ve topuk dikeninde (plantar fasciitis) olumlu sonuçlar ortaya konuldu.

Ortopedide şok dalga tedavisinin uygulanması ile ilgili yayınlarda belirtilen ortak özellik, komplikasyonların ve yan etkilerin çok az olmasına rağmen, başarılı sonuç oranının yüksek oluşudur.

Şok dalgası tedavisi (ossa-terapi), kaynamayan kırıklar (psödöartroz), gevşemiş çimentosuz protezlerin gevşemesinin giderilmesi, omuz kireçlenmesi (bursitis

calcerosa), topuk dikenini, tenisci dirseği ve sporcularda görülen çeşitli tendinitlerin tedavisinde kullanılmaktadır. Ameliyatsız bir tedavi yöntemi olduğu için avantajlıdır. (Şekil 1 topuk dikeninde uygulamayı, Şekil 2 tenisci dirseğinde uygulamayı göstermektedir).



**Şekil 1:** Topuk dikeninde şok dalga uygulaması.

Şok dalgası tedavisi (ossa-terapi), halen 30'un üzerinde ülkede uygulanmaktadır. Başarılı sonuç %60-80'dir. Türkiye'de uygulama 1997'den itibaren İzmir ve İstanbul'da yapılmaktadır. (Şekil 3'de tibia üst ucundaki kaynamamış osteotomide (psödöartroz) şok dalga tedavi öncesi ve kaynamadan sonraki durumu görülmektedir. Şekil 4'de uyluk kemiği kaynamamış kırığında şok dalga öncesi ve kaynamadan sonraki filmler görülmektedir).

Şok dalgalarını uygulayacak hekimde aranan özellikler;

1. Doktorluk diploması
2. İskelet sisteminin röntgen değerlendirmesini yapabileceğine dair belge (Ortopedi uzmanı veya kaza cerrahisi uzmanı olması)
3. Şok dalga tedavisinde fizik prensiplerinin teorik eğitimini aldığına dair belge

\* Dr., İsmail Baloğlu, Allersberger Strahe 81-D 90461 Nurnberg/Deutschland.

\*\* Dr., Veli Lök, 1416 Sokak, No:11 Kahramanlar 35230 İzmir-Türkiye.

\*\*\* Dr., Hilmi Aydınok, 1416 Sokak, No:11 Kahramanlar 35230 İzmir-Türkiye.

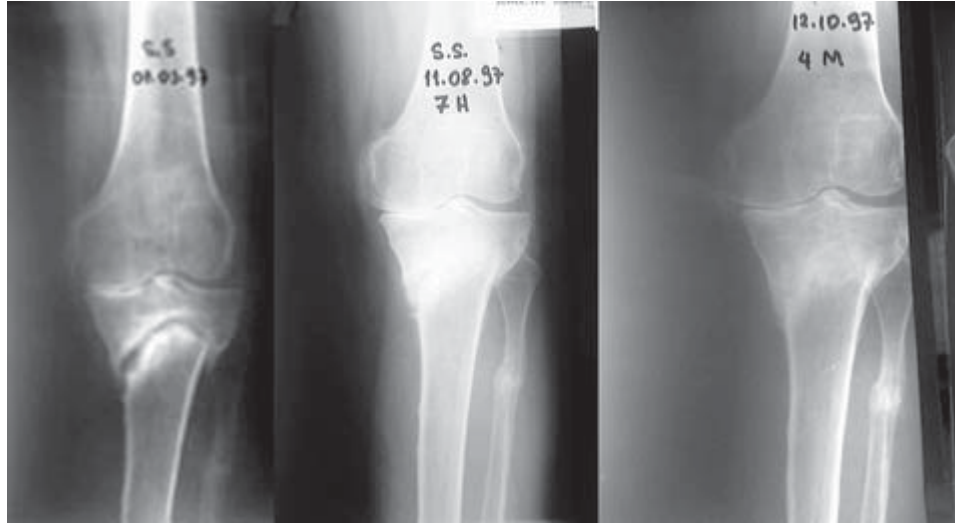


4. Şok dalga tedavisi cihazını kullanabileceğine dair belge
  5. Tıp aletlerini kullanma kanununu bilmesi
  6. Şok dalga tedavisini bilen birinin yanında şok dalgasını aşağıdaki sayıda uyguladığını belgelemesi
- 25 Omuzdaki kireç çökmesi  
 25 Epikondylitis radialis humeri  
 25 Topuk diki  
 5 Psödartroz veya protez gevşemesi veya M. Lederrhose veya karpal tunnel sendromu

Şekil 2: Tenisçi dirseğinde şok dalga uygulanması.

