

혈관성 발기부전의 진단을 위한 방사성핵종 음경촬영술

경북대학교 의과대학 핵의학교실

이재태 · 김광원 · 하승우 · 이규보 · 황기석

비뇨기과학교실

윤 여 득 · 박 윤 규

= Abstract =

Radionuclide Penogram in Diagnosis of Vasculogenic Impotence

Jae Tae Lee, M.D., Kwang Won Kim, M.D., Sung Woo Ha, M.D.

Kyu Bo Lee, M.D. and Kee Suk Whang, M.D.

Department of Nuclear Medicine, Kyungpook National University Hospital, Kyungpook, Korea

Yeo Deuk Yoon, M.D. and Yoo Kyu Park, M.D.

Department of Urology

Vasculogenic impotence is produced by abnormalities of vascular blood supply or drainage, and is the most common cause of various organic impotences. An increasing awareness of vascular causes of impotence has resulted from development of various diagnostic tests, but precise measurement of penile blood flow is difficult. Radionuclide penogram has been introduced recently to diagnose vasculogenic impotence.

Forty-one impotent patients and 12 normal men were studied with radionuclide erection penogram using Tc-99m pertechnetate and an intracavernous injection of papaverine. We defined arteriogenic impotence as arterial index less than 0.66, and venogenic impotence as venous index greater than 0.09. By this criteria, the false positive ratio in normal men was 17%, and the false negative ratio in radically cystectomized patients was 0%. Side effects were small purpura of the penile shaft and dull pain during injection of papaverine.

The radionuclide erection penogram was noninvasive and gave a dynamic evaluation of the arterial supply, venous drainage, and blood flow in the corporeal bodies. This method should be considered as a valuable adjunct to evaluate patients with vasculogenic impotence.

서 론

음경발기부전의 원인은 심인성이 90% 기질성이 10% 라고 알려져 왔으나 최근에는 진단법의 발달로 기질성의 원인이 전체의 50%를 점한다고 보고되고 있다¹⁻⁴. 기질성 발기부전중 많은 부분을 차지하는 혈관성 발기부전을

진단하기 위해 많은 방법들이 이용되고는 있으나 각 검사의 시행과 판독시의 어려움으로 인해 아직까지도 완벽한 검사법이 확립되어 있지 않다³.

방사성핵종을 이용하여 음경의 혈류변화를 측정하는 방법은 ¹³¹I-HSA를 이용한 음경촬영술이 Shirai등⁴⁻⁷에 의해 시도된 것을 시작으로 Fanous등⁸과 Shirai 등⁵⁻⁷은 ^{99m}Tc-pertechnetate, ¹¹¹In-colloid를 이용한

방법을 소개한 바 있었고, ^{133}Xe -washout를 측정하여 음경의 혈류상태를 평가하는 방법도 도입되고 있는데 이러한 방법들은 비교적 비침습적이면서 방사선 조사량이 적고 간편하게 사용할 수 있는 생리적인 검사라는 장점으로 인하여 혈관성 발기부전의 진단에 이용되고 있다⁹⁻¹⁰. 저자들은 경북대학교병원 비뇨기과에서 기질성 발기부전으로 의심된 예에서 음경이 발기되고 유지되는 혈액동학적인 변화를 관찰하고 원인을 규명하고 치료에 도움을 주고자 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -RBC체내표지후 혈관확장제인 papaverine을 음경해면체내에 주사하는 방법으로 음경 발기촬영술을 실시하여 발기부전의 형태를 구분하고 정상인과의 차이점을 비교하였다.

