

# 발기부전의 선별검사로써 파파베린유도 음경발기 촬영술의 재조명

동아대학교 의과대학 핵의학과, 내과\*, 비뇨기과\*\*

김덕규 · 박정하\* · 박희승\* · 정경우\*\* · 김종성\*

= Abstract =

## Reevaluation of <sup>99m</sup>Tc-HSA Erection Penography in the Impotence Patients

Deuk Gyu Kim, M.D., Chung Ha Park, M.D.\*, Hee Seung Park, M.D.\*

Kyung Woo Chung, M.D.\*\* and Jong Sung Kim, M.D.\*

Department of Nuclear Medicine, Internal Medicine\*, Urology\*\*

Dong-A University Medical College, Pusan, Korea

To reevaluate the clinical usefulness of erection penography for differential diagnosis of impotence, we reviewed retrospectively the data of penography in 56 patients who were diagnosed as impotence by various diagnostic workup. Twelve normal males were studied as control group. Papaverine HCl 30mg was injected into the corpus cavernosum and simultaneously <sup>99m</sup>Tc-HSA 20mCi was injected via an antecubital vein.

After injection radioactivities in the penile area were detected for 30 minutes by gamma camera and time activity curve was displayed. We defined that transit time(TT) is the time to reach peak activity and erection persistent time(EPT) is the duration of time to maintain peak activity and venous index(VI) is the ratio of radioactivity( $R_{30}/R_{max}$ ).

The results were as follows: The TT of arteriogenic group( $10.7 \pm 2.8$ min) was significantly increased compared with those of control and venogenic groups( $P < 0.05$ , respectively). The EPT of venogenic group ( $6.2 \pm 6.8$ min) is significantly decreased compared with those of control and arteriogenic groups( $P < 0.05$ , respectively). The TT of psychogenic( $15.2 \pm 5.5$ min) is significantly increased compared with those of control and arteriogenic groups( $P < 0.05$ , respectively).

In conclusion erection penography was very useful for the diagnosis of vascular and psychogenic impotence and for differentiation between arteriogenic and venogenic but it could not differentiate mixed type or neurogenic from vascular or psychogenic.

**Key Words:** impotence, papaverine, <sup>99m</sup>Tc-HSA, penography

### 서 론

발기부전은 정신계, 혈관계, 신경계 및 내분비계의 이상으로 발병하는 것으로 알려져 있고, 최근 여러가지 진단법의 발달로 말미암아 기질적 질환이 전체 원인의 절반 이상을 차지하며 그 중에서도 혈관성 발기

부전이 가장 많은 빈도를 차지하고 있는 것으로 알려졌다<sup>1, 2)</sup>.

혈관성 발기부전은 동맥혈의 불충분한 유입과 음경해면체 자체의 섬유화로 음경해면체가 충분히 확장되지 않는 동맥성과, 정맥혈의 조기누출에 의해 충분한 혈액이 동맥으로부터 들어와도 유입된 혈액이 해면체 내에서 충분히 정제하지 못하여 발기력이 약하거나 발

기유지가 안되는 정맥성과, 양자의 복합적 이상에 기인한 혼합형 발기부전이 있다<sup>3)</sup>. 따라서 발기부전을 진단하기 위해서는 먼저 원인의 감별진단이 무엇보다도 중요하다고 하겠다.

한편 혈관성 발기부전의 진단법에는 음경상완동맥지수, 음경혈류량 측정법, 인위적 음경발기 유발검사, 음경복합초음파 촬영술, 음경발기 촬영술, 역동학적 음경해면체 내압 측정술 및 음경해면체 촬영술, 선택적 내둔부동맥 촬영술 등이 있으며 이들은 각각의 장단점을 가지고 있다.

이 가운데 혈관확장제인 파파베린의 유도에 의한 음경발기 촬영술은 다른 방사선과적 검사에 비하여 비침습적이고 방사선 피폭이 적으며 무엇보다도 생리적일뿐만 아니라 동맥성과 정맥성을 감별할 수 있기에 혈관성 발기부전의 진단에 유용한 검사법으로 사용되어 왔다.

