

복부 대동맥류의 치료방법인 Endovascular Aneurysm Repair 시술 후에 발생할 수 있는 합병증 및 치료

한양대학교 의과대학 외과학교실

권 오 정

The Complications and Their Management after Endovascular Aneurysm Repair for the Treatment of Abdominal Aortic Aneurysms

Oh Jung Kwon, M.D.

Department of Surgery, Hanyang University College of Medicine, Seoul, Korea

The management of abdominal aortic aneurysms has dramatically changed since the endovascular aneurysm repair (EVAR) procedure was introduced in 1991 for the treatment of abdominal aortic aneurysm (AAA). EVAR is a less invasive alternative as compared to conventional open repair for abdominal aortic aneurysms. The use of EVAR has increased and is used in fit patients provided that they are regarded as anatomically suitable for a device. Endovascular repair has been shown to decrease the early mortality rate, shorten the hospital stay and decrease blood loss. However, EVAR has a higher rate of graft-related complications and fewer systemic complications. So, the patients who are treated by EVAR need close follow up and diligent graft surveillance. This review of endovascular complications will help physicians gain a thorough understanding of the complications and appropriate managements strategies of AAA.

Key Words: Endovascular aneurysm repair, Abdominal aortic aneurysm, Complications

중심 단어: 혈관중재대동맥류시술, 복부대동맥류, 합병증

서 론

복부 대동맥류는 그 크기가 증가할수록 파열의 위험도가 높아지는데, 1년 내에 파열할 확률이 4~5 cm인 경우에는 0.5~5%, 5~6 cm인 경우에는 3~15%로 증가한다(1,2). 복부대동맥류의 파열이 일어나면 치명적인 결과를 초래하기 때문에 과거 50년 동안 파열을 예방하기 위하여 개복수술을 통하여 대동맥-양측대퇴동맥 우회로술 혹은 대동맥-양측 장골동맥 우회로술 및 동맥류 절제술을 시행하였다. 이러한 치료의 결과는 복부 대동맥을 clamp 하는 등의 수술적 과정들로 인하여 30일 사망률이 4~

12%로 보고되고 있으나, 수술 후 보통 20~30년 동안 이식편의 개통률이 보장됨으로 선호되어 왔다(2,3). 그러나 1990년대에 이르러 Parodi 등에 의하여 새로운 치료방법인 endovascular aneurysm repair (EVAR)가 소개되면서 2000년대에 발표된 DREAM trial, EVAR 1, 2 trial, EURO-STAR registry 등 많은 무작위 배정 시도(randomization trial)에서 단기간 내의 사망률이나 합병증의 발생률이 개복수술보다 낮아서 그 적응증이 점차 증가하고 있으며, 최근에는 파열된 동맥류의 치료결과도 보고되고 있다(2, 4-12).

그러나 이러한 EVAR 시술은 해부학적인 적합성이 우선되어야 하며, 단기간의 성적은 좋으나 재시술의 빈도가 높고, 이식편(graft)과 연관된 합병증의 발생이 많고, 합병증의 발생률은 시술 후 시간이 경과할수록 증가한다는 보고가 있어, 장기간 이식편의 위치 및 동맥류의 크기 변화에 대하여 지속적인 추적 관찰이 필요하다(13-

책임저자 : 권오정, 서울시 성동구 행당동 17
☎ 133-792 한양대학교 병원 외과
Tel: 02-2290-8454, Fax: 02-2281-0224
E-mail: ojkwon@hanyang.ac.kr

