

고강도 레이저와 체외충격파를 이용한 외상과염 치료의 임상적 결과 비교

연세대학교 의과대학 정형외과학교실

강호정 · 허만승 · 이승엽 · 한수봉

Comparison of the Clinical Results of HILT Versus ESWT in the Lateral Epicondylitis

Ho Jung Kang, MD, Man Seung Her, MD,
Seung Yeup Lee, MD, Soo-Bong Hahn, MD

Department of Orthopaedic Surgery Yonsei University,
College of Medicine Seoul, Korea

Purpose: To compare the clinical results of High intensity laser therapy (HILT) versus Extracorporeal shock wave therapy (ESWT) in the lateral epicondylitis.

Materials and Methods: Fifty patients who suffer from lateral epicondylitis for more than six month duration were randomly assigned two treatment groups. Group 1 (n=25) was treated with HILT using a HIRO 3.0 laser(ASA srl, Arcugnano, Italy) and total energy was administered approximately 1200J following a standard protocol for each session; Group 2 (n=25) recieved with ESWT treatment using an EvoTron(Switech Medical AG, Kreuzlingen, Switzerland) for a total of 1000 shocks for each session. The patients were evaluated by assessment of pain using visual analog scale (VAS) and simple elbow test (SET). Comparision of overall clinical outcomes were evaluated by Roles and Maudsley score at 9 months.

Results: Average VAS and SET scores were significantly improved in two groups, also achieved significant improvement of symptoms at 9 months follow up

according to Roles and Maudsley scores($P<0.05$). The success rate in the HILT group was 76 % and in the ESWT group was 72 %.

Conclusions: This study suggests that HILT could be considered as effective and noninvasive treatment modality for lateral epicondylitis.

(J Korean Soc Hand Surg 2009;14:61-6)

Key Words: Lateral epicondylitis, High intensity laser therapy (HILT), Extracorporeal shock wave therapy (ESWT)

서 론

일명 테니스 주관절이라 불리는 주관절 외상과염은 신근의 외측 상과 기시부에 국한된 동통이나 국소 압통을 보이는 질환으로서 주관절 통증을 유발하는 대표적인 질환이다. 이 질환은 1873년 Runge¹에 의해 “writer’s cramp”로 최초로 기술되었지만 아직까지도 그 동통의 원인과 병리가 명확히 밝혀지지 않았으며 다만 외상과에서 기시하는 수근관절 신근의 반복된 스트레스에 의해 발생하는 과사용 증후군 정도로 생각되고 있다²⁻⁷. 이러한 이유로 치료 방법 또한 정확히 규명되어 있지 않고 있으나 대부분 보존적 치료에 잘 반응하며 약 3.3%~8%의 환자에 있어서 수술이 필요하다고 알려져 있다^{4,8-10}. 지금까지 소개된 보존적 치료로는 휴식, 약물 요법, 국소 스테로이드 주입, 보조기, 저강도 레이저 치료, 체외충격파 치료 등이 있다. 이중 저강도 레이저를 이용한 치료 결과는 1990년대 초기부터 많이 발표되었지만 결과가 다양하여 아직까지 논의의 여지가 남아 있는 상태이며¹¹⁻¹⁹ 체외충격파를 이용한 치료는 1996년 Heller와 Niethard²⁰가 좋은 결과를 보고한 이래 높은 성공률이 보고되고 있으나 다양한 치료 결과 또한 보고되어 왔다²¹⁻²⁷. 체외충격파는 치료 시 발생하는 통증으로 약 5%정도의 환자들이

Address reprint requests to: **Ho Jung Kang, MD**
Department of Orthpedic Surgery, College of Medicine,
Yonsei University Yondong Severance Hospital,
Yondong P.O.Box 1217, Seoul, Korea
TEL: 02-3497-3412, FAX: 02-573-5393
E-mail: kangho56@yumc.yonsei.ac.kr

치료를 중단하거나 국소 마취를 필요로 하는 단점이 지적되고 있다. 이러한 보존적 치료 이외에도 최근 들어 정형외과 영역의 근골격계 질환에서 레이저의 침투 깊이를 깊게 하여 세포 대사 증진 및 염증 반응의 감소를 통한 동통과 종창 감소의 효과를 볼 수 있는 고강도 레이저 치료에 대한 관심이 증가하고 있다. 본 연구의 목적은 주관절 외상과염의 치료로서 고강도 레이저 치료와 체외충격파 치료에 대한 임상적 결과를 비교함에 있다.