대상 및 방법

1. 대 상

1988년 2월부터 1989년 5월까지 발기부전을 주소로 내원하여 기질성 발기부전이 의심되었던 41예와 정상대조군 12예를 대상으로 하였다. 이들의 연령은 중앙치가 각각 39세와 27세였고 20세에서 69세의 분포를 보였다. 추측된 발기부전의 원인질환은 당뇨병에 동반된 경우가 8예, 골반골절에 의한 후부요도손상이 6예, 방광암에 대해 근치적방광절제술을 받았던 경우가 3예, 신경장애에 의한 경우가 3예, 기타 약물복용 음낭괴상 Peyronie병등에 의한 경우가 5예, 호르몬이상과 동반된 경우가 3예였으며 원인을 찾을 수 없었거나 정신적인 요인으로 추측된 것이 10예였다.

2. 방 법

검사시에는 배뇨를 시킨 후 안정한 상태에서 앙와위로 하여 음낭 하부부 및 대퇴부를 납판으로 가리고 음경부위만 노출시켰다. 적혈구의 체내표지를 위해 pyrolite 5mg을 정주한 뒤에 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -pertechnetate 15 mCi를 정주한 후 parallel hole low energy collimator를 부착한 탐색기와 Siemens사의 Scintiview II로써 면당 64초의 간격으로 연속영상을 수록하였다. 20분 후 음경기저부를 손으로 압박하면서 papaverine 30mg을 26G주사기로 음경해면체내에 주사하였으며 1분간 주사부위를 압박하여 출혈이 생기지 않도록 하였다. 이어 발기가 유도되는 시간을 측정하고 발기의 정도와 발기상태의 변화를 관찰하였다. 127영상을 수록한 후에는 음경부위의 시간방사

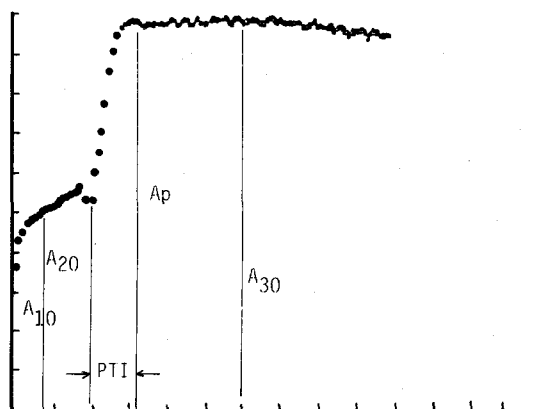


Fig. 1. Time-Activity Curve Taken from Erection Penogram

A_{10} : activity at 10 min after injection of $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -pertechnetate

A_p : peak activity after injection of papaverine

A_{30} : activity at 30 min after peak activity

PTI: time between injection of papaverine and peak activity.

능곡선을 구하였다(Fig. 1). 얻어진 곡선을 통해 혈류 상태평가의 기준이 되는 동맥지수 (arterial index: AI)와 정맥지수 (venous index: VI) 및 papaverine 주사 후 최고방사능치를 나타낼 때 까지의 시간 (peak time interval: PTI)을 구하였다. 동맥지수는 technetium의 혈중평형이 이루어졌다고 생각되는 주사 후 10분의 방사능치 (A_{10})와 최대방사능치 (A_p)의 차이를 A_{10} 으로 나눈 값으로서 동맥지수가 클수록 동맥혈의 유입이 많음을 나타낸다. 정맥지수는 A_p 와 이로부터 30분후의 방사능치 (A_{30})으로 나눈 값으로 정맥지수가 클수록 음경의 정맥혈 유출이 많아 발기유지가 어렵게된다. 모든 예에서 doppler혈압계를 이용하여 음경의 혈류유입을 비교적 잘 반영한다는 음경상완지수 (penile brachial index: PBI)를 구하였다 (PBI=음경의 수축기압력÷상완동맥 수축기압력).

Papaverine에 의한 발기상태는 grade I : 발기가 일어나지 않는 경우, grade II : 용적의 소량증가, grade III : 용적의 증가는 충분하나 강직성이 없는 발기, grade IV : 강직도는 불충분하지만 성생활이 가능한 발기, grade V : 완전한 발기상태로 구분하였다.

이상의 방법으로 구한 성적은 P-value 0.05이하를 유의수준으로 하는 one-paired t-test로 검정하였다.