15). 또한 합병증 발생 후 시행하는 재시술률은 개복수술에 비해서 높고, 문헌에 따르면 20%까지 보고되며, 재수술의 사망률이 50%까지 보고되고 있다(16,17). 그러므로 시술 후 endoleak, 동맥류의 확장, endotension 등의 발생이 EVAR 시술 성공률에도 영향을 미치고 있다고 하겠다(16-19). 1990년대에 EVAR시술이 소개된 이후 이식편의 재질(graft material), 수기의 발달 등으로 시술이 증가하고 합병증의 발생률 또한 줄어들고 있는 실정이지만(2,7,8,10,12,13,15), EVAR 시술 후 발생할 수 있는 합병증과 치료법에 대하여 인지하는 것이 EVAR 시술의 성적을 향상시키고 환자의 생존율도 향상시킬 수 있다고 생각된다. EVAR 시술 후 발생할 수 있는 합병증들은 시술 후 초기 및 후기에 발생할 수 있고, 수기, 이식편 재질(graft material), 시술 수기, 시술 팀의 숙련도 등에 따라서도 발생할 수 있다(Table 1).

본 론

1) 이식편(graft) 및 시술과 관련된 합병증

이식편과 관련된 합병증은 이식편의 종류에 따라서 endoleak의 빈도, 이식편의 이동, 이식편 내의 혈전증, 동맥류의 크기의 변화 등이 다르다고 알려져 있다. 특히 이식편의 종류와 동맥류의 크기의 변화는 밀접한 연관성이 있는 것으로 보고되고 있다(20,21).

시술 중, 후나 이식편을 위치시킬 때 일어날 수 있는 합병증으로는 동맥의 절개(dissection), 혈전의 발생, 시술 부위의 혈종, 감염, 림프종, 가성동맥류의 발생, 동맥의 손상으로 인한 파열 등이 있다. 이러한 합병증들은 환자의 동맥류의 해부학적인 모양, 동맥경화증의 정도, 혈관의 뒤틀림 정도, 삼입 부위 동맥의 크기, 동맥류의 크기가 6 cm 이상인 경우, 동맥류의 경부의 길이 등에 의하여 발생할 수 있으며, 이들로 인하여 수술적 방법으로 전환율은 약 2.5%로 보고되고 있으며, 이 경우에는 사망률이 18%까지 보고되고 있다. 이러한 위험요소에 대한 예방은 시술 전 실시하는 동맥 조영술을 통하여 세심하게 준비하여야 한다. 동맥의 파열이나 절개, 혈전증의 발생과 같은 합병증이 발생한 경우에는 시술 도중 응급으로 혈전 제거술이나 동맥 우회로술이 필요할 수도 있다(3,19). 이와 같은 합병증은 예방이 매우 중요하며 시술 전 동맥류에 대한 정보, 환자의 선택, 시술 팀의 경험 등에 의하여 그 발생률을 줄일 수 있다고 생각된다.

시술과 연관된 합병증으로는 한 개 혹은 두 개의 신동맥 부위에 이식편이 겹치게 되거나, 내장골동맥을 통하여 원위부로 혈전증의 발생이 일어날 수 있다. 이들 합병증은 신동맥 부위에 다른 stent를 삼입하거나, 시술 전 내장골동맥의 색전증을 시행하여 치료, 예방할 수 있다. 내장골동맥의 원위부 혈전증은 약 78%에서 재시술 없이

Table 1. Endovascular aneurysm repair complications

| |
|---|
| Delivery related & device related |
| Infection |
| Dissection |
| Hematoma |
| Lymphocele |
| Embolization |
| Thrombosis |
| Pseudoaneurysm |
| Perforation/rupture |
| Deployment related |
| Occlusion of main renal artery, SMA, celiac |
| Limb occlusion/graft thrombosis |
| Graft kink |
| Endoleaks |
| AAA rupture |
| Systemic complications |
| Infection/sepsis |
| Cardiac |
| Pulmonary |
| Renal insufficiency |
| Cerebrovascular |
| Bowel ischemia |
| Spinal cord ischemia |

SMA = superior mesenteric artery; AAA = abdominal aortic aneurysm.

증상이 완화되며, 때로 profundaplasty가 필요한 경우도 있다(3,19).