연구 대상 및 방법

1. 연구 대상

연구대상은 2005년 3월부터 2008년 3월까지 본원에 내원한 주관절 외상과 부위의 압통 및 단요수근 신경 긴장검사에서 양성을 보이면서 휴식, 약물 요법, 국소 스테로이드 주입, 보조기 치료를 포함한 보존적 치료에 6개월 이상 반응하지 않은 주관절 외상과염으로 진단 받은 환자 중 고강도 레이저 혹은 체외충격파 치료를 받고 최소 6개월 이상 경과 관찰한 50예였으며 국소 감염 및 종양, 임신, 혈액응고 장애 질환 및 신경학적 질환, 동통을 유발할 수 있는 전신 질환을 가진 환자들은 대상에서 제외하였다. 총 50예의 대상은 치료 방법에 따라 고강도 레이저군과 체외충격파군으로 나누어 비교 분석하였으며 두 군의 대상은 표1과 같다(Table 1). 두 군 간에 평균 나이, 성별의 차이, 질환의 이환 기간에 있어서 통계적으로 의미 있는 차이는 보이지 않았다($P>0.05$).

2. 치료 방법

1) 고강도 레이저 치료

고강도 레이저 치료는 외래에서 HIRO 3.0 laser(ASA srl, Italy)를 이용하여 주관절 외상과 부위에 레이저를 조사하였다. 조사된 레이저는 고강도

Nd:YAG 레이저로 파장은 1064 nm, 최대 강도는 3kW, 레이저 조사 간격은 120 μ s 미만으로 매회 최대 에너지는 350 mJ로써 레이저의 출력 에너지는 1780 mJ/cm²이다. 일정 거리를 유지할 수 있는 Standard handpiece를 이용하여 조사하였으며 레이저의 직경은 5 mm였다. 레이저 치료시 환자는 편안한 자세로 앉거나 누워서 시행하였으며 치료 부위를 알코올 솜으로 소독하였으며 시술자는 레이저로 인한 시력 보호를 위해 보호 안경을 착용하도록 하였다. 치료는 정해져 있는 기본 치료방침에 준하여 치료 부위를 빠르게 조사(100 cm²/30sec)하는 초기 단계와 느리게 조사(100 cm²/60sec)하면서 초기 단계의 치료 효과를 안정화 시키고 증진시키는 최종단계로 나누어 시행하였다. 두 단계는 각각 25 Hz 주파수, 510 mJ/cm² 에너지를 조사하는 1단계부터 20 Hz 주파수, 610 mJ/cm² 에너지를 조사하는 2단계, 19 Hz 주파수, 710 mJ/cm² 에너지를 조사하는 3단계로 세분하였으며 조사된 총 에너지는 초기 단계와 최종 단계 모두에서 각 단계별 200J씩 조사함으로써 1200J의 레이저를 조사하였다.

2) 체외충격파 치료

체외충격파 치료 또한 외래에서 시행하였고 EvoTron (Switech Medical AG, Kreuzlingen, Switzerland)을 이용하여 주관절 외상과 부위에 집중화하였다. 시술 전 국소 마취는 시행하지 않았으며 충격파는 외과용 윤활제를 접촉면적에 바른 후 5 mm~30 mm까지의 투과 깊이가 가능한 EvoTrode R05의 제어가이드를 이용하여 0.10 mJ/mm² energy flux density의 충격파 1000회를 가하였다. 두 군 모두에서 치료 후 집에서 냉찜질을 하도록 교육하였고 비마약성의 진통제를 복용하도록 하였으며 비스테로이드성 소염제는 처방하지 않았다.