성 적

정상인 12예에서 얻어진 성적은 Table 1에 표시하였는데 grade IV이상의 발기가 된 8예(66.7%)에서는 모

Table 1. Parameters of Normal Control Group

Age	PTI (sec)	A I	V I	PBI	Grade
29	976	1.02	0.064	0.87	V
26	1400	1.58	0.007	0.95	III
39	2100	2.13	0.006	0.77	V
46	830	1.3	0.098	0.95	III
27	1130	0.61	0.098	0.85	III
20	464	1.08	0.01	1.05	V
21	576	1.6	0.08	1.05	V
21	1100	0.53	0.09	0.80	IV
26	1024	1.17	0.03	0.95	IV
27	832	1.56	0.023	0.86	IV
28	576	0.76	0.058	1.00	III
34	680	0.64	0.034	0.87	IV
Mean	974	1.16	0.05	0.91	
± S.D.	± 447	± 0.50	± 0.04	± 0.09	

Table 2. Diagnostic Criteria of Vasculogenic Impotence

Arteriogenic impotence : Arterial Index < 0.66
Venogenic impotence : Venous Index > 0.09
Combined type : Arterial Index < 0.66 Venous Index < 0.09
Normal value : Arterial Index ≥ 0.66 Venous Index ≤ 0.09

Table 3. Parameters of Impotence

	Control (12)	Arteriogenic (16)	Venogenic (17)	Combined (6)	Normal value (12)
Age	27	43.5	34	43.1	32.2
PTI (sec)	974.0 ± 447.0	871.5 ± 295.8	683.4 ± 396.2	683.4 ± 312.8	928.0 ± 273.1
A.I.	1.16 ± 0.50	0.39 ± 0.15	1.15 ± 0.34	0.48 ± 0.14	1.28 ± 0.40
V.I.	0.05 ± 0.04	0.06 ± 0.03	0.23 ± 0.10	0.22 ± 0.08	0.05 ± 0.03
PBI	0.91 ± 0.90	0.76 ± 0.19**	0.84 ± 0.06	0.73 ± 0.13*	0.88 ± 0.33
Erection rate	8 (66.7%)	5 (31.2%)	2 (28%)	4 (66.7%)	7 (58.3%)

1. Values are represented as Mean ± S.D.

2. *p < 0.01 **p < 0.05 ; significantly different from control group.

두가 30분이상 강직도를 지닌 발기가 유지되었다. 정상인에서 구한 동맥지수와 정맥지수의 평균치±1표준편차를 정상범위로 하고 Table 2의 기준에 의해 41예의 발기부전환자를 구분하였을때, 동맥성원인이 12예 정맥성원인이 17예 동맥성과 정맥성원인이 동반된 경우가 6예였고 동맥지수와 정맥지수가 모두 정상범위에 있었던 경우가 12예였는데 Table 3에 표시된 것처럼 동맥성원인에 의한 경우와 혼합형인 경우에서는 PBI치가 정상대조군보다 유의하게 낮았으나 PTI치는 일정한 값을 보여주지 않았다. 발기부전의 원인질환에 따른 검사성적은 Table 4에 표시하였는데 당뇨병이 동반된 8예와 근치적 방광절제술을 받은 6예 및 신경손상에 의한 3예등 전 예에서 PTI치는 상관성이 없었고 당뇨병이 동반된 경우는 동맥지수가 유의하게 낮았으며 동맥지수와 PBI치의 상관관계가 좋았다. 또한 방광절제술을 받았던 환자에서는 동맥지수가 유의하게 낮았고 정맥지수는 유의하게 높았는데 동맥지수와 PBI치는 상관성이 좋았다. 신경손상에 의한 경우는 모든 변수가 정상대조군과의 유의한 차이가 없었다. 검사에 따른 합병증은 음경해면체내 주사에 의한 음경의 피하출혈이나 자반이 5예(9.4%)였고 주사시 둔통을 호소한 경우가 42예(79%)였다.