2) 이식편 협착(Endograft limb stenosis)과 폐쇄(occlusion)

EVAR 시술 후 약 3.7%에서 발생하며 50% 이상은 대개 시술 후 30일 이내에 발생한다. EUROSTAR 자료에 의하면 1년에 약 10% 정도가 이와 연관되어 재시술을 시행해야 하는 것으로 보고되고 있다(22). 이는 이식편(endograft)의 내경이 작거나 동맥류가 장골동맥에 까지 연장(extension)되어 있을 경우, 장골동맥이 심하게 굵어져 있거나 대동맥의 분지(bifurcation) 부분이 짧거나, unsupported graft, 외장골동맥이나 대퇴동맥에 심한 동맥경화증이 있을 경우에 많이 발생한다(3,23). 이식편 자체의 불안정성 때문에 협착이나 폐쇄가 약 20%에서 일어날 수 있으며, 이러한 합병증은 이식편의 개발과 발전으로 극복되고 있다(6,22). 이런 합병증의 치료는 대퇴동맥-대퇴동맥 우회로술(femorofemoral bypass), 액와동맥-대퇴동맥 우회로술(axillofemoral bypass)을 시행하거나 혈관 내 시술을 통하여 혈전용해술(thrombolysis)과 다른 stent를 삼입하는 방법으로 치료할 수 있다. 직접적으로 이식편

내에 발생한 혈전(thrombus)을 혈전제거술(thrombectomy)로 제거하는 것은 삽입된 이식편(stent graft)의 모양을 변형시킬 가능성이 있기 때문에 추천되지 않는다(19).

이식편의 뒤틀림이나 꺾임의 경우에도 이식편 내에 혈전증을 유발할 수 있다. EUROSTAR 자료에 의하면 이식편의 꺾임은 약 3.7%에서 발생하고, 주로 여성, 동맥류 경부의 각도, 시술 팀의 경험, device의 종류 등에 따라서 영향을 받으며, 이는 추후 type I, III endoleak, 이식편 협착, 이식편내 혈전증, 이식편의 이동, 수술로의 전환에 영향을 주는 위험인자로 알려져 있다. 특히 자기 스스로 지지되는 이식편(supported graft)인 경우에는 이식편의 유연성이 적기 때문에 이러한 합병증의 발생이 적다고 한다(10). 이러한 합병증의 진단을 위해서는 주기적으로 혈관 초음파(duplex scan) 검사가 필요하다(3). 치료의 적응증은 90° 이상 꺾임이 생기거나 한 쪽 limb의 협착이나 폐쇄가 발생한 경우, 대동맥 부위의 협착이나 폐쇄가 발생하는 경우이다(18).

3) 이식편의 이동(Graft migration)

EVAR 시술 후 시간이 경과하면서 발생할 수 있으며, 매우 심각한 합병증이다. 이는 동맥류 내의 혈전이 녹으면서 발생할 수 있어 혈전의 존재 유무가 많은 영향을 줄 수 있으며, 동맥류 경부의 확장 또한 위험인자이다(14). 이 합병증은 후에 type I endoleak이나 동맥류의 파열을 일으킬 수 있다. EVAR 시술 후에 0~45%에서 보고되고 있으며, 이식편의 이동이 발생한 환자의 47%에서 재시술이 필요하다(3,6,14). 원인으로는 이식편(stent graft)의 근위부의 고정에 문제가 있거나 근위부 동맥류의 경부가 시간이 경과함에 따라서 확장되어서 발생하는 것으로 알려져 있다(24). 근위부 동맥류 경부의 확장의 원인은 정확하게 알려져 있지는 않지만 동맥류의 크기가 증가하거나 동맥류의 압력이 증가하여 발생하는 것으로 의심된다. 한 문헌에 따르면 1년이 경과하면 약 15.5%에서 경부의 확장을 관찰할 수 있다고 보고하고 있다(18).