3. 치료 후 임상적 평가

치료의 평가는 휴식시와 일상 활동시 동통의 정도를

Table 1. Comparison of baseline characteristics and various scores across compared groups. Values are numbers of participants and their gender, dominant side, and means \pm SD of age and duration

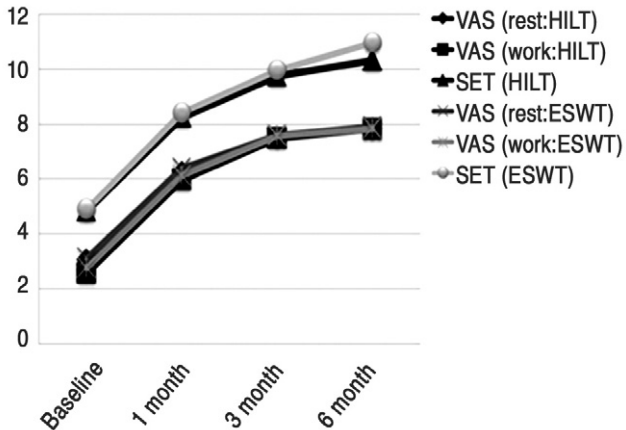
	Group 1 (HILT)	Group 2 (ESWT)
Number	25	25
Male/Female	11/14	10/15
Dominant side	15	17
Mean Age	45.56 \pm 8.24 years (range: 23~62)	42.84 \pm 9.01 years (range: 25~61)
Mean Duration	12.16 \pm 5.29 months (range: 6~26)	14.92 \pm 5.94 months (range: 6~24)

HILT: high intensity laser therapy, ESWT: extracorporeal shock wave therapy.

Table 2. Comparison of different scores across HILT and ESWT groups at different time periods.

	Baseline		1 month		3 month		6 month	
	HILT	ESWT	HILT	ESWT	HILT	ESWT	HILT	ESWT
VAS score								
at rest	3.05	3.12	6.24	6.38	7.51	7.59	7.84	7.90
at work	2.57	2.76	5.97	6.12	7.48	7.57	7.81	7.82
SET score	4.85	4.90	8.25	8.40	9.75	9.94	10.32	10.94

VAS: Visual Analog Scale, SET: Simple Elbow Test



Visual Analog Scale (VAS)을 이용하여 나타내었으며 동통이 없는 경우 10부터 극심한 동통 0까지로 정하였다. 또한 주관절의 기능회복을 알기 위해 Simple Elbow Test (SET, questionnaire of the University of Washington)를 이용한 평가를 치료 전, 치료 후 1, 3, 6개월에 각각 실시하여 비교 분석하였다. 전체적인 치료 평가를 위해 최종 추시 9개월에는 Roles와 Maudsley의 평가방법을 이용하여 결과를 4가지로 구분하였다. 이 중 우수와 양호인 경우는 성공으로 판단하였으며 치료를 중단하고 수술을 받은 대상에 대하여는 불량으로 판단하였다. 결과에 대한 통계학적 분석은 Statistical Product and Service Solution(SPSS, version10)의 paired t-test로 시행하였으며 p값이 0.05보다 작은 경우 유의한 것으로 평가하였다.

