

## 동정맥루의 돼지 실험 모델<sup>1</sup>

서대철<sup>1</sup> · 서동만<sup>2</sup> · 김현진 · 윤태진<sup>2</sup> · 김길수<sup>3</sup> · 서재희<sup>4</sup> · 박광보 · 황재철 · 기원우  
한동복 · 이민석 · 김성태<sup>5</sup> · 최충곤 · 이호규 · 송호영

**목 적 :** 돼지(pig)에서 실험 목적으로 이용될 수 있는 총경동맥과 외경정맥간의 동정맥루(arteriovenous fistula) 모델을 정립하고자 하였다.

**대상 및 방법 :** 체중 25Kg 내외의 돼지 8마리에서 10개의 동정맥루를 만들었다. 혈관조영 및 추적 검사는 수술 후 3-5일 사이 대퇴부 혈관을 통해 5F 카테타로 얻은 양쪽 총경동맥 혈관조영상을 분석하였고, 추적 검사는 3개에서 2-12주 사이에 시행하였다. 병리 검사는 성공적인 수술 후 8주 추적 혈관조영검사상 폐색된 1예에서 시행하였다.

**결 과 :** 수술 후 심부전증으로 사망한 1마리를 제외하고 7마리에서 9개의 동정맥루 혈관 조영상을 얻었다. 6개에서는 빠른 혈류의 동정맥루가 완성되었으며 2개는 누공이 작아 혈류가 빠르지 않은 형태였고, 1개는 막혔고, 1개는 가성 동맥루가 생겼다. 3개에서 시행한 추적 혈관조영상에서는 동정맥루가 모두 막혔다. 그 중 1개에서 얻은 병리조직학적 소견에서는 막힌 부위에서 섬유화를 확인하였다.

**결 론 :** 돼지 경동맥에서 수술적 방법으로 동정맥루 모델을 만들 수 있었으며(80%), 추적 검사에서는 섬유화에 의한 폐색이 유도 될 수 있으므로 동정맥루 수술 후 단기(1주 이내) 실험 모델로 사용할 수 있을 것으로 생각된다.

돼지는 다루기가 용이하고 혈관의 크기가 인체에 적용할 수 있는 범위 내에 있으므로 중재적 방사선학 분야에서 실험 모델로 많이 사용되고 있다(1-5). 돼지를 이용한 실험은 돼지의 뇌 기저부에 있는 괴망(rete mirabile)을 이용하거나(1), 경동맥에서 동맥류를 만들어 각종 실험을 하기도 한다(4). 동정맥루는 스텐트의 실험에 이용된 보고가 있으나(5), 현재 까지 많이 사용되지 않는 실험 모델의 하나이다. 하지만 급속히 발전하는 중재적 신경 방사선학 분야에서의 연구 필요성을 감안할 때 동정맥루의 모델에 대한 필요성이 커질 것으로 보인다. 본 연구는 동정맥루를 돼지 경동맥에서 완성하여 그 방법을 정립하고자 하였다.

### 대상 및 방법

집돼지(체중 25-30kg) 8마리에서 10개의 동정맥루를 만들었다. 당일 금식을 시킨 돼지를 Rompun(20mg xylazine in 10ml vial, Bayer Korea Ltd., Korea) 4ml(약 0.15ml/kg),

atropine 0.5mg, Zoletil 50(125mg tiletamine 과 125ml zolazepam, Virbac Laboratories, France) 5ml(약 30mg/kg)를 근육주사하여 마취를 유도한 후 돼지의 귀 정맥에 주사선을 유지하고 Rompun과 Zoletil 50을 3:1로 섞은 용액을 30분에서 한 시간 간격으로 2ml씩 주사하였다. 마취가 되면 돼지를 바로 누인(supine) 후 흉쇄유돌근(Sternocleidomastoid muscle)의 앞쪽 선을 따라 경사진 수직 절개(vertical incision)를 하였다. 10cm정도 절개한 후 시야를 좋게 하기 위하여 mastoid retractor로 벌려 놓았다. 넓은 목근(platysma muscle)을 박리하고 흉쇄유돌근을 앞으로 당긴 후 외경정맥(external jugular vein)을 찾아 아래위로 약 5cm 정도 박리하였다. 흉쇄유돌근의 뒤쪽 경계선을 따라 박리하여 목혈관신경집(carotid sheath)을 확인한 후 내경정맥(internal jugular vein)과 미주신경(vagus nerve) 등으로부터 총경동맥(common carotid artery)을 조심스럽게 분리해냈다. 흉쇄유돌근의 뒤에 있는 심부 근막(deep fascia)을 조심스럽게 제거한 후 총경동맥과 외경정맥을 접근시켰다. 일시적 클립(temporary clip)으로 총경동맥과 외경정맥을 동시에 결찰하고 총경동맥과 외경정맥의 외막을 잘 박리 한 후 약 3-5mm 크기로 수직 방향의 동맥 절개(vertical arteriotomy)를 하였다. 7-0 prolene실(blue monopilament polypropylene, Ethicon, United Kingdom)로 절개된 정맥과 동맥을 연속 봉합법으로 꿰