또한 이식편의 종류, 추적기간이 경과할수록, 이식편의 크기의 적합성의 정도, 동맥류 경부의 크기(28 mm 이상), landing zone의 길이(1.5 mm 이하), 시술 전 동맥류의 크기(5.5 cm 이상)가 위험요소로 알려져 있으며, 이식편의 종류가 개발되고 새로운 시술방법이 개발되면서 그 빈도는 줄어들고 있다(3,4,14,24). 또한 이식편의 종류에 따라서 근위부의 고정에 영향을 미치는 모양에 따라서 그 발생률에 차이가 있다. 치료를 하지 않는 경우에는 이식편의 파열이나 폐쇄, 신동맥의 폐쇄와 같은 합병증을 유발할 수 있으므로 진단이 되면 반드시 치료가 필요하다.

4) Endoleak

복부대동맥류에 대한 EVAR의 목적은 대동맥류의 파열을 예방하고 동맥류 안으로의 혈류를 완벽하게 차단시키는데 있다. 그러나 시술 후에 이식편의 주위로 혈류가 지속적으로 흐르게 되는 경우를 endoleak이라 정의한다. 이러한 합병증은 시술 초기 혹은 후기에도 발생할 수 있으며 그로 인하여 EVAR를 시행받은 환자들은 장기간의 추적 검사가 필요하게 되는 것이다. Endoleak은 EVAR 시술 환자의 약 20~40%에서 발생하며, 혈류의 근원에 따라서 type을 분류한다(25,26).

Type I과 type III의 합병증은 초기에 시술 중이나 시술 후에 반드시 치료를 하는 것이 중요하고, type II endoleak은 논란이 있기는 하지만 약 6개월간의 추적 관찰 기간을 가진 다음에 지속적인 endoleak이 보이면 치료하여야 한다. 특히 type II endoleak의 경우에는 EVAR 시술의 이식편 성공률(graft surveillance)과 연관이 있다 (Table 2)(19,25).

(1) Type I endoleak: 이식편의 근위부나 원위부로부터 혈류가 동맥류안으로 흘러 들어가서 발생하는 경우이다. 시술 초기에 약 0~30%에서 발생하며, 이는 환자의 선택에 따라서 차이가 있다(26,27). 이는 주로 환자의 동맥경화증의 상태, 근위부 대동맥의 석회화 정도, 근위부 동맥류 경부의 예각의 정도, 15 mm 이하의 경부의 길이 등에 의하여 발생하며, 이식편(graft limb)의 길이가 짧거나 이동하는 경우에도 발생할 수 있다(3,25,27,28). 시술 전 정확한 동맥류의 해부학적 진단을 통하여 근위부 삽입 부위의 내경이 잘 맞도록 하고 신동맥을 폐쇄하지 않

Table 2. Classification for endoleaks and endotension

| Endoleaks type | Source of blood flow |
|----------------|---|
| I | Attachment site leaks |
| | Proximal end |
| | Distal end |
| II | Branch leaks |
| | From only 1 patent branch From 2 or more patent branches |
| III | Graft defect |
| | Junctional leak or modular disconnect Fabric disruption (midgraft holes) |
| IV | Graft wall (fabric) porosity |
| Endotension | With no endoleak |
| | With sealed endoleak |
| | With type I or type III leak |
| | With type II leak |

는 한 가장 가까운 위치에 근위부를 고정함으로써 예방할 수 있으며, 이러한 endoleak은 치료를 하지 않으면 동맥류 내로의 혈류가 생겨서 동맥류의 크기가 증가하고 파열될 수 있다. 시술 후에 반드시 혈관 조영술을 통하여 진단하여야 하며, endoleak이 의심이 되면 풍선 확장술이나 coil 색전증, stent의 위치를 이동하여 치료할 수 있다.