최근 연구자들은 심인성 발기부전으로 판정되었던 환자들이 음경발기 촬영시 발기가 최고도로 되는 시간이 다른 원인에 비하여 상당히 지연된 사실에 착안하여 이것이 일반적인 현상인지 확인하고자 이 연구를 시작하였고 아울러 이를 계기로 지금까지 알려진 파파베린유도 음경발기촬영술이 발기부전의 선별검사로써 유용한가를 재검토하고자 본 연구를 시행하였다.

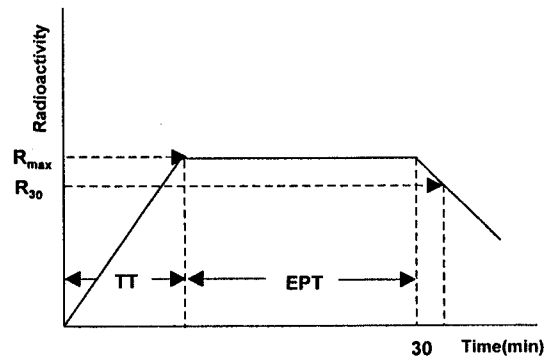
**대상 및 방법**

저자들은 1991년 1월부터 1994년 1월까지 발기부전을 주소로 동아대학교병원 비뇨기관에 내원하여 음경발기촬영술을 실시한 환자중 이학적 검사, 정신과적 인성검사, 구해면체반사 지연검사, 음경해면체 단독전위검사, 호르몬검사, 음경상완동맥지수, 음경혈류량 측정법, 인위적 음경발기 유발검사, 야간음경발기검사, 음경해면체 촬영술, 선택적 내둔부동맥 촬영술 등을 시행한 결과 확진된 동맥성 발기부전 6예, 정맥성 발기부전 12예, 신경성 발기부전의 19예, 심인성 발기부전 11예와 혼합형 발기부전 8예를 대상으로 하였다(Table 1).

음경발기촬영은 최등<sup>4)</sup>의 방법으로 시행하였는데 피검자를 앙와위로 눕히고 남관으로 음낭, 대퇴내부, 하복부를 가리고 음경만 노출시켜 배후 방사능이 결과에 영향을 미치지 않도록 환후 Papaverine HCl 30mg을 26G needle을 사용하여 음경해면체내에 국소주사하고

**Table 1. Classification of the Subjects**

	Case	Age
Control	12	37 ± 9
Arterogenic	6	38 ± 6
Venogenic	12	38 ± 14
Mix (Art. + Veno.)	8	48 ± 13
Neurogenic	19	38 ± 11
Psychogenic	11	39 ± 12
Total	68	Mean ± S.D



**Fig. 1.** Schematic presentation of normal penogram. TT: transit time, EPT: erection persistent time  
VI: the ratio of radioactivity( $R_{30}/R_{max}$ )

**Table 2. TT, EPT, VI in the Impotence and Control Groups Mean ± S.D**

Group	TT (Min)	EPT (Min)	VI
Control	7.1 ± 1.3	20.0 ± 5.5	0.9 ± 0.1
Arteriogenic	10.2 ± 2.8**	17.2 ± 4.6	0.9 ± 0.1
Venogenic	7.0 ± 2.8 <sup>+</sup>	6.2 ± 6.8 <sup>+</sup> *	0.7 ± 0.2 <sup>+</sup> *
Mixed	8.6 ± 4.0	16.3 ± 7.9	0.9 ± 0.2
Psychogenic	15.2 ± 5.5 <sup>+</sup> *	13.0 ± 5.9	1.0 ± 0.1
Neurogenic	9.0 ± 2.6	16.5 ± 7.4	0.9 ± 0.2

\* : P < 0.05 vs Control  
<sup>+</sup> : P < 0.05 vs Arteriogenic  
<sup>#</sup> : P < 0.05 vs Venogenic  
 TT : Transit Time  
 EPT : Erection Persistent Time  
 VI : Venous Index

동시에 <sup>99m</sup>Tc-Human Serum Albumin(HSA) 20mCi를 상완정맥에 정주한 후 음경부위의 방사능을 15초 간격으로 30분동안 감마카메라(Siemens Orbit 7500)를 이용하여 측정한 다음 시간변화에 따른 음경부위의 방사능을 도표화하였다.