**Şekil 3:**

- a) Osteotomiden sonra kaynamama (Psödöartroz).
- b) Şok dalga tedavisinden 7 hafta sonra kaynama başlamış.
- c) 4 Ay sonra kaynama tamamlanmış.



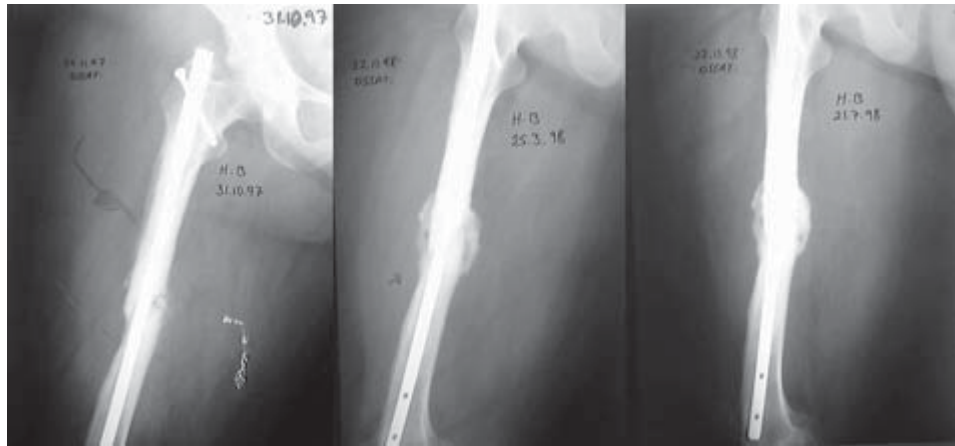
(a)

(b)

(c)

**Şekil 4:**

- a) Kaynamamış kırık (psödöartroz).
- b) Şok dalga tedavisinden 4 ay sonra kaynama oluşmu.
- c) Şok dalga tedavisinden 8 ay sonra kaynama oluşum.



(a)

(b)

(c)

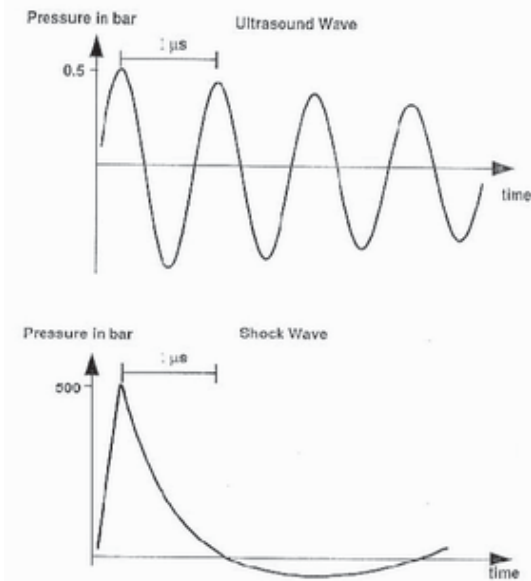
## ŞOK DALGASININ ÖZELLİKLERİ

Şok dalgası, birdenbire oluşan, dalgalar şeklinde yayılan, ortamdaki yoğunluk, basınç ve ısı unsurlarının termodinamik değişimine uyum gösteren dalgalardır. Ultrasona benzerse de ondan farklı dalgalardır. Ultrason dalgaları, şok dalgalarının aksine sinus dalgası şeklinde eşit olarak yayılmaktadır. Önemli ayrıncı bir özellik de; iki ortamı ayıran sınırdaki şok dalgasındaki akustik enerjinin, basınç ve elastik güç olarak değişmeye uğraması ve daha sonra kabarcık (kavitasyon) etkisi oluşturmaktır. Diğer bir deyişle, sınır yüzeyinde şok dalgasıyla hava kabarcığı oluşmakta ve tekrar büzülme. Bu esnada 400 ile 1000 Bar'a kadar ulaşan bir basınç oluşur. Bu basınç yüksekliği ultrasondan 1000 kat fazladır (Şekil 5).