고 찰

음경의 발기는 음경내 소동맥이 능동적으로 확장되어 혈액이 유입되고 음경해면체의 망상구조가 이완확장되어 유입된 혈류가 차게 되며, 이에따라 음경혈류의 유출경로인 음경정맥이 수축되어 해면체내의 혈액이 누출되지 못하게하여 발기가 유지된다. 혈관성 발기부전은 동맥혈이 불충분하게 유입되거나 해면체가 동맥혈유입에

Table 4. Parameters of Diabetes Mellitus, Radical Cystectomy and Neurogenic Impotence

	Control (12)	D.M. (8)	Radical Cystectomy (6)	Neurogenic (3)
Age	28.7	46.3	58.8	35
PTI (sec)	974.0 ± 447.0	848.7 ± 286.2	754.4 ± 345.6	640.0 ± 64.0
AI	1.16 ± 0.50	0.39 ± 0.12*	0.37 ± 0.14*	1.15 ± 0.55
VI	0.05 ± 0.04	0.06 ± 0.04	0.18 ± 0.09*	0.06 ± 0.03
PBI	0.91 ± 0.09	0.7 ± 0.19**	0.61 ± 0.09*	0.90 ± 0.60
Erection rate	8 (66.7%)	0	1 (16.7%)	2 (66.7%)

1. Values are represented as Mean ± S.D.

2. * p < 0.01 ** p < 0.05 ; significantly different from control group

대한 능동적확장이 안되는 동맥성 발기부전, 충분한 혈액이 음경동맥으로 유입되어도 해면체에 정체가 되지 못해 발기가 유지되지 않는 정맥성 발기부전과 양자의 혼합형등으로 구분할 수 있는데⁹⁾, 기질성 발기부전의 원인 중 가장 많은 빈도를 보인다고 보고되고 있다¹⁾.

혈관성 발기부전의 진단을 위한 검사는 음경의 혈압 및 혈류량측정, 음경동맥촬영술과 해면체촬영술등이 있으나 동맥이나 정맥의 한쪽 기능만을 평가할 수 있거나 침습적인 검사라는 단점이 있다. 방사성핵종을 이용한 검사는 1970년 Shirai등⁴⁾이 음부신경의 전기자극에 의해 발기된 개에서 방사성핵종 음경촬영술을 실시한 이래 ^{99m}Tc-HSA나 ^{99m}Tc-pertechnetate로 시도한 발기되지 않은 음경의 촬영술, ¹³³Xe washout등을 도입케하였으며 최근에는 시청각자극이나, 평활근의 비특이적 이완제로서 발기유발제인 papaverine을 주사하여 발기를 유도하고 그 지속상태를 혈액동학적으로 평가하는 방법등이 이용되고 있다. 저자들은 papaverine 30 mg을 주입한 후 음경발기촬영술을 실시하여 검사의 판독기준을 마련하고 임상적으로 이용하였다.

Shirai등⁵⁾이 처음 음경촬영술을 실시했을 때는 penogram곡선의 형태가 변화하는 것을 보았고 Fanius등⁸⁾은 isoxsuprine을 정주한 후 penogram상의 지수변화를 보아 동맥혈의 유입과 정맥으로의 유출을 평가했다. 최등¹²⁾은 ^{99m}Tc-HSA를 정맥주사함과 동시에 papaverine 30 mg을 음경해면체에 국소주사한 후에 활성도를 도표화하여 활성도가 정점에 이르는 시간 (transit time)이 600초 이상될 때를 동맥성 발기부전이라 하였고 정맥지수가 0.8이하이거나 발기지속시간이 200초 이하인 경우를 정맥성이라고 분류하였으며 문등¹³⁾은 ^{99m}Tc-pertechnetate주사 20분 후 papaverine