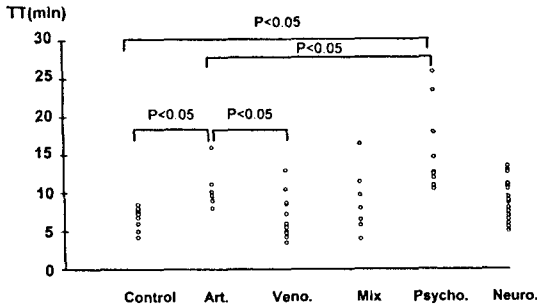


Fig. 2. Transit time(TT) of all subjects.

방사능이 최고에 도달하기까지의 시간을 발기유발시간(Transient time)으로, 발기가 지속되다가 급격한 방사능의 감소가 있을때 까지의 시간을 발기지속시간(Erection persistent time)으로, 최고 정점에 도달한 방사능과 30분때의 방사능과의 비를 정맥성계수(Venous Index)로 정의하여<sup>4)</sup> 이를 측정하였다(Fig. 1).

각 발기부전군의 발기유발시간, 발기지속시간 및 정맥성 계수를 통계처리하여 평균±표준편차로 표시하였고 각 통계치의 비교는 Student t-test를 이용하였으며 P값이 0.05미만을 유의한 것으로 하였다(Table 2).

## 결 과

정상대조군은 12예로 평균 37세였고, 이들의 발기유발시간은 7.0±1.3분, 발기지속시간은 20.0±5.5분, 정맥성 계수는 0.9±0.1이었다. 동맥성 발기부전군은 6예로 평균 38세였고, 이들의 발기유발시간은 10.7±2.8분, 발기지속시간은 17.2±4.6분, 정맥성계수는 0.9±0.1로 정상대조군과 정맥성 발기부전군에 비하여 발기유발시간이 유의하게 길었다(p<0.05, Fig. 2).

정맥성 발기부전군은 12예로 평균 38세였고, 이들의 발기유발시간은 7.0±2.8분, 발기지속시간은 6.2±6.8분, 정맥성 계수는 0.7±0.2으로 정상대조군과 동맥성발기부전군에 비하여 발기지속시간은 유의하게 짧았고(p<0.05, Fig. 2), 정맥성계수는 유의하게 낮았다(p<0.05, Table 2).

혼합형 발기부전군은 8예로 평균 48세였고, 이들의 발기유발시간은 8.6±4.0분, 발기 지속시간은 16.3±7.9분, 정맥성 계수는 0.9±0.2로 정상대조군과 유의

한 차이가 없었다.

심인성 발기부전군은 11예로 평균 39세였고, 이들의 발기유발시간은 15.2±5.5분, 발기지속시간은 13.0±5.9분, 정맥성계수는 1.0±0.1로 정상대조군과 동맥성발기부전군에 비하여 발기유발시간이 유의하게 길었다(Fig. 2).

신경성 발기부전군은 19예로 평균 38세였고 이들의 발기유발시간은 9.0±2.6분, 발기지속시간 16.5±7.4분, 정맥성계수는 0.9±0.2으로 정상대조군과 유의한 차이는 없었다.

## 고 찰

발기부전의 원인은 크게 기질적 질환과 심인성 질환으로 나뉠 수 있고 기질적 질환중에는 혈관계 질환, 신경계 질환, 내분비 질환이 있고 혈관계 질환에는 다시 동맥성과 정맥성이 있다. 따라서 발기 부전의 원인 규명을 위해서는 먼저 기질적 질환과 심인성 질환을 구별하는 것이 무엇보다도 중요하다.

기질적 질환과 심인성 질환을 구분하는 선별검사로서 nocturnal penile tumescence(NPT)를 monitoring 할 수 있는 rigiscan이 그 편리성으로 인하여 많이 사용되고 있으나 실제로 성기의 nocturnal erection의 생리 기전이 erotic erection의 생리기전과는 다르기 때문에 rigiscan의 신뢰성에는 다소 의문이 있다고 보고된 바 있다<sup>4)</sup>.

혈관성 발기 부전의 진단에 있어서 방사선과적 검사가 가지고 있는 여러가지 단점을 극복할 수 있는, 소위 방사성 동위원소를 이용한 음경촬영술이 여러 보고자들<sup>5-17)</sup>에 의하여 꾸준히 발표되었던 것에 비하여 몇몇 보고자들<sup>18,19)</sup>을 제외하고는 심인성 발기부전의 진단에 있어서 음경촬영술을 응용하려는 시도는 없었던 것 같다.