결 과

고강도 레이저군의 환자들에서 치료 전 휴식시 동통을 평가한 VAS 평균점수는 3.05이었다. 치료 후 1개월의 VAS 평균 점수는 6.24, 3개월의 VAS 평균 점수는 7.51, 6개월의 VAS 평균점수는 7.84로 나타났으며, 일상 활동시 동통을 평가한 VAS 평균점수 또한 치료 전에는 2.57이었으나 치료 1개월 뒤에는 5.97, 3개월에는 7.48, 6개월의 VAS 평균 점수는

7.81로 나타났다. SET의 치료 전 평균점수는 4.85, 1개월 뒤에는 8.25, 3개월 뒤에는 9.75, 6개월 뒤에는 10.32를 나타내어 고강도 레이저 치료 후 평가 기준 모두에서 통계학적으로 유의한 통증의 완화 및 주관절 기능의 향상을 볼 수 있었다($p < 0.05$)(Table 2). 체외충격파군의 환자들에서도 VAS의 평균 점수가 치료 전 휴식 및 일상 활동시 평가한 경우가 각각 3.12, 2.76 치료 6개월에 7.90, 7.82로 나타났으며 SET 평가 항목 또한 치료 전 4.90 치료 후 6개월 뒤에는 10.94로 나타나 두 평가 기준 모두에서 통계학적으로 유의한 호전 양상을 볼 수 있었다($p < 0.05$)(Table 2). 두 군 모두에서 치료를 시행한 첫 한 달 동안 많은 호전을 보였으며 그 후 최종 추시인 6개월까지 꾸준한 호전 양상을 보였으며 두 군 간의 치료 효과에 대한 유의한 차이는 없었다($p > 0.05$)(Table 2). 치료 6개월 뒤 시행한 Roles와 Maudsley의 평가방법에 의하면 고강도 레이저군의 경우, 우수 8예(32%), 양호 11예(44%), 보통 4예(16%), 불량 2예(8%)였으며 체외충격파군의 경우 우수 7예(28%), 양호 11예(44%), 보통 3예(12%), 불량 4예(16%)이었다(Table 3). 즉 치료의 성공인 우수와 양호는 고강도 레이저군 19예(76%), 체외충격파군 18예(72%)를 차지하였다. 고강도 레이저군의 경우 치료 직후 환부에 약간의 열감을 호소한 2예(8%)외에는 화상 등을 포함한 별다른 합병증은 없었으나 체외충격파군 중 3예(12%)에서 치료시 외상과 부위 통증으로 국소 마취를 필요로 하거나 치료를 중단하였다.

고 찰

주관절의 외상과염(lateral epicondylitis)은 1873년 Runge¹에 의해 “Writer’s cramp”로 최초로 기술되었으며 주관절 외상과 주위의 동통 및 수근 신전건이 작동할 때 유발되는 동통을 주 증상으로 하는 증후군으로서 주관절 동통의 가장 흔한 원인 중 하나이다. 이 질환은 테니스 골프 등 팔을 머리 위로 많이 사용하는 운동이 과도하거나 반복적인 팔운동으로 인해 발생하며, 손상 건, 특히 단 요 수근 신건의 치유과정에 이상

Table 3. Comparison of overall clinical outcomes evaluated by Roles and Maudsley score in HILT and ESWT groups at 9 months after treatments

Roles and Maudsley score	Group 1:HILT (n=25)	Group 2:ESWT (n=25)
Excellent	8(32%)	7(28%)
Good	11(44%)	11(44%)
Acceptable	4(16%)	3(12%)
Poor	3(12%)	4(16%)

Table 4. Characteristic difference between LLLT and HILT

	LLLT	HILT
Mean Power	≤1W	6 ~ 60W
Peak Power	27 ~ 250W	500 ~ 60,000W
Duty Cycle	10 ~ 100%	0.01 ~ 0.1%
Pulse Repetition Frequency	100 ~ 5,000Hz	0.5 ~ 40Hz

LLLT: low level laser therapy

이 생겨서 발생하는 것으로 알려져 있다^{2,7}. 대부분은 소염 진통제, 물리치료, 보조기, 스테로이드 혹은 botulinum toxin 주사요법, 체외 충격파 치료, 저강도 레이저등의 보존적 요법에 약 92%~97%의 환자에서 효과를 보인다고 알려져 있다^{4,8-10}.