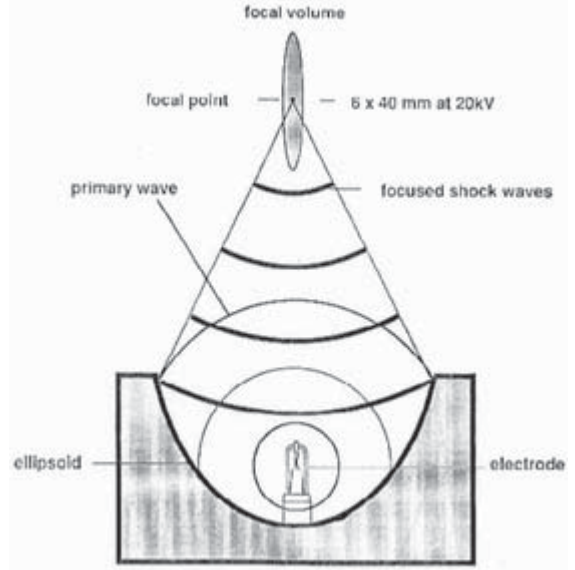
Şok dalgası üç şekilde üretilir; 1-Elektrohidrolik, 2-Elektromanyetik, 3-Piezoelektrik. Türkiye'de şimdiye kadar çalıştığımız alet elektrohidrolik prensiple elde edilen yüksek enerjili şok dalgalarıdır. Bu dalgalar yarım elips ile odaklanıp, C kollu röntgen yardımıyla tedavi bölgesine düşürülmektedir (Şekil 6).

Şok dalgalarının özellikleri şöyle sıralanabilir.

1. Aniden yükselip sivri yüksek basınç (500 hatta 1000 Bar'a kadar / 1 Bar = 10<sup>5</sup> Pascal).
2. Basınç kısa sürer, bütün olay 10 mikrosaniyede tamamlanır.
3. Basınç çok kısa sürede artar (10 nanosaniyeden küçük).
4. Frekans sıklığı geniştir (16 Hertz-20 Mhertz).
5. Sınır yüzeyinde mekanik güç oluşturur.
6. Sınır yüzeyinde kavitasyon denilen kabarcık oluşturur.



Şekil 5: Ultrason ve şok dalgasının fiziksel özellikleri.



Şekil 6: Elektrohidrolik prensibi ile çalışan bir alette şok dalgasının odaklanması.

Tedavinin başarısında (özellikle endopathe'lerde) önemli olan etki sınırının üzerinde oluşan toplam akustik enerjidir. Tıpta kullanılan şok dalgaları aletleri jeneratörlerinin farklılığı, fiziksel ve biyolojik etki gösteren fokus sistemlerinin farklılığı nedeniyle pek kıyaslanamamaktadır. Mm<sup>2</sup> başına 0,4 mJ'dan fazla enerji yoğunluk derinliğine sahip şok dalgaları insan kas, tendon ve bağ dokusunda zarar yapma potansiyeline sahip olmalarından dolayı tedavide kullanılmamalıdır.

Alet üreten firmalarla kullanıcılar arasında, hangi aletin az, hangisinin orta, hangisinin yüksek enerjili olduğu konusunda hala anlaşma sağlanmış değildir. Ancak, pratikte değerlendirme şöyledir; alçak enerjili alette fokustaki enerji yoğunluğu maksimal 0,23mJ/mm<sup>2</sup> ve toplam enerji maksimal 1,2 mJ'dır. Buna karşın yüksek enerjili alette fokustaki enerji yoğunluğu 0,08-0,4 mJ/mm<sup>2</sup> ve fokustaki toplam enerji 2 mJ-35mJ'dür. Berlin'de 24-26 Mayıs 2001'de yapılan 4. Uluslar arası Şok Dalgası Tedavisi Kongresinde, düşük, orta ve yüksek enerjili şok dalgası tedavisinin farklı sonuçlar vereceği ve tedaviyi etkileyeceği tartışmaları sürdü. Ancak, tartışılmayan konu, psödoartroz tedavisinde yüksek enerjili şok dalgası tedavisinden başka seçenek olmadığıdır. Amerika Birleşik Devletlerinde, FDA tarafından topuk dikeni tedavisi için kabul edilen aletlerin, yüksek enerjili aletler olduğu Amerikalı meslekdaşlar tarafından özellikle belirtildi.