<sup>1</sup> 울산대학교 의과대학 서울중앙병원 진단방사선과학교실

<sup>2</sup> 울산대학교 의과대학 서울중앙병원 흉부외과

<sup>3</sup> 울산대학교 의과대학 서울중앙병원 아산생명과학연구소

<sup>4</sup> 울산대학교 의과대학 서울중앙병원 진단병리과

<sup>5</sup> 인하대학교 의과대학 진단방사선과학교실

본 연구는 1996년도 세팅 연구비 보조로 이루어졌음.

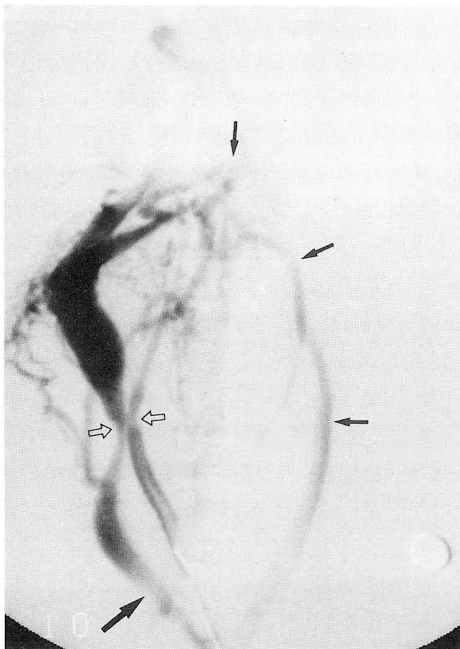
이 논문은 1997년 5월 19일 접수하여 1997년 7월 7일에 채택되었음.

매고 봉합이 끝나면 다리쪽의 일시적 클립(temporary clip)을 풀고 동정맥루 속으로 혈류가 잘 유지되는 것을 확인한 후 머리 쪽의 일시적 클립을 풀었다. 이 때 출혈이 심하면 그 부위를 한 두 번 더 봉합하였다. 수술 전후 cefazolin 1.0gm을 반으로 나누어 500mg씩 정맥으로 주었다.

혈관조영상은 수술 후 일주일 이내에 얻었으며 혈관조영상은 정맥주사 마취하에 대퇴부 동맥(femoral artery)을 통하여 5F 카테터를 삽입하고 총경동맥을 선택하여 얻었다. 먼저 전후 면상을 얻은 후 동정맥루의 공(hole)이 잘 보이는 각도에서 혈관조영을 시행하여 총경동맥의 개통성 여부, 동정맥루를 통한 정맥으로의 혈류의 흐름 등을 관찰하였다. 추적혈관조영은 2-12주 후 3개의 동정맥루에서 얻었으며, 나머지는 다른 실험에 이용하였다. 누공이 크고 혈류가 빠르며 총경동맥과 외경정맥의 근위부와 원위부가 다 잘 보이는 H자모양의 이상적인 동정맥루에서 8주 후 추적 검사상 폐색된 1개의 경우 H & E 및 Elastic staining을 시행하였다.