체외충격파 치료는 1976년 신장과 담관의 결석을 분해하는데 사용된 이래 1990년대 초부터 독일에서 다양한 영역의 정형외과 질환에서 새로운 치료방법으로서 시도되었으며 1996년 Heller와 Niethard²⁰에 의해 최초로 보고된 이래 여러 저자에 의해 다양한 성공률이 보고되고 있다. Rompe등²⁴은 테니스 운동 후 발생한 주관절 외상과염 환자들을 대상으로 시행한 체외 충격파 치료로 65%의 환자에서 최소 50% 이상의 통증 감소 효과를 볼 수 있었다고 보고한 바 있으며 Pettrone등²³은 주관절 외상과염 환자들을 대상으로 국소 마취제를 사용하지 않고 저에너지 체외 충격파(0.06 mJ/mm² energy flux density)를 이용하여 61%의 환자에서 최소 50% 이상의 통증 감소, 기능 회복 등의 우수한 치료 효과를 보고하였다. 본 연구에서도 25예중 18예(72%)에서 통증 회복뿐 아니라 기능 회복 면에서도 우수한 결과를 볼 수 있었다. 그러나 Haake²⁸, Speed²⁶, Melikyan등²⁹에 의하면 주관절 외상과염에 있어서 체외충격파의 치료는 위약 치료군과 비교하여 의미 있는 호전도를 보이지 않는다고 하였으며 다른 보고에 의해서도 치료 시 발생하는 외상과 부위의 통증 발생에 대한 단점을 지적하고 있다. 본 연구에서도 3예(12%)에서 치료 시 외상과 부위의 심한 통증으로 국소 마취를 필요로 하거나 치료를 중단하고 수술적 치료를 받았다.

레이저는 1917년 Albert Einstein의 “The stimulated emission of radiation”라는 가정을 시작으

로 1958년 Shawlow와 Townes가 “Light amplification”이라는 원리를 제안함으로써 개발되었고 치료를 목적으로 하는 의료용 레이저는 조사된 레이저의 파장과 해당 조직의 특성에 따라 다른 여러 효과를 가져올 수 있는 비이온화된 전자기장 고밀도 광원이라 할 수 있다. 이러한 의료용 레이저는 크게 저강도 레이저(Low Intensity Laser Therapy, LILT), 고강도 레이저(High Intensity Laser Therapy, HILT), 선택적 레이저(Selective Laser Therapy, SLAT), 세 가지로 나눌 수 있다. 저강도 레이저는 흔히 저레벨 레이저(Low Level Laser Therapy, LLLT)로 알려져 있으며 세포 대사, 상처 치유 촉진, 통증 및 종창 감소 등의 효과에 대해 많이 보고하고 있다. Stergioulas³⁰는 주관절 외상과염 환자에서 저레벨 레이저 치료와 플리오메트릭 운동(Plyometric exercise)으로 효과가 있다고 하며 Lam등³¹ 또한 운동 요법을 병행한 저레벨 레이저 치료는 주관절 외상과염 환자에서 통증 감소 및 악력 증가 등의 효과가 있다고 하였다. 그러나 이 보고들은 저레벨 레이저 치료의 단독 효과를 입증하기 어려우며 Basford 등¹¹은 주관절 외상과염 환자에서 Nd:YAG 레이저를 이용한 저레벨 레이저 치료는 위약 치료군과 의미 있는 치료 성적 차이를 보이지 않는다고 하였다. 따라서 깊은 조직에 많은 양의 레이저 에너지를 전달하여 보다 효과적인 치료를 얻기 위해 2005년 HIRO (ASA srl, Arcugnano, Italy)기기를 이용한 고강도 레이저 치료가 미국 식약청의 인증을 받았다. HIRO (ASA srl, Arcugnano, Italy)기기는 1064 nm Nd:YAG 레이저를 이용하며 기존의 저레벨 레이저와 비교하여 보다 높은 전력, 짧은 레이저 조사 시간 및 긴 레이저 조사 간격(low duty cycle : 레이저 한 펄스의 조사 시간/두 번째 펄스가 조사되기까지의 시간)을 특징으로 하여(Table 4) 기존의 Nd:YAG 레이저로는 피부 화상의 합병증으로 인하여 불가능 하였던 깊은 조직 내에 많은 양의 레이저 조사가 가능하게 하였다.