Şok dalgalarının etkileri, bugüne kadar yapılan bilimsel çalışmalar ışığında şöyle açıklanmaktadır; b) Şok dalgalarının hücreye etkisi: Hücre membranlarındaki permeabiliteyi, hücre membranının canlılığını bozmadan artırması, böylece membranın

büyük molekülleri geçirmeye uygun oluşu, özellikle genlerin hücre içine geçişinin mümkün oluşudur. Ayrıca, toksik olmayan Zytosol maddesinin etkisi 100 katına kadar çıkabilmektedir.

c) Kemik dokusuna etkisi: Şok dalgalarının kemik dokularına etkisi birçok hayvan deneyleriyle ortaya çıkarılmıştır. Özellikle kemik defektlerindeki etki mekanizması kısmen aydınlatılabilmektedir. Osteogenez induksiyonu fibroplastların hasarıyla paralel giden mikrofissurlarla oluşturulmaktadır.

d) Kas ve tendonlardaki etki direkt ve indirekt olarak 2 türdür. Direkt etkide, fokusdeki uygun enerji yoğunluğuyla, kireç çökmelerinde risler, daha sonra kavitatsyon kabarcıkları oluşmaktadır. Nabız atımı şeklindeki vuruş ve basınç yükselmesiyle kireç topağını sınırlayan membranda çatılma olmakta ve volkan lavı gibi, bulunduğu ortama (bursaya) kireç akmaktadır.

Bunlar daha sonra bulunduğu ortamda yıkıma uğrayarak taşınmaktadır. İndirekt etkide, hematoma oluşmaktadır. Bu hematoma organize olarak, sekonder vaskularizasyon ve makrofaj integrasyonu ile lokal irritasyon ve proliferasyon yoluyla etki yapmaktadır.

### **KAS-İSKELET ŞOK DALGA TEDAVİSİNİN ULUSLAR ARASI ÖRGÜTLENMESİ**

Avrupa Kas-İskelet Şok Dalga Tedavisi Derneği (ESMST), birkaç toplantı sonunda 14 Haziran 1997'de Viyana'da kuruldu. Kuruluşu gerçekleştiren hekimlerin büyük çoğunluğu ortopedi uzmanlarından, daha azı genel cerrah ve kaza cerrahlarından oluştu. Almanya, Avusturya, İtalya, İspanya, İsviçre, Slovakya'dan doktorların yanı sıra Türkiye'yi temsilen Prof. Dr. Veli Lök ve Almanya'da mesleğini sürdüren Ortopedi Uzmanı Op. Dr. İsmail Baloğlu kurucu üye olarak yer aldılar. Derneğin kurucu başkanlığına Avusturyalı Prof. Dr. Kuderna seçildi. Görev dağılımının yapıldığı Viyana'daki ikinci toplantıda Prof. Dr. Veli Lök'ün ilk uluslararası kongrenin Türkiye'de yapılma önerisi İtalyan meslektaşların Napoli'yi isteyerek karşı çıkmaları üzerine oylandı ve oy çoğunluğuyla İzmir'de yapılması.

kararlaştırıldı. Böylece, derneğin 1. uluslararası kongresi 30 Mayıs-1 Haziran 1998'de İzmir'de yapıldı. "I. Uluslararası Kas-İskelet Şok Dalga Tedavisi Kongresi" adıyla yapılan bu kongre, ilk kongre olarak derneğin tarihine geçmiş oldu. Ortopedi ve travmatoloji sahasında yeni bir tedavi yönteminin meslektaşlarımıza tanıtıldığı bu kongrenin, 4. Türk Spor Yaralanmaları, Artroskopi Diz Cerrahisi Kongresi ve Türk Alman Ortopedi Derneği Kongrelerinin arkasından yapılmış olması, bu yeni konuya meslektaşlarımızın dikkatini

