고강도집속초음파치료 후 발생한 요추신경총병증 및 천추신경근병증 1예

천지홍, 임나나, 이근수, 원기홍, 이성훈, 강은영, 이현경, 조윤경

광주기독병원 재활의학과

Lumbar Plexopathy and Sacral Radiculopathy Caused after High Intensity Focused Ultrasound: A Case Report

Ji Hong Cheon, Na Na Lim, Geun Su Lee, Ki Hong Won, Sung Hoon Lee,
Eun Young Kang, Hyun Kyung Lee, Youn Kyung Cho

Department of Rehabilitation Medicine, Kwangju Christian Hospital, Gwangju, Korea

High intensity focused ultrasound (HIFU) has been widely used in gynecology and believed as a safe, effective, non-surgical modality for treating uterine fibroids. A 36-year-old woman had a HIFU treatment owing to uterine adenomyosis and experienced pain, motor weakness of around right lower extremity and pelvis. The electrodiagnostic study suggested right lumbar plexopathy and sacral radiculopathy.

Key Words: high-intensity focused ultrasound ablation (HIFU), lumbar plexus

서 론

고강도집속초음파치료(High intensity focused ultrasound, HIFU)는 초음파 에너지를 인체에 투과시켜 병변을 괴사시키는 비수술적, 최소침습적 시술로서 시술의 용이함과 적은 부작용으로 최근 부인과 영역에서 선호되고 있다. 치료부위 주변 조직의 손상은 HIFU의 합병증 중 하나이며 미천추부 통증도 보고되었으나 MRI 상 밝혀진 고신호강도에 대한 보고

는 없으며 다만 자궁경부의 HIFU 치료에서 치골결합부위 손상이 언급되었다.^{1,2} 본 저자들은 자궁선근증에 대한 HIFU 치료 이후 근전도 검사에서 요추신경총병증 및 천추신경근병증이 확인된 증례를 경험하였기에 이를 보고하고자 한다.

증 례

36세 여성이 우측 하지의 근위약감과 우측 골반과 하지의 통증 및 이상감각을 주소로 본원 재활의학과에 내원하였다. 환자는 4개월 전 자궁선근증으로 골반과 하복부를 통하여 감시하 마취관리 상태에서 HIFU 치료를 받았다. 자궁선근종의 크기는 초음파상 3.65 × 2.53 cm 크기였고 하복부의 정중면에서 우측에 위치하였다. 환자는 시술 직후 우측 허벅지 부위와 종아리 부위의 위약감을 느꼈고 우측 하지와 천