고강도 레이저 치료는 광물리(photomechanical) 효과, 광열(photothermal) 효과, 광화학(photochemical) 효과로 통증 감소와 손상된 조직의 치유가 가능하였다. 광물리 및 광열 효과는 조직 내로 전달된

양성자들이 발생시키는 물리적 충격과 직접적으로 전달된 열에너지로 림프액의 순환을 원활하게 하여 조직 내의 부종을 감소시키고 삼투액의 흡수를 증가하여 염증 유발 물질들의 제거를 도우며 광화학 효과는 양성자의 에너지가 ATP생산을 증가시키고 칼슘 분비를 억제하여 결국 통증 역치를 높인다고 하였다. 본 연구에서는 HIRO(ASA srl, Arcugnano, Italy)기기를 이용한 고강도 레이저 치료로 대상 25예 중 19예(76%)에서 우수 및 양호의 치료 성적을 얻을 수 있었으며 시술 부위 통증 및 화상 등의 합병증은 없었다.

결 론

주관절 외상과염의 치료에 있어서 고강도 레이저 치료는 안전하며 효과적인 비침습적 치료방법으로 특히 적용시에 통증을 유발하지 않는다는 점에서 외래치료나 보존적 요법으로 수술 전 실시해 볼 수 있는 치료 방법이라 생각한다.