여러가지 방법의 음경촬영술중 저자들은 최등<sup>4)</sup>의 방법을 사용하였는데 이는 최근에 발표된 dual isotope penography<sup>20)</sup>에 비하여 그 정확도에는 다소 결함이 있을지 모르나 검사하기가 간편하며 결과치의 측정 및 평가가 단순하기에 다른 저자들의 검사에 비하여 오히려 선별 검사로서 더 적합하다고 판단되었기 때문이다.

동위원소 음경촬영술에 흔히 사용되는 blood pool

imaging제제로서는  $^{99m}\text{Tc}$ -labeled RBC와  $^{99m}\text{Tc}$ -HSA가 있는데  $^{99m}\text{Tc}$ -HSA는 분포후 vascular space로 부터 유출이 생기므로  $^{99m}\text{Tc}$ -RBC에 비하여 target to background ratio가 낮아지므로 음경촬영술에는  $^{99m}\text{Tc}$ -RBC가 더 유용하다고 생각되나 저자들은 조작이 간편한  $^{99m}\text{Tc}$ -HSA를 사용하였다.

발기를 유도하는 약물로서는 혈관확장제인 papaverine, phentolamine과 prostaglandin E1이 있으며 음경촬영술에는 주로 papaverine이 사용된다.

파파베린은 vascular smooth muscle 이완제로서 그 작용기전은 cyclic mononucleotide phosphodiesterase를 억제하여 cAMP와 cGMP농도를 증가시키고<sup>21)</sup> voltage-dependent calcium channel을 억제하여 calcium influx를 억제하고, myosin light chain kinase을 하향조절함<sup>22,23)</sup>으로 cavernous sinusoid의 smooth muscle을 확장시키는 것이다. 또한 파파베린은 penis로 부터 venous outflow에 저항을 증가시켜서 정맥으로 유출되는 혈류를 억제하여 발기가 유지되도록 하는 기전도 있는 것으로 알려져 있다<sup>24)</sup>.

파파베린은 intracavernosal injection후 10-30분에 혈장 최고농도를 유지하며 혈장에서의 반감기는 1-2시간<sup>25,26)</sup>이고 체내에 주입된 파파베린은 대부분 간에서 대사된다. 파파베린의 부작용으로는 priapism<sup>27)</sup>, local corporal fibrosis<sup>28)</sup>와 일과성 transaminase상승 또는 임상적 간염이 있을 수 있다<sup>29)</sup>.

본 연구에서는 간기능 검사를 주기적으로 측정하지 못했으나 임상적인 간염이 없었고 priapism도 나타나지 않았다.

본 연구의 결과를 보면 동맥성 발기부전에서 발기유발시간이  $10.7 \pm 2.8$ 분으로 정상 대조군보다 연장되어 있었으나 같은 방법을 사용한 최등<sup>4)</sup>의  $14.1 \pm 2.7$ 분보다는 다소 차이가 있었다.

한편 정맥성 발기부전에서 발기지속시간이  $6.2 \pm 6.8$ 분으로 정상대조군보다 유의한 감소가 있었고 최등<sup>4)</sup>의  $1.7 \pm 0.4$ 분과도 상당한 차이가 있었다. 저자들의 결과가 같은 방법으로 측정한 최등의 보고와는 그 결과치의 차이는 있었지만 전체적으로 보아 혈관성 발기부전을 진단하는 데는 별 차이가 없었다.

혼합형과 신경성 발기부전의 음경발기 촬영술의 결과치들은 정상인의 그것과 매우 유사한 수치들을 보이므로 발기부전 환자가 정상 소견을 보일 경우 혼합형

또는 신경성 발기부전의 가능성이 있다는 것을 시사한다고 볼 수 있다.

내분비 장애에 의한 경우 대상 환자의 수가 적어 보고에는 포함시키지 아니하였지만 prolactin등의 호르몬 검사를 먼저 시행하면 음경발기 촬영술 없이도 감별이 가능하리라 생각된다.