## 결 과

돼지 8마리에서 10개의 동정맥루 수술을 하여 1마리는 수술 후 2일째 사망하여 7마리의 9개에서 수술 후 혈관조영상을 얻었다. 사망한 1마리는 너무 큰 누공을 만들어 단락(shunt)의 양이 많아 심부전증에 의해 사망한 것으로 추정하였다. 누공이 크고 혈류가 빠른 6개의 동정맥루 중 총경동맥과 외경정맥의 근위부와 원위부가 다 잘 보이는 H자모양의 이상적인 동정맥



**Fig. 1.** Arteriovenous fistula of porcine carotid artery. Anteroposterior view of the right common carotid artery shows a fistula (open arrows) and a dilated jugular vein. Note narrowing of the proximal portion of the jugular vein (a large arrow) and collateral venous drainage into the opposite side (small arrows).

루는 4개, 누공이 작고 혈류가 빠르지 않은 동정맥루가 2개, 동정맥루가 형성되지 않고 근위부에 가성 동맥루가 형성된 경우가 1개 있었다. 추적 혈관조영은 3개에서 얻었는데 누공이 작고 혈류가 빠르지 않았던 동정맥루는 2주 후, 누공이 크고 혈류가 빨랐던 H자 모양의 이상적인 동정맥루는 8주 후, 혈류는 빨랐으나 근, 원위부의 누공이 분리된 경우는 12주에 얻었으나 모두 폐색 되었다.

누공이 크고 혈류가 빠르며 H자 모양의 동정맥루에서 8주 추적 검사상 폐색된 1개의 경우에서 얻은 병리 조직 소견은 동맥 벽과 정맥 벽과의 사이에서 내측 탄성판(internal elastic lamina)과 근육 층이 소실되고, 섬유화(fibrosis)로 대체되어 있었으며 정맥 벽(venous wall)에는 동맥혈관화(arterialization)에 의한 탄성 및 섬유성 내막 비후(elastic and fibrous intimal thickening)가 있었다.

## 고 찰

본 연구에서의 동정맥루 수술 성공율은 80%(8/10)였으며 이 중 혈관조영상에서 빠른 혈류를 가지고 총경동맥의 근위부와 원위부에 조영제가 잘 차면서 외경정맥의 근위부와 원위부가 잘 보인 형태는 50%(4/8)에서 얻었다. 수술이 실패한 경우는 단락(shunt)의 크기가 너무 커서 심부전증이 일어나 혈관조영상을 얻기도 전에 사망한 1예와 접합 부위에 가성 동맥루가 생겼던 1예에서였다. 부적절한 형태가 생겼던 경우는 동정맥루의 접합 부위에서의 봉합 때문인 것으로 여겨지며, 동맥과 정맥 사이의 접합에 뒤틀림이 생기는 경우는 경동맥의 근위부와 원위부와의 사이에서 뒤틀림이 일어나 누공이 분리되었기 때문인데 이런 경우는 반대쪽 총경동맥에서의 혈관조영상을 얻음으로써 분리된 누공의 일부를 확인할 수 있었다. 따라서 동정맥루의 수술시 누공의 크기는 돼지의 체중에 따라 3-5mm정도로 적절히 조절하되 누공의 봉합시 뒤틀림이 생기지 않도록 하는 것이 중요한 것으로 보인다.

성공적인 동정맥루의 혈관 조영상을 얻은 경우는 조영제가 경동맥의 근위부와 원위부로 잘 차면서 경정맥으로의 누공을 통하여 늘어난 경정맥이 동시에 치는 소견을 보였다. 외경정맥은 심장에 가까운 근위부가 좁아지고 혈류는 심장에서 먼 쪽으로 향하면서 반대쪽 경정맥으로 흘러 들어갔다. 이러한 정맥 혈류의 변화는 정맥 내로 전달된 높은 동맥압과 빠른 혈류로 인하여 근위부에 협착이 유도된 것으로 보인다 (6).

본 실험에서는 3예에서 2, 8, 12주에서 각각 추적 혈관조영상을 얻었을 때 모두 폐색되었는데 이는 수술적으로 얻은 동정맥루는 일정 기간 이내에 폐색될 가능성이 높다는 것을 시사한다. 1예에서 관찰한 병리조직학적 소견은 섬유화에 의한 폐색이 유발되었으므로 수술 후의 봉합사나 봉합 등에 의한 섬유화가 주된 원인으로 생각된다. 따라서 수술적으로 얻은 동정맥루의 실험에서 추적 연구를 할 때는 대조 군에서도 폐색이 온다는 점을 고려하여야 할 것이다.