Received July 23, 2018

Revised (1st) October 14, 2018, (2nd) March 24, 2019

Accepted May 12, 2019

Corresponding Author: Youn Kyung Cho

Department of Rehabilitation Medicine, Kwangju Christian Hospital, 37

Yangnim-ro, Nam-gu, Gwangju 61661, Korea

Tel: 82-62-650-5167, Fax: 82-62-671-5116, E-mail: yhaehwan@naver.com

골 부위의 감각이상 및 통증을 호소하였으며 요정체로 도뇨관을 유치하였다. 한달 후 도뇨관을 제거할 수 있었고 우측 하지의 근위약감이 호전되고 있었으나 골반 및 우측 하지의 통증 및 이상감각이 지속되었다. 환자는 키 157 cm, 몸무게 58 kg, 체질량 지수 23.64 (kg/m^2)의 표준 체격이었으며 기저질환은 없었고 일반 혈액 검사, 일반 화학 검사, 혈액 응고 검사 상 고지질혈증 외에는 정상이었다. 도수근력검사 상 우측 엉덩관절굽힘과 엉덩관절안쪽돌림이 5등급 중 4등급으로 측정되었고, 우측 발목관절에서 발등굽힘은 정상이나 발바닥쪽굽힘이 5등급 중 4등급으로 측정되었으며 우측 무릎 굽힘 및 무릎펴는 정상이었다. 오른쪽 요추2,3 천추1,2번 신경에 해당하는 피부분절에서 통증과 이상감각이 관찰되었다. 위운동신경세포 징후는 없었으며 오른쪽 무릎굽힘과 무릎펴에 대한 무릎힘줄반사는 정상으로 측정되었으나, 오른쪽 발목의 아킬레스건반사가 저하된 것으로 측정되었다. 신경전도검사에서 우측 가쪽넙다리피부신경(Lateral femoral cutaneous nerve)의 감각신경활동전위가 유발되지 않았고 우측 엄지벌림근(Abductor hallucis)에서 측정된 정강신경 복합운동활동전위의 진폭이 감소되었다. 감각신경활동전위는 위앞엉덩뼈가시(Superior anterior iliac spine)와 가측 슬개골을 잇는 선으로부터 내측에서도 측정하였고 해부학적 다양성을 고려하기 위해 견측과 비교를 하였다.³ 침근전도 검사상 긴모음근(Adductor longus)에서 삼입전위가 증가되었고 양성예파가 관찰되었으며 가자미근(Soleus)에서 비정상자발전위는 확인되지 않았으나 동원감소가 확인되었다. 임상양상과 이학적 검사 및 전기진단검사를 종합하여 우측 요추신경총병증 및 우측 천추신경근병증으로 진단하였다(Table 1, 2). 원인질환의 감별과 손상의 정도를 파악하기 위해 골반 자기공명영상을 촬영하였고 천골몸통과 우측 천골날개의 부전골절이 확인되었다(Fig. 1). 환자에게 통증조절을 위해 약물치료 및 전기자극치료를 시행하였고 근력강화운동을 지속하였다(Fig. 1). 1년 후 배뇨이상과 근력저하는 회복되었고 우측 허벅지 부위와 종아리 부위의 감각이상, 통증이 감소하였으며 추적 근전도 검사에서 우측 가쪽넙다리피부신경의 감각신경활동전위, 정강신경의 복합운동활동전위가 정상으로 확인되었고 긴모음근, 비복근에서 비정상자발전위나 운동단위활동전위의 이상은 관찰되지 않았다. 골반 자기공명영상에서 천골몸통과 우측 천골날개에서 과거와 비교하여 골수의 신호강도 감소 및 부전골절이 호전된 소견이 관찰되었다.

Table 1. Findings of Nerve Conduction Study

Nerve	Tibial AHB			Peroneal EDB			Femoral VM			Sural			SP			LFC		
	Lat1/Lat2 [†] (ms)	Amp1/Amp2 [†] (mV)	CV (m/s)	Lat1/Lat2 ^{††} (ms)	Amp1/Amp2 ^{††} (mV)	CV (m/s)	Lat (ms)	Amp (mV)	CV (m/s)	Lat (ms)	Amp (mV)	CV (m/s)	Lat (ms)	Amp (mV)	CV (m/s)	Lat (ms)	Amp (mV)	CV (m/s)

Right

Initial*

Follow up**

AHB: abductor hallucis brevis, EDB: extensor digitorum brevis, VM: vastus medialis, SP: superficial peroneal, Amp: amplitude, NE: not elicited
 *4 months after HIFU, **1 year after HIFU, [†]stimulating at Ankle/Popliteal Fossa, ^{††}stimulating at Ankle/Knee, [‡]decreased amplitude compared to the tibial nerve (14.5/14.0 mV)

Table 2. Needle Electromyography Findings

Muscle	Initial*				Follow up**			
	Fibrillations	PSWs	Morphology of MUAP	Recruitment pattern	Fibrillations	PSWs	Morphology of MUAP	Recruitment pattern
Right								
Paraspinal muscles L3~5, S1	-	-			-	-		
Vastus medialis	-	-	Normal	Normal	-	-	Normal	Normal
Adductor longus	-	++	Normal	Decreased	-	-	Normal	Normal
Tibialis anterior	-	-	Normal	Normal	-	-	Normal	Normal
Gastrocnemius	-	-	Normal	Normal	-	-	Normal	Normal
Soleus	-	-	Normal	Decreased	-	-	Normal	Normal

PSWs: positive sharp waves, MUAP: motor unit action potential

*4 months after HIFU, **1 year after HIFU

Fig. 1. (A, B) The pelvic MRI shows changes of bone marrow signal intensities at sacral body and right sacral ala (white arrow). (C) The sagittal image shows the uterus which has been 4 months since the procedure (blue arrow) and the sacral lesion (white arrow).