çekmede önemli katkıda bulundu. Kongrede 24 bildiri sunuldu ve hastanede uygulamalı kursla birleştirildi. Bildirilerin simultan çeviri ile Türkçe, İngilizce, Almanca olarak sunulması, kongreye ayrı bir zenginlik kattı. Derneğin yayın organlarında da belirtildiği gibi organizasyon, bilimsel ve sosyal yönden mükemmel oldu. Doğaldır ki bunda, daha öncesinde yer ve personel yönünden mükemmel organize edilen iki kongrenin yarattığı olanakların kullanılmasının büyük payı oldu. ESMST'nin II. Uluslararası Kongresi 27-29 Mayıs 1999 da Londra'da yapıldı. Kongre Düzenleme Komitesi Başkanı İngiltere'den Dr. Coombs'du. Bu kongrede 47 bildiri sunuldu, 10 Poster gösterisi yapıldı. Kongre sonunda Derneğin Başkanlığına İtalya'dan Prof. Dr. Corrado seçildi. Derneğe Avrupa dışından ülkelerinde katılması sonucunda derneğin adı "Uluslararası Kas-İskelet Şok Dalga Tedavisi Derneği (ISMST)" olarak değiştirildi. Derneğin Üçüncü Uluslararası Kongresi 1-3 Haziran 2000 yılında Napoli'de yapıldı. Bu kongreye Prof. Dr. Veli Lök, Dr. İsmail Baloğlu'nun yanı sıra Türkiye'den Prof. Dr. Uğur Öziç, Yard. Doç. Dr. İbrahim Tuncay katıldı. Toplam 67 bildirinin sunulduğu kongrede 20 poster gösterisi vardı. Dr. İsmail Baloğlu, Dr. Hilmi Aydınok, Dr. Veli Lök'ün gurup olarak Nürnberg ve İzmir'de tedavi ettikleri 25 psödöartroz olgusunun sonuçları (%72 kaynama) bildiri olarak sunuldu. Ayrıca, Dr. İbrahim Tuncay (Van) deneysel bir çalışmasını sundu. Kongre sonunda Almanya-Berlin'den Dr. Richard Thiele Başkan seçildi.

### **ULUSLARARASI KAS-İSKELET ŞOK DALGA TEDAVİSİ DERNEĞİ (ISMST) 4. KONGRESİ:**

Derneğin 4. uluslararası kongresi, 24-26 Mayıs 2001'de Almanya'nın başkenti Berlin'de Humboldt Üniversitesi Charite Hastanesinin Kongre Merkezinde yapıldı. Kongre Başkanı Dr. Richard Thiele ile birlikte organizasyon komitesinde yer alan Dr. Richard Coombs (İngiltere), Prof. Ezio Maria Corrado (İtalya) Dr. Christian Herbert, Dr. R. Radel, Dr. J. Ogden (USA), Prof. Dr. Kuderna, Dr. W. Schaden (Avusturya) mükemmel bir kongre gerçekleştirdiler. Kongre'ye katılım, şimdiye kadarki en yüksek sayıyı, 310 kişiyi buldu. İkibuçuk gün süren kongrede; şok dalga tedavisinin fiziksel prensipleri, deneysel çalışmalar, kaynamamış kırıklar (psödöartroz), tenis dirseği, plantar fasciitis (topuk diken), omuzda calcific tendinitis, donmuş omuz (periartritis), aseptik nekroz, Osgood-Schlatter, algodystrohic syndrome, heterotopic ossification, osteochondritis dissecans, gonartroz, enduratio penis (Peyronie hast.) gibi hastalıklarda uygulamalar yanında, şok dalga üreten

aletlerdeki özellikler ve yeni gelişmeler konusunda konferans ve bildirimler sunuldu. ABD’li meslekdaşlar tarafından FDA için yapılan çok merkezli (multicentric) çalışmalarla plantar fasciitis (topuk dikenini) tedavisinin sonuçları ve bu tedaviye FDA’nın onay vermesine ait raporlar sunuldu. Bilimsel olarak kalitenin yüksek olduğu bildirimlerin sunulması hayli ilginç tartışmalara yol açtı. Türkiye’den Dr. Baloğlu, Dr. Aydınok, Prof. Dr. Veli Lök plantar fasciitis uygulaması yapılan 148 hastadaki sonuçları veren bildirimleriyle kongreye katkıda bulundular. Bildirimlerindeki %68 lik olumlu sonuç, diğer ülkelerin bildirimlerindeki olumlu sonuçlarla aynıydı. Özellikle Amerika’da şok dalga tedavisinin plantar fasciitis’de FDA tarafından resmen kabulünden sonra bu ülkeden çok sayıda bildiri geldi. Sonuçlar %60-80 arası gibi olumluydu. Demeğe üye olan Amerikalı meslekdaşların sayısının geçen yıldan beri 3 kişiden 49’a yükseldiği, İtalyan meslekdaşlardan (62 üye) sonra ikinci sıraya ulaştıkları gözlemlendi. 2002 yılındaki 5. ISMST Kongresine ABD’li meslekdaşların ev sahipliği yapma istekleri de buna katılınca ABD’de şok dalga tedavisinin yaygınlaşma meylili tahmin edilebilir.