본 실험에서 완성한 동정맥루는 장차 여러 실험에서 이용될 수 있을 것으로 전망하는데, 예를 들면 빠른 혈류에서 색전 물

질의 특성을 파악할 수도 있으며 스텐트와 같은 삽입 장치의 실험도 할 수 있을 것이다.

결론적으로 돼지 경동맥에서 수술적 방법으로 동정맥루를 성공적으로 만들 수 있었으며 빠른 혈류의 H자 모양이 이상적이거나 일부 변형된 형태도 있었고, 2-12주 사이에 폐색이 유도되므로 동정맥루 모델을 이용한 실험 결과 분석시 유의해야 할 것이며 이 경우 실험 모델의 동정맥루 폐색은 수술 부위의 섬유화에 의한 것으로 보인다.

## 참 고 문 헌

1. 서대철, 성규보, 최기영 등. Histoacryl blue(n-butyl 2-cyanoacrylate)를 이용한 돼지피막에서의 실험적 폐색술. 대한방사선

의학회지 1994;31:451-455

2. 서대철, 최기영, 윤권하 등. 하나로 자가팽창스텐트를 이용한 돼지경동맥에서의 실험적연구. 대한방사선의학회지 1996;34:717-723
3. 서대철, 방선우, 김준형 등. 돼지경동맥에서의 자가팽창 금속스텐트:도플러 초음파검사를 이용한 개통성 평가. 대한초음파의학회지 1996;15:101-107
4. 서대철, 서동만, 윤태진 등. 외과적 수술을 통한 돼지의 뇌경동맥류 실험모델. 대한방사선의학회지(심사중)
5. Geremia G, Bakon M, Brennecke L, Haklin M. Experimental arteriovenous fistulas:treatment with porous metallic stents. AJNR 1995;16:1965-1973
6. Bederson JB, Wiestler OD, Brustle O, et al. Intracranial venous hypertension and the effects of venous outflow obstruction in a rat model of arteriovenous fistula. Neurosurgery 1991;29:341-350

J Korean Radiol Soc 1997;37:571-573

## Experimental Model of Arteriovenous Fistula in Pigs<sup>1</sup>

Dae Chul Suh, M.D., Dong Man Seo, M.D.<sup>2</sup>, Hyun Jin Kim, R.T., Tae Jin Yun, M.D.<sup>2</sup>  
Kil Soo Kim, M.D.<sup>3</sup>, Jae-Hee Suh, M.D., Kwang Bo Park, M.D., Jae Cheol Hwang, M.D.  
Won-Woo Ki, M.D., Dong Bok Han, M.D., Min Suk Lee, R.T., Sung Tae Kim, M.D.<sup>5</sup>  
Choong Gon Choi, M.D., Ho Kyu Lee, M.D., Ho-Young Song, M.D.

<sup>1</sup>Departments of Diagnostic Radiology, <sup>2</sup>Thoracic Surgery, <sup>4</sup>Diagnostic Pathology  
University of Ulsan College of Medicine, <sup>3</sup>Asan Institute for Life Sciences,  
<sup>5</sup>Department of Radiology, College of Medicine, Inha University

**Purpose:** To establish an experimental model of arteriovenous fistula in pigs.

**Materials and Methods:** Ten fistulas were created in eight pigs, and angiography was performed 3 to 5 days after surgery. A follow-up angiogram of three fistulas was obtained 2 to 12 weeks later. In one animal, pathologic examination showed occlusion 8 weeks after a successful operation.

**Results:** Eight angiograms of nine fistulas in seven pigs were obtained; one animal died due to cardiac failure. In six pigs, high-flow fistulas were shown to be present, and in two, the fistulas were slow flow; a pseudoaneurysm was seen in one. A follow-up angiogram obtained in three cases showed occlusion of the fistula. Pathologic examination of one animal showed fibrosis in the occluded portion of the fistula.

**Conclusion:** An arteriovenous fistula model was surgically established in 80% of cases; during follow-up, three fistulas were seen to be occluded due to fibrosis. This model can therefore be used within one week of surgery.