(2) **Type II endoleak:** EVAR 시술 후에 요골 동맥이나 하장간막 동맥과 같은 복부 대동맥의 분지로부터 동맥류 안으로 혈류가 들어가는 경우로 정의하며, 초기에 약 10~20%에서 발생하고, 3년 이내에 약 10%에서 발생한다(3,25,27,28). 이는 이식편의 종류, mural 혈전의 존재 유무, 대동맥 분지의 수에 관련이 있으며, 특히 하장간막 동맥의 혈류의 유무와 연관이 크다고 보고되고 있으나, 30~90%에서 저절로 치유되는 것으로 알려져 있다(18,22,25,27). Type II endoleak은 치료하지 않으면 동맥류 내의 혈압을 상승시키고 이로 인하여 동맥류의 크기가 증가하면서 파열을 유발할 수 있다(28). 진단은 현재까지는 컴퓨터 혈관조영술이 가장 좋은 것으로 알려져 있으며, 조기에 발견하는 것이 중요하다. 이러한 endoleak을 예방하기 위해서는 시술 전 내장골동맥의 색전술이 우선되어야 하며, 특히 총장골동맥류가 있거나 총장골 동맥의 길이가 짧은 경우에는 더욱 중요하다(27). 치료는 발생한 시기에 따라서 결정하는데 조기에 발생한 type II endoleak은 시간이 경과하면서 막히게 되나 동맥류의 크기가 시간이 경과할수록 증가할 경우에는 치료를 시행하여야 한다(3,19,28). 또한 시술 후 6개월이 경과한 후 type II endoleak이 있을 경우 그 nidus의 크기가 15 mm 이하일 경우에는 침습적 치료 방법을 쓰지 않더라도 그 내부에 혈전이 형성되어서 막힐 확률이 높고, nidus 내경이 15 mm 이상일 경우에는 동맥류의 크기가 증가할 확률이 높으므로 조기에 치료하는 것이 좋다(28). 또 다른 적응증으로는 컴퓨터 혈관조영술에서 그 크기가 5.5 cm을 넘거나 시술 전 크기의 10% 이상 증가할 경우에 치료가 필요하다(18).

치료방법으로는 transarterial approach로 상장간막 동맥이나 내장골동맥을 통한 coil embolization과 translumbar approach로 직접 동맥류 내의 누출 부위에 embolization하는 방법, 복강경을 이용한 분지의 결찰과 같은 방법이 있으며, 이들 중 translumbar direct embolization 방법이 장기간 성적이 좋은 것으로 알려져 있다(26,28,29).

(3) **Type III endoleak:** 이식편의 종류에 따라서 다르기는 하지만 이식편의 분리(disconnection)나 부식(erosion)으로 인하여 혈류가 동맥류안으로 재개되는 경우이다. 시술 1년 후의 추적 검사 결과 약 4%의 발생률을 보이며, 시술 후 시간이 경과함에 따라서 동맥류의 크기가 감소하면서 발생할 수 있고, 이식편의 연결 부위에 문제

가 생겨서도 발생할 수 있다(27). 많은 이식편의 발달로 이러한 합병증의 발생은 감소하고 있다. 주로 주체(main body)와 또 다른 limb이 겹쳐지는 부위에서 발생할 수 있다. 이는 시간이 경과함으로 일어날 수 있는 이식편의 이동이나 모양의 변형으로 인하여 발생할 수도 있다. 진단하기는 매우 힘들어서 재시술 도중 혈관 조영술로서 진단되는 경우가 많다. 이런 합병증이 발생하면 새로운 이식편(stent graft)을 해당 부위에 시술하여 치료할 수 있다(3,27).

(4) **Type IV endoleak:** 이식편의 porosity 때문에 동맥류 내로 혈류가 재개되는 경우이다. 이식편의 재질에 따라서 발생할 수 있으며, 항응고제의 투여와 같은 보존적인 요법을 통하여 자연 치유되는 경우가 많다(27). 이는 초기의 EVAR 시술 시에 많이 발생하였으나 이식편의 발달과 개선으로 줄어들고 있는 합병증이다. AneuRx로 시술한 경우에 다른 이식편에 비하여 발생률이 높은 것으로 보고되고 있다(3).