Bu kongrede de düşük, orta ve yüksek enerjili şok dalga tedavisinin farklı sonuçlar vereceği ve tedaviyi etkileyeceği tartışmaları sürdü. Ancak, tartışılmayan konu; Psödoarthroz tedavisinde yüksek enerjili şok dalga tedavisinden başka seçenek olmadığıydı. Amerika Birleşik Devletlerinde, FDA tarafından topuk dikenini tedavisi için kabul edilen aletlerin, yüksek enerjili aletler olduğu Amerikalı meslekdaşlar tarafından özellikle belirtildi. Kongrenin bitiminde ABD’den Dr. J.A. Ogden demenin başkanlığına seçilerek 8-9 şubat 2002’de Orlando’da yapılacak olan 5. ISMST kongresinin başkanı olarak, kongre üyelerini Orlando’ya davet etti. Ancak, A.B.D.’deki özel durum nedeniyle kongre 26-29 Haziran 2002 tarihinde yapılmak üzere İsviçre’nin Winterthur şehrine alındı.

Şok dalga tedavisinin yaygınlaşmasına dikkat çeken diğer belgeler, ortopedi literatüründe konuya gittikçe artan şekilde yer verilmesidir. Özellikle uluslararası literatürde yaygın izlenen “Clinical Orthopedics” dergisinin Haziran 2001’deki son sayısının şok dalga tedavisine ayrılması, konunun artan önemini vurgulamaktadır.

#### KAYNAKLAR

- Bürger RA, Witzsch U, Haist J, Karnosky V, Hobenfellner R. “Extracorporeal shock wave therapy of pseudarthrosis and aseptic osteonecrosis.” *J Endourol.* 1991 48, A-24.
- Bürger RA, Witzsch U, Haist J, Grebe P, Hohenfellner R. Extracorporeal shock wave therapy (ESWT)- a new possibility for treatment of pseudarthrosis. In: Chaussy C, Eisenberger F, Jocham D, Wilbert D: Shock wave lithotripsy-aspects and prospects. Attempto Verlag, Tübingen, Germany, P. 127-130, 1993.
- Dahmen GP, Meiss L, Nam VC, Skruodis B. “Extracorporeal shock wave therapy (ESWT) for treatment of the bone-near soft tissue region of the shoulder”. *Extracta Orthopaedica* 1992; 11: 25-27.
- Ekkernkamp A. “The effect of extracorporeal shock waves on fracture healing.” *Habilitationsschrift Ruhr-University Bochum*, 1991.
- Graff Jürgen. “The effect of high energy shock waves on bony and soft tissue” *Habilitationsschrift to the Medical Faculty of the Ruhr-University, Bochum*, 1989.
- Graff J, Richter KD, Pastor J. “The effect of high energy shock waves on bony tissue.” *Paper of the German Association for Urology*, 39, p. 76, 1989.
- Haist J, Steeger D. Shock wave therapy (ESWT) of epicondylopathy radialis et ulnaris. A new treatment concept for soft tissue pain near to the bone. *Orthopaedic Information, Demeter Verlag München*, Abstract no. 55, page 173, volume 3, year 24, 1994.
- Haist J, Reichel J, Witzsch U, Bürger RA. “Extracorporeal shock wave treatment-a possibility for therapy of disturbed fracture healing.” 40th annual meeting of the Association of South German Orthopaedic Specialists, Baden-baden, p. 22, 1992.
- Haupt G, Haupt A, Ekkernkamp A, Gerety B, Chvapil M. “Influence of shock waves on fracture healing.” *Urology*, 1992; 39: 529-532.
- Haupt G, Haupt A, Senge Th. Treatment of bones with extracorporeal shock waves-development of a new therapy in “Shock wave lithotripsy, aspects and prospects” Published by: Chaussy C, Eisenberger F, Jocham D, Wilbert D. Attempto Verlag, p. 120-126, 1993.
- Haupt G, Katzmajer P. Application of high energy extracorporeal shock wave therapy in pseudarthrosis, tendinosis calcarea of the shoulder and insertion tendinosis (calcaneal spur, epicondylitis) In “The Shock Wave”, published by: Chaussy C, Eisenberger F, Jocham D, Wilbert, D. Attempto Verlag, p. 143-146, 1995.
- Karpaman RR, Magee FP, Gruen TWS, Mobley T. The lithotripter and its potential use in the revision of total hip arthroplasty. *Orthopaedic Review* 1987; 16(1) 38-42.
- Loew M, Jurgowski W. Initial experience with extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL) in the treatment of tendinosis calcarea of the shoulder. *Journal for Orthopaedics*, 1993; 13(1): 470-473.
- May TC, Krause WR, Preslar AJ, Smith MJV, Beaudin AJ, Cardea JA. Use of high energy shock waves for bone cement removal. *Journal of Arthroplasty*, 1990; 5(1).
- Petersson B, Tiselius HG. Extracorporeal shock wave lithotripsy of proximal and distal ureteral stones. *Eur Urol* 1988; 13(3): 184-188.
- Rassweiler J, Steinbach P, Brümmer F, Haupt G, Bürger R, Loening St., Dahmen G. Location determination of the working group “Experimental ESWL-general survey and prospects. In: Chaussy CH, Eisenberger F, Jocham D, Wilbert D.: Shock wave lithotripsy-aspects and prospects, Attempto Verlag, Tübingen, Germany, p. 99-103, 1993.