심인성 발기부전의 경우 발기유발시간이 15분으로 정상인에 비하여 두배 가까이 연장을 보이는 특징적인 소견을 보이는 바 이는 동맥성 발기부전과도 감별이 되는 아주 중요한 소견이다. 이에 대해 최등의 보고는 어렵게도 심인성 발기부전을 따로 구분하여 결과를 내지 못하여 비교할 수 없었고, 다소 다른 방법으로 측정한 김<sup>19)</sup>등의 보고에 의하면 발기유발시간으로는 심인성과 혈관성을 구별할 수 없고 파파베린 투여에 의한 방사능의 증가율로서 감별할 수 있다고 하였다.

발기의 기전은 대체로 적당한 호르몬 환경에서 대뇌 피질에 인지된 여러가지 성적 자극이 hypothalamus와 thalamus를 거쳐 척추신경의 sympathetic thoracolumbar cord와 parasympathetic sacral cord에 전달되어 발기가 유발되는 것으로 생각되어 진다<sup>30)</sup>.

따라서 심인성 발기부전은 대뇌 피질 또는 hypothalamus와 thalamus의 기능 이상에 기인되며 이는 아마도 대뇌에서의 성적자극을 억압하는 자극 또는 hypothalamus와 thalamus에서 성적 자극에 대한 sexual arousal threshold의 증가에 기인한다고 가정한다면 심인성 발기부전에서는 이러한 장애를 극복하기 위한 더 많은 혹은 더 강한 자극이 필요할 것으로 예상되며 이를 위하여 자극이 집적되기 위한 시간이 필요하므로 발기유발시간이 지연되는 것으로 생각되며 향후 이에 대한 연구가 계속 필요하리라 생각된다.

## 요 약

저자들은 파파베린유도 음경발기촬영술이 발기부전 원인의 선별검사로서 유용한지를 알아보고자 정상인 12예와 제반검사에서 확진된 동맥성 발기부전 6예, 정맥성 발기부전 12예, 심인성 발기부전 11예, 혼합형 발기부전 8예 및 신경성 발기부전 19예를 대상으로 하여 파파베린의 국소 주사로 발기를 유도하고  $^{99m}\text{Tc}$ -HSA를 정주하여 관심영역의 시간방사능곡선을 구한 다음 발기유발시간, 발기지속시간 및 정맥성 계

수를 비교하였다.

동맥성 발기부전군에서 발기유발시간이 정상 대조군에 비해 지연되어 있었고, 정맥성 발기부전군에서는 정상대조군과 동맥성 발기부전군에 비하여 발기지속시간이 단축되었으며 정맥성계수는 더 낮았다. 심인성 발기부전군에서는 발기지속시간이 정상 대조군 및 동맥성 발기부전군에 비해 지연되어 있었다.

이상의 결과로 파파베린유도 음경발기촬영술은 동맥성과 정맥성 발기부전 뿐만 아니라 심인성 발기부전도 선별할 수 있는 좋은 검사법으로 생각되나 혼합형과 신경성 발기부전을 감별하지 못하는 단점이 있었다.

### REFERENCES

- 1) Smith AD: *Causes and classification of impotence. Urol Clin North Am* 8:79-82, 1981
- 2) Vitag R, Zwang G, Dermange H, Legman M: *Vasculogenic impotence: A review of 92 cases with 54 surgical operation. Vas Surg* 15:9-12, 1980
- 3) 문연태, 김갑병, 김세철 : 발기부전증에 대한 음경동위원소촬영검사. *대한비뇨기과학회지* 28:385-394, 1987
- 5) Schwartz AN, Graham MM: *Combined technetium radioisotope penile plethysmography and xenon washout: A technique for evaluating corpora cavernosal inflow and outflow during tumescense. J Nucl Med* 32:404-410, 1991
- 6) Buvat J, Buvat HM, Dehaene JL: *Is intracavernous injection of papaverine a reliable screening test for vascular impotence. J Urol* 135:923-925, 1986
- 7) Buvat J, Buvat HM, Dehaene JL, Buvat-Herbant M, Guieud JD: *Venous impotence: Clinical study of the organic basis of high maintenance flow rates during artificial erection test. J Urol* 135:926-928, 1986
- 8) Lue TF, Hriek H, Schmidt RA, Tanagho EA: *Functional evaluation of penile veins by cavernosography in papaverine induced erection. J Urol* 135:479-483, 1986
- 9) 우성현, 한주동, 장정웅 : 혈관성 발기부전증 진단에 있어서의 방사성 동위원소 음경발기 촬영술. *대한핵의학기술연구회지* 2(1):67, 1986
- 10) Shirai M, Nakamura M: *Diagnostic discrimination between organic and functional impotence by radioisotope penogram with <sup>99m</sup>TcO<sub>4</sub>. Tohoku J Exp*