고 찰

허리신경얼기는 1번부터 4번까지의 허리신경과 12번 가슴신경으로 이루어졌으며 척추사이구멍의 바깥쪽에서 형성되어 큰허리근(Psoas major)을 통과한다. 폐쇄신경은 2번, 3번 그리고 4번 허리신경의 배측가지가 큰허리근 안에서 합쳐져 골반가장자리 내측에서 나타난다. 가쪽넓다리피부신경은 2번, 3번 허리신경의 배측분지가 합쳐져서 큰허리근 바깥쪽에서 위앞엉덩뼈가시를 향한다. 두 신경의 위치를 고려하였을 때 본 증례에서는 2번, 3번 허리신경이 합쳐지는 부위의 요추신경총의 손상으로 확인하였으며 그에 따른 큰허리근의 손상도 발견될 것으로 예상하였으나 시술 후 4개월이 지난 시점에서의 골반자기공명영상 상 고신호강도를 비롯한 이상소견은 발견되지 않았다. 같은 부위에서 형성되는 대퇴신경의 손상이 없는 점을 미루어 보아 폐쇄신경과 가쪽넓다리피부신경의 단일신경병증이 두 부위에서 일어났을

가능성도 배제할 수 없다.

신경근병증의 경우 비정상자발전위가 척추옆근에서는 5~7일 안에, 근육분절에 해당하는 팔, 다리 부위에서는 3주~3개월 사이에 관찰될 수 있으며 축삭의 재생성과 신경재분포에 의해 사라질 수 있으나 축삭손상의 정도에 따라 수년간 지속될 수 있다. 부분적인 축삭손상은 남아있는 축삭의 숫자에 대략적으로 비례하여 낮은 진폭을 나타내고 건측과 비교하여 그 정도가 평가될 수 있다.⁴ 가자미근은 근육분절 천추 1번 그리고 2번 신경에서 주된 신경지배를 받고 엄지벌림근과 근육분절이 동일하며 장판지근(Gastrocnemius)의 내측, 가측 머리는 근육분절 요추5번, 천추1번 그리고 2번 신경으로 이루어졌다.⁵ 초기 근전도 평가에서 비정상자발전위가 확인되지 않았더라도 좌측 가자미근에서 동원양상의 감소와 좌측 엄지벌림근에서의 복합운동활동전위의 감소는 월리변성을 동반한 근위부의 축삭손상을 의미하며 저자들은 천추신경근의 손상으로 추정하였다. 또한 한달 이상 지속되었던

배뇨이상과 골반 자기공명영상에서 확인된 천골부위 손상은 HIFU 시술 중 천골신경근이 손상 받았음을 뒷받침 한다. 신경재분포에 의한 운동단위활동전위 변화를 평가하려 하였으나 통증으로 인한 순응도 저하로 충분히 이루어지지 못하였고 1년 후 신경전도검사서 복합운동활동전위의 회복을 확인하였다. 적절한 신경근병증 진단을 위해서는 척추옆근을 포함한 5~7개 이상의 근육에서 침근전도 검사가 필요하고 같은 근육분절을 공유하는 2개 또는 3개 이상의 근육에서 탈신경소견이 확인되어야 하며 천추 2번, 3번 그리고 4번 신경에 대한 신경근병증 평가는 H-반사, 엄지벌림근과 항문괄약근을 통한 침근전도 검사가 이루어져야 한다.⁵ 면밀한 검사를 위하여 초기 평가에서 항문괄약근 침근전도검사와 음부신경 체성감각유발전위검사를 권유하였으나 환자는 증상이 호전되는 상태여서 검사를 거절하였다.

Lee 등⁶은 272명의 자궁근종 환자와 346명의 자궁선근증 환자에서 HIFU 시술 후 합병증으로 1명의 죽하수, 5명의 일과성 다리근력저하, 12명의 일과성 좌골신경통을 보고하였다. Shui 등⁷은 HIFU 시술 후 천골 주변부에서 불편감을 느끼는 환자들이 있으며 천골신경이 자궁후벽 주변으로 위치하기 때문에 HIFU 시술 중 열 확산으로 인한 천골신경의 마비가 발생하였을 것이라 추정 하였다.

HIFU 시술에서 발생하는 Megahertz (10⁶)단위의 초음파가 결집된 공간은 수 mm³에 불과하며 전형적으로 1~20초에 60~80°C의 고온이 발생하여 단백질 변성과 응고괴사에 의해 세포 손상과 조직 파괴가 일어난다. 상대적으로 짧은 시간에 여러 번의 초음파를 발생시킨 경우 목표했던 공간보다 넓은 부위에 열손상을 가할 수 있다. 뿐만 아니라 초음파가 투과하는 어느 부위에서든 임계값을 초과하면 공동현상에 의한 물리적 손상이 야기될 수 있다.⁸ 동물실험에서 HIFU에 노출된 후 복합근활동전위와 감각신경활동전위가 정상으로 되돌아오지 않은 좌골신경의 조직소견에서 온도에 의한 손상 또는 기계적 손상이 밝혀졌으며 HIFU 시술을 통한 자궁선근증 치료 중 좌골신경 손상의 사례가 해외에서 보고된 바 있다.^{2,9}