17. Rompe JD, Hopf C, Rumler F. 2 years extracorporeal shock wave therapy (ESWT) in orthopaedics - indications and results? Orthopaedic Information, Demeter Verlag München, abstract no. 56, page 173, issue no 3, year 24, 1994.
18. Schleberger R, Senge Th. "Non-invasive treatment of long-bone pseudarthrosis by shock waves (ESWL)". Arch Orthop Trauma Surg 1992; 111: 224-227.
19. Steven J, Kurzweil SJ, Smith JE, Arsdalen K. "Effects of extracorporeal shock waves on skeletal and renal growths in the infant rabbit." J Urology 1992; 139 (Suppl 649): 325A.
20. Stranne, SK, Callaghan JJ, Fyda TM, Fulghum CS, Glisson RR, Weiberth JL, Seaber AV. The effect of extracorporeal shock wave lithotripsy on the prosthesis interface in cementless arthroplasty. Journal of Arthroplasty 1992; 7(2): 173-179.
21. Valchanov VD, Michailov P. High energy shock waves in the treatment of delayed and non-unions of fractures. International Orthopaedics 1991; 15: 181-184.
22. Weinstein JN, Oster DM, Park JB, Park SH, Loening S. "The effect of extracorporeal shock wave lithotripter on the bone cement interface in dogs." Clin Orthop Rel Res 1988; 235: 261-267.
23. Yeaman LD, Jerome CP, McCullough DL. "Effects of shock waves on the structure and growth of the immature rat epiphysis." Journal of Urology 1989; 141: 670-674.
24. Ogden JA, Alvarez RR. Extracorporeal shock wave therapy in orthopaedics Clin Orthop 2001; 387: 2-3.
25. Ogden JA, Toth-Kischkat A, Schultheiss R, Atlanta, USA. Principles of shock wave therapy Clin Orthop 2001; 387: 8-17.
26. Chen HS, Chen LM, Huang TW, Taiwan. Treatment of painful, heel syndrome with shock waves Clin Orthop 2001; 387: 41-46.
27. Ogden JA, Alvarez R, Levitt R, Cross GL, Marlow M, USA. Shock wave therapy for chronic proximal plantar fasciitis Clin Orthop 2001; 387: 47-59.
28. Schaden W, Fischer A, Sailler A, Vienna, Austria. Extracorporeal shock wave therapy of nonunion or delayed osseous union Clin Orthop 2001; 387: 90-94.
29. Wang CJ, Chen HS, Chen CE, Yang KD. Treatment of nonunions of long bone fractures with shock waves Clin Orthop 2001; 387: 95-101.
30. Rompe JD, Rosendahl T, Schollner C, Theis C, Mainz, Germany. High-energy extracorporeal shock wave treatment of nonunions Clin Orthop 2001; 387: 102-111.