- Med* 116:9, 1975
- 11) Fanous HN, Levitch MJ, Chen DCP, Edson M: *Radioisotope penogram in diagnosis of vasculogenic impotence. Urology* 20:499-502, 1982
- 12) Siraj QH, Hilson AJW, Townell NH, Morgan RJ, Cottrall MF: *The role of the radioisotope phallogram in the investigation of vasculogenic impotence. Nucl Med Commun* 7:173-182, 1986
- 13) 우성현, 한주동 : 테크네시움과 시정각 자극을 이용한 발기부전 검사법. *대한핵의학기술연구회지* 3(1):65, 1988
- 14) Wagner G, Uhrenholdt A: *Vasculogenic impotence In; Zorngiotti AW, ed. Blood flow measurement by the clearance method in the human corpus cavernosum in the flaccid and erect states. Springfield: Charles C. Thomas;(6)41-46, 1980*
- 15) Haden HT, Katz PG, Mulligan T, Zasler ND: *Penile blood flow by xenon-133 washout. J Nucl Med* 30:1032-1035, 1989
- 16) 이재태, 김광원, 하승우, 이규보, 황기석, 윤여득, 박윤규 : 혈관성 발기부전의 진단을 위한 방사성핵종 음경 촬영술. *대한핵의학회지* 23(2):209, 1989
- 17) Miraldi F, Nelson AD, Jones WT, Kursh ED: *A noninvasive technique for the evaluation of male impotence. J Nucl Med* 30:785, 1989
- 18) Shirai M, Nekamura M: *Differential diagnosis of organic and functional impotence by use of <sup>131</sup>I-HSA. Tohoku J Exp Med* 101:317-324, 1970
- 19) Kim SC, Kim BK, Oh CH: *Diagnostic value of the radioisotope erection penogram for vasculogenic impotence. J Urol* 144:888-893, 1990
- 20) Miraldi F, Nelson AD, Jones WT, Thompson S, Kursh ED: *A dual-radioisotope technique for the evaluation of penile blood flow during tumescence J Nucl Med* 33:41-46, 1992
- 21) Lewis RW, King BF: *Impotence In; Bennett FK, ed. The diagnostic algorithm. pp 47-51, Philadelphia, W B Saunders company, 1994*
- 22) Brading A, Burdyga T, Scipnyuk Z: *The effects of papaverine on the electrical activity of the guinea pig ureter. J Physiol* 334:79, 1993
- 23) Sungane N, Ugawa T, Uruno T, et al.: *Mechanism of relaxant action of papaverine. VI. Sodium ion dependence of its effects on 45-Ca-efflux in guinea pig taenia coli. JPN J Pharmacol* 38:133, 1985
- 24) Delcour C, Wespes E, Vandenbosch G, et al.: *The effect of papaverine on arterial and venous he-*

- modynamics of erection. J Urol 138:187, 1987*
- 25) Tanaka T: *Papaverine hydrochloride in peripheral blood and the degree of penile erection. J Urol 143:1135, 1990*
- 26) Hakenberg O, Wetterauer U, Vandenbosch G, et al.: *Systemic pharmacokinetics of papaverine and phentolamine: Comparison of intravenous and intracavernous application. Int J Impotence Res 2: 247, 1990*
- 27) Lomas GM, Jarow JP: *Risk factors for papaverine-induced priapism. J Urol 147:1280, 1992*
- 28) Seidmon EJ, Samaha AM Jr: *The pH analysis of papaverine-phentolamine and prostaglandin E1 for pharmacologic erection. J Urol 141:1458, 1989*
- 29) King BF, Lewis RW, McKusick MA: *Radiologic evaluation of impotence In; Bennett AH, ed. Impotence. pp 52-55, Philadelphia, W B Saunders company, 1994*
- 30) Melman A, Christ GJ, Hirsh M: *The diagnostic algorithm In; Bennett AH, ed. Impotence. pp 18-30, Philadelphia, W B Saunders company, 1994*
-