**Index Words:** Animals

Fistula, arteriovenous

Address reprint requests to: Dae Chul Suh, M.D., Department of Diagnostic Radiology, Asan Medical Center

# 388-1 Poongnab-dong Songpa-ku, Seoul, 138-736, Korea. Tel. 82-2-224-4400 Fax. 82-2-476-4719

## 1998년도 대한방사선의학회 중요행사 일정 안내 ( I )

대 회 명	일 정		제출처/개최장소
	내 용	마감일 / 일정	
쉐링연구비	'98년도 연구계획서 제출마감	97. 12. 31(수)	학회사무국
	'99년도 연구계획서 제출마감	98. 12. 31(목)	학회사무국
제 41 차 전문의 시험	응시원서 교부	97. 11. 3(월) - 8(토)	대한의사협회
	응시원서 접수	97. 11. 7(금) - 14(금)	학회 사무국
	수험표 교부	97. 12. 26(금) - 27(토)	학회 사무국
	1차 시험	98. 1. 8(목) 10:00 -	서울대학교병원
	1차시험 사정 및 발표	98. 1. 14(수)	의협 게시판
	2차 슬라이드시험	98. 1. 15(목) 10:00 -	서울대학교병원
	2차 구술시험	98. 1. 16(금) 09:00 -	미정
	2차시험 사정 및 발표	98. 2. 5(목)	의협 게시판
학회산하연구회	학회산하연구회 보고서 제출 마감	98. 1. 31(토)	학회 사무국
학회지회	학회지회 보고서 제출 마감	98. 1. 31(토)	학회 사무국
학술상, 저술상	신청마감	98. 2. 10(화)	학회 사무국
시험문제출제 워크샵	좋은 시험문제 출제를 위한 워크샵	98. 3. 24(화), 26(목)	학회 회관
5th AFIP	사전등록 마감	98. 2. 28(토)	학회 사무국
	제 5 차 AFIP강좌	98. 3. (미정)	미정
	사전등록 마감	97. 11. 30(일)	
9th AOCR	초록 마감	97. 9. 30(화)	
	9th AOCR 학회	98. 4. 5(일) - 8(수)	Kobe, JAPAN
6th ISMRM	초록마감	97. 11. 18(화)	Sydney,
	6th ISMRM 학회	98. 4. 18(금) - 24(목)	AUSTRALLA
98년도 춘계학술대회	초록 제출 마감	98. 1. 31(토)	학회 사무국
	전시업체 Tech. Forum, 전시 Booth 신청 마감	98. 2. 14(토)	학회 사무국
	사전등록 마감	98. 2. 28(토)	학회 사무국
	'98년도 춘계학술대회	98. 4. 17(금) - 18(토)	광주
춘계전공의 연수교육	연자 원고마감	98. 1. 31(토)	학회 사무국
	사전등록 마감	98. 2. 28(토)	학회 사무국
	'98년도 춘계전공의 연수교육	98. 4. 18(토) 13:30 - 17:20	광주
'98 ARRS	'98 ARRS 학회	98. 4. 26(일) - 5. 1(금)	San Francisco
춘계초음파학술대회	초록 제출 마감	98. 3. 21(토)	초음파의학회 사무국
	98년도 춘계초음파학술대회	98. 5. 9(토)	서울중앙병원
전공의 평가고사	사전등록 마감	98. 4. 30(목)	학회 사무국
	'98년도 전공의 평가고사	98. 5. 16(토) 14:00	전국 7개지역
전공의 오리엔테이션	사전등록 마감	98. 4. 30(목)	학회 사무국
	'98년도 신입 전공의 오리엔테이션	98. 5. 22(금) - 23(토) 예정	미정
전문의 연수교육	연자 원고 마감	98. 4. 15(수)	학회 사무국
	전시부스 신청 마감	98. 4. 15(수)	학회 사무국
	사전등록 마감	98. 4. 30(목)	학회 사무국
	'98 제 20 차 전문의연수교육	98. 6. 13(토)	제주도 KAL 호텔
수련병원 실태조사	'98년도 전공의 지도감독 서류조사 마감	98. 4. 30(목)	학회 사무국
	'98년도 전공의 지도감독 방문 조사	98. 6. 15(월) - 30(화)	