40 mg을 음경해면체내에 주사하는 방법을 실시하여 동맥지수 0.83이하를 동맥성원인이라 하였고 정맥지수 0.13이하를 정맥성 발기부전이라 하였다. 저자들의 방법에 의한 성적은 동맥지수가 0.66 미만이거나 정맥지수가 0.09를 초과하는 경우를 이상소견으로 하였는데, papaverine용량과 검사방법에 따라 차이가 있었으리라 추측되므로 보다 많은 정상대조군의 성적이 필요하리라 생각된다. 한편 정상인에서는 papaverine 30 mg을 주면 5~10분에 충분한 강직도를 지닌 음경발기가 일어나 30분이상 지속된다고 한다¹⁴⁾. 저자들의 경우 충분한 발기가 된 경우가 8예(66.7%)였는데, 이는 이등¹⁵⁾의 발기부전환자 치료시의 발기율 37%보다는 높았지만 정상인에게 완전히 발기가 되는 약제가 아니라는 문제점이 남을 수 있다. 그러나 방사성핵종촬영술은 혈류의 양적인 변화를 보는 것이므로 혈류변화를 규명하여 혈관성원인에 의한 발기부전을 진단하는 데는 이용될 수 있을 것이다.

정상인에서 동맥성 또는 정맥성 발기부전으로 나타난 경우는 7예로 위양성율은 17%였다. 또한 발기부전을 분류하기 위한 여러 기준들 중PTI치는 일정한 규칙성이 없어 판정기준이 될 수가 없었는데 이는 최등¹²⁾의 성적과는 달랐다. 발기부전을 야기한 원인에 따라 구분하였을 때 당뇨병에 의한 경우는 동맥성원인에 기인한다는 것을 알 수 있었고, 동맥성 발기부전이 반드시 동반된다는 근직방광절제술을 시행한 경우에는 동맥성원인과 동반된 정맥성원인을 추측할 수 있었는데 특히 이 경우에 동맥성 발기부전진단의 위음성율은 0%였다. 신경손상에 의한 경우는 정상대조군과 차이가 없어 혈관성원인을 배제할 수 있었다. 검사에 따른 합병증은 음경해면체주사에 따른 경미한 출혈이나 둔통을 호소한 경우가 있었

으나 이등¹⁵⁾이 papaverine주사시 3%에서 나타난다고 한 음경지속발기증은 없었다. 그러나 papaverine용량을 증가시키거나 phentolamine을 첨가한 경우에는 음경지속발기증에 주의를 기울여야한다.

최등¹⁶⁾은 papaverine에 의한 음경촬영술은 혈관성 발기부전의 진단에 적절한 방법이나 생리적인 발기가 아니고, 약물의 용량에 따라 차이가 있으며, 비교적 침습적이라고 보고하였고 Shirai등¹⁷⁾과 최등¹⁶⁾은 시정각자극 후 음경발기촬영술을 실시하는 것이 생리적이고 비침습적이며 추적검사에도 부담없이 사용할 수 있다고 하였으나, 이러한 방법도 나이가 많은 층이나 정신상태가 불량하고 시정각자극에 무관심한 사람에는 반응도가 감소된다. 그러므로 검사의 적응대상을 정확하게 선택하고 검사에 따른 합병증을 줄이는 방법을 선택하여 방사성핵종 음경촬영술을 실시하고 연령에 따른 정상기준치를 확립한다면 혈관성 발기부전의 진단에 예점으로 사용될 수 있으며, 침습적인 혈관촬영술을 피할 수 있으므로 치료 후의 경과추적에도 이용이 가능하리라 생각된다.

결 론

1988년 2월부터 1989년 5월까지 기질성발기부전이 의심된 41예와 정상대조군 12예에서 papaverine 30 mg을 사용한 방사성핵종 음경촬영술을 실시하여 발기부전환자를 구분하고 발기정도를 관찰하였으며 동맥지수 정맥지수 PTI치를 구하여 아래와 같은 성적을 얻었다.

1) 정상인에서는 PTI 974±447초 동맥지수 1.16±0.50 정맥지수 0.05±0.04였고 grade IV 이상의 발기는 66.7%에서 되었다.