한편 본 증례에서 우측 좌골신경 복합근활동전위의 진폭 감소가 있었으나 신경전도속도는 정상이었다. HIFU에 의한 열손상이라는 점에서 축삭손상뿐만 아니라 수초손상도 예상해볼 수 있으나 초기, 후기 근전도 모두에서 잠시지연이나 30% 이상의 시간분산은 없었다.

근위부 병변을 평가하는데 F-파가 좋은 방법일 수 있으나 본 증례에서 F-파의 잠복기 차이가 보이지 않았으며 반응을

만드는데 신경의 3~5%만이 필요하기 때문에 부분손상을 평가하기에는 충분하지 않다.¹⁰

HIFU는 비교적 안전하고 비침습적인 시술이며 신경이 인접한 자궁 시술의 경우 일시적이거나 경미한 신경손상이 발생할 수 있다고 알려져 있다. 하지만 국내에서 이미 HIFU 시술을 통한 자궁근종 치료 이후 비가역적 신경손상이 발생하여 보고되었고 본례에서도 HIFU 시술을 통한 자궁선근증 치료 후 신경손상, 천골 손상이 확인된다. 뿐만 아니라 HIFU를 이용한 자궁근종, 자궁선근증 치료 중 치골결합 부위 손상, 수신증, 장손상 등이 보고되었기에 초음파가 통과하는 부위나 결집되는 부위에 대한 해부학적 위치에 세심한 주의가 필요하며 이를 예방할 수 있는 감시관리가 필요할 것으로 사료된다. HIFU 시술 중 주변 구조의 열손상을 줄이면서 정확한 초점 부위를 설정하기 위해 실시간으로 초음파나 자기공명영상을 이용하여 조직의 탄성을 측정하는 기술이 적용될 수 있다. 또한 신경손상을 감시하여 예방하기 위해 후정강신경을 통한 체성감각유발전위검사가 수술 중 신경생리검사로써 효과적일 수 있다.

References

1. Zhang L, Rao F, Setzen R: High intensity focused ultrasound for the treatment of adenomyosis: selection criteria, efficacy, safety and fertility. *Acta Obstetrica et Gynecologica Scandinavica* 2017;96:707-714
2. Liu Y, Zhang WW, He M, Gong C, Xie B, Wen X, Li D et al: Adverse effect analysis of high-intensity focused ultrasound in the treatment of benign uterine diseases. *International Journal of Hyperthermia* 2018;24:1-6
3. Shin YB, Park JH, Kwon DR, Park BK: Variability in conduction of the lateral femoral cutaneous nerve. *Muscle Nerve* 2006;33:645-649
4. Robinson LR: Traumatic injury to peripheral nerve. *Muscle Nerve* 2000;23:863-873
5. Wilbourn AJ, Aminoff MJ: AAEM minimonograph 32: the electrodiagnostic examination in patients with radiculopathies. *American Association of Electrodiagnostic Medicine. Muscle Nerve* 1998;21:1612-31
6. Lee JS, Hong GY, Park BJ, Kim TE: Ultrasound-guided high-intensity focused ultrasound treatment for uterine fibroid & adenomyosis: a single center experience from the Republic of Korea. *Ultrasonics Sonochemistry* 2015;27:682-687
7. Shui L, Mao S, Wu Q, Huang G, Wang J, Zhang R, et al: High-intensity focused ultrasound for adenomyosis: two-year

- follow-up results. *Ultrasonics Sonochemistry* 2015;27:677-681
8. Brown MR, Farquhar-Smith P, Williams JE, ter Haar G, de-Souza NM: The use of high-intensity focused ultrasound as a novel treatment for painful conditions-a decription and narrative review of the literature. *British Journal of Anaesthesia* 2015;115:520-530
 9. Lee YF, Lin CC, Cheng JS, Chen GS: High-intensity focused ultrasound attenuates neural responses of sciatic nerves isolated from normal or neuropathic rats. *Ultrasound in Medicine & Biology* 2015;41:132-142
 10. Fisher MA: Minimonograph #13: H reflex and F wave: physiology and clinical indications. *Muscle Nerve* 1992;15:1223-1233