참고문헌

- 1) Runge F. Zur Genese und Behandlung des Schreibekrampfes. *BerKlin Wchnschr*, 1873;10:245-8. Cited from Boyd, HB, Mcleod AC Jr. Tennis elbow. *J Bone Joint Surg Am*. 1973;55:1183-7.
- 2) Coonard RW, Hooper WR. Tennis elbow: It's course, natural history, conservative and surgical management. *J Bone Joint Surg Am*. 1973;55:1177-82.
- 3) Gellman H. Tennis elbow: lateral Epicondylitis. *Orthop Clin North Am*. 1992;23:75-82.
- 4) Kamien M. A Rational management of tennis elbow. *Sports Med*, 1990;9:173-91.
- 5) Nagy L. The treatment of therapy-resistant lateral epicondylitis. *Swiss Surg* 1997;3:76-80.
- 6) Nirschl RP. Elbow tendinosis/Tennis Elbow. *Clin Sports Med*. 1992;11:851-70.
- 7) Noteboom T, Cruver R, Keller J, Kellogg B, Nitz AJ. Tennis elbow: a review. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1994;19:357-66.
- 8) Boyd HB, Mcleod AC. Tennis elbow. *J bone Joint Surg Am*. 1973;55:1183-7.
- 9) Friedlander HL, Reid RL, Cape RF. Tennis elbow. *Clin Orthop Relat Res*. 1967;51:109-16.
- 10) Nirschl RP, Pettrone FA. Tennis elbow: The surgical treatment of lateral epicondylitis. *J Bone Joint Surg*. 1979;61:832-9.
- 11) Basford JR, Sheffield CG, Cieslak KR. Laser therapy: a randomized, controlled trial of the effects of low intensity Nd:YAG laser irradiation on lateral epicondylitis. *Arch Phys Med Rehabil*. 2000;81:1504-10.
- 12) Ferrell WR, Balint PV, Sturrock RD. Novel use of laser Doppler imaging for investigating epicondylitis. *Rheumatology Oxford*. 2000;39:1214-7.
- 13) Green S, Buchbinder R, Barnsley L, Hall S, White M, Smidt N, et al. Acupuncture for lateral elbow pain. *Cochrane Database Syst Rev*. 2002;1:CD003527.
- 14) Hoens AM. Low intensity Nd:YAG laser irradiation for lateral epicondylitis. *Clin J Sport Med*. 2002;12:55.
- 15) Sevier TL, Wilson JK. Treating lateral epicondylitis. *Sports Med*. 1999;28:375-80.
- 16) Simunovic Z, Trobonjaca T, Trobonjaca Z. Treatment of medial and lateral epicondylitis—tennis and golfer's elbow—with low level laser therapy: a multicenter double blind, placebo-controlled clinical study on 324 patients. *J Clin Laser Med Surg*. 1998;16:145-51.
- 17) Stasinopoulos DI. The use of polarized polychromatic non-coherent light as therapy for acute tennis elbow/lateral epicondylalgia: a pilot study. *Photomed Laser Surg*. 2005;23:66-9.
- 18) Stasinopoulos DI, Johnson MI. Effectiveness of low-level laser therapy for lateral elbow tendinopathy. *Photomed Laser Surg*. 2005;23:425-30.
- 19) Trudel D, Duley J, Zastrow I, Kerr EW, Davidson R, MacDermid JC. Rehabilitation for patients with lateral epicondylitis: a systematic review. *J Hand Ther*. 2004;17:243-66.
- 20) Heller KD, Neithard FU. Using extracorporeal shockwave therapy in orthopedics- a metaanalysis. *German Z Orthop Ihre Grenzgeb*. 1998;136:390-401.
- 21) Chung B, Wiley JP. Effectiveness of extracorporeal shock wave therapy in the treatment of previously untreated lateral epicondylitis: a randomized controlled trial. *Am J Sports Med*. 2004;32:1660-7.
- 22) Lebrun CM. Low-dose extracorporeal shock wave therapy for previously untreated lateral epicondylitis. *Clin J Sport Med*. 2005;15:401-2.
- 23) Pettrone FA, McCall BR. Extracorporeal shock wave therapy without local anesthesia for chronic lateral epicondylitis. *J Bone Joint Surg Am*. 2005;87:1297-304.
- 24) Rompe JD, Decking J, Schoellner C, Theis C. Repetitive low-energy shock wave treatment for chronic lateral epicondylitis in tennis players. *Am J Sports Med*. 2004;32:734-43.
- 25) Rompe JD, Schoellner C, Nafe B. Evaluation of low-ener-

- gy extracorporeal shock-wave application for treatment of chronic plantar fasciitis. *J. Bone Joint Surg Am.* 2002;84:335-41.
- 26) Speed CA, Nichols D, Richards C, Humphreys H, Wies JT, Burnet S et al. Extracorporeal shock wave therapy for lateral epicondylitis—a double blind randomised controlled trial. *J Orthop Res.* 2002;20:895-8.
- 27) Weil LS, Roukis TS, Weil LS, Borrelli AH. Extracorporeal shock wave therapy for the treatment of chronic plantar fasciitis: indications, protocol, intermediate results, and a comparison of results to fasciotomy. *J Foot Ankle Surg.* 2002;41:166-72.
- 28) Haake M, Konig IR, Decker T, Riedel C, Buch M, Muller HH. Extracorporeal shock wave therapy in the treatment of lateral epicondylitis: a randomized multicenter trial. *J Bone Joint Surg Am.* 2002;84:1982-91.
- 29) Melikyan EY, Shahin E, Miles J, Bainbridge LC. Extracorporeal shock-wave treatment for tennis elbow: A randomised double-blind study. *J Bone Joint Surg Br.* 2003;85:852-5.
- 30) Stergioulas A. Effects of low-level laser and plyometric exercises in the treatment of lateral epicondylitis. *Photomed Laser Surg.* 2007;25:205-13.
- 31) Lam LK, Cheing GL. Effects of 904-nm low-level laser therapy in the management of lateral epicondylitis: a randomized controlled trial. *Photomed Laser Surg.* 2007;25:65-71.