2) 동맥지수 0.66 미만을 동맥성, 정맥지수가 0.09보다 클 때를 정맥성 발기부전으로 구분하였을때 동맥성에서는 동맥지수가 PBI치와 양의 상관관계를 나타내었으나 PTI치와는 상관성이 없었다.

3) 당뇨병에 의한 발기부전은 동맥지수가 낮았고, 근처적방광절제술에 의한 경우는 동맥성 및 정맥성원인이 동반되어 있었으며 신경손상에 의한 경우는 정상인과 차이가 없었다.

4) 검사에 따른 합병증은 경미한 피하출혈이 9.4%, 주사시 통증을 호소한 경우가 79%였다.

이상의 결과로 보아 papaverine에 의한 방사성핵종 음경발기촬영술은 음경의 동맥유입과 혈류유지 및 정맥

혈의 유출을 알 수 있으므로 혈관성 발기부전의 감별진단에 유용하게 사용될 수 있으리라 사료된다.

REFERENCES

- 1) Smith AD: *Causes and classification of impotence. Urol Clin Nor Am* 8:79, 1981
- 2) Keith N, Arsdalen V, Alan JW: *A critical review of diagnostic test used in the evaluation of the impotent male. World J Urol* 1:218, 1983
- 3) Zorngiotti AW, Rossi G, Padula G, Makovsky RD: *Diagnosis and therapy of vasculogenic impotence. J Urol* 123:674, 1980
- 4) Shirai M, Nakamura M: *Differential diagnosis of organic and functional impotence by the use of I-131 human serum albumin. Tohoku J Exp Med* 101:374, 1970
- 5) Shirai M, Nakamura M: *Radioisotope penogram by means of I-113m microcolloid. Tohoku J Exp Med* 105:137, 1971
- 6) Shirai M, Nakamura M: *A study on the radioisotope penogram in the dog. Tohoku J Exp Med* 111:179, 1973
- 7) Shirai M, Nakamura M: *Diagnostic discrimination between organic and functional impotence by radioisotope penogram with Tc-99m-pertechnetate. Tohoku J Exp Med* 116:9, 1975
- 8) Fanous HN, Jevtich MJ, Chen OCP, Edson M: *Radioisotope penogram in diagnosis of vasculogenic impotence. Urology* 20:499, 1982
- 9) Nseyo UO, Wilber HJ, Kang SA, Flesh L, et al: *Penile Xenon (Xe-133) washout: A rapid method of screening for vasculogenic impotence. Urology* 23:31, 1984
- 10) Haden HT, Katz PG, Mulligan T, Zasler ND: *Penile blood flow by Xenon-133 washout. J Nucl Med* 30:1032, 1989
- 11) Stief CG, Wetterrauer U: *Erectile response to intracavernous papaverine and phentolamine: Comparison of single and combined delivery. J Urol* 140:1415, 1988
- 12) 최형기, 정병하 : 파파베린과 테크니시움을 이용한 음경발기촬영술. 대한불임학회잡지 13:181, 1986
- 13) 문영태, 김갑병, 김세철 : 발기부전증에 대한 음경동위원소촬영검사. 대한비뇨기과학회지 28:385, 1987
- 14) Bubat J, Bubat-Herbaut M, Dehaene JL, Lemaire A: *Is intracavernous injection of papaverine a reliable*

- screening test for vascular impotence? J Urol* 135: 476, 1986
- 15) Lee HY, Kim CS, Paick JS: *Intracavernous self injection with vasoactive drugs for erectile impotence. Korean J Urol* 28:835, 1987
- 16) 최형기, 김철수: 시청각 자극에 의한 음경혈류변화에 관한 연구. 대한의학협회지 30:1213, 1987
- 17) Shirai M, Nakamura M, Ishii N, Mitsukawa S, et al: *Determination of intrapenile blood volume using Tc-99m-labelled autologous RBC. Tohoku J exp Med* 120:377, 1976