5) Endotension

동맥류의 EVAR 시술 후에 endoleak의 존재가 없이 동맥류 내의 압력이 증가하는 경우로 정의되며, 현재의 진단방법으로 진단되지 않는 지속적인 endoleak이 있거나 대동맥의 분지가 혈전으로 폐쇄되었다가 시간이 경과함에 따라서 혈류가 재개되어서 동맥류 내로 혈류가 생기는 경우에 발생하여 동맥류 내의 압력이 증가되고 후에 파열을 가져 올 수 있다(19,26). 이러한 합병증은 재수술과 같은 2차적인 치료를 필요로 하기 때문에 시술 후 추적검사가 매우 중요하다 하겠다. 문헌에 따라서 차이는 있으나 4년 추적 검사결과에 따르면 약 37%에서 동맥류의 크기가 증가하고, 21%에서만이 시술 후 동맥류의 크기가 감소함을 보고하기도 한다(20). 특히 Excluder나 AneuRx로 시술한 경우에 다른 이식편에 비해서 동맥류의 감소율이 적은 것으로 보고되고 있다(20).

병리학적인 원인은 잘 알려져 있지는 않지만 첫째 동맥류 내에 발생하는 hygroma나 혈전이 분해되면서 동맥류의 벽이 약해지고 이식편 내의 동맥압이 약해진 동맥류의 벽을 확장시킨다는 가설과, 둘째 이식편 자체의 재질의 문제로써 동맥압이 직접 동맥류에 미치는 가설, 셋째, 이식편의 재질에 문제가 생겨서 발생한다는 가설이 있다(27,30). 그러나 이러한 동맥류 크기의 변화는 endoleak과 관련이 있을 확률이 높고, 시간이 경과할수록 동맥류의 파열을 가져올 수 있으므로 조기에 추적검사를 통하여 동맥류의 크기의 변화, 용적의 변화를 관찰하는 것이 중요하다(20).

6) 동맥류의 파열

EVAR 시술 후에 시간이 경과하면서 동맥류의 크기가

증가하여 파열을 일으킬 수 있다. EVAR 시술 후 원래 동맥류의 크기는 변화가 없거나, 증가하거나, 줄어드는 결과를 나타낸다. 문헌에 따라서 그 발생률에 차이는 있지만 시술 후 3년의 추적검사 결과 약 12%에서 동맥류의 크기가 증가함을 보고하고 있다. 동맥류의 크기의 증가와 동맥류의 파열은 상관관계가 없는 것으로 보고되고는 있으나, 시술 후 5 mm 이상 그 크기가 증가하면 endoleak을 의심하고 치료를 고려하여야 한다(1). 2003년 EUROSTAR 자료에 의하면 시술 후 1년에 약 1% 정도에서 파열을 일으킬 수 있으며, 이를 치료하기 위해서 개복수술로 전환할 경우 그 예후가 치명적이다. 파열을 일으킬 수 있는 위험인자로는 type I, III endoleak의 발생, 이식편의 이동 및 그 종류, 진단 시 동맥류의 크기 등으로 알려져 있다. 동맥류의 파열은 시술 후 동맥류의 크기의 증가보다는 시술 전 동맥류의 크기가 더 많은 연관이 있다고 한다. 이를 예방하기 위해서는 철저한 추적 검사와 조기 진단이 매우 중요하다고 하겠다(3).

7) 전신적인 합병증(Systemic complication)

EVAR 시술 후 심장 및 호흡기 합병증 발생률은 10.6%, 3.2%로 개복수술의 21.8%, 16.1%에 비하여 낮게 보고되고 있다(17,19). 특히 심장질환이 있거나 노인의 경우에는 EVAR 시술이 개복수술에 비하여 합병증 발생률이 더 낮다고 보고되고 있다.

그 외에 합병증으로는 동맥경화증이 있는 혈관 내에서 시술을 함으로써 0.21%에서 색전증이나 척추신경 허혈 증 같은 합병증도 일으킬 수 있다. 척추신경이 요골동맥으로부터 혈류를 받는 경우는 약 10%로 알려져 있으며, 시술 중 동맥경화증이 심한 대동맥으로부터 색전증이 유발되어서 발생한다. 드물기는 하지만 직장이나 결장의 혈류의 차단으로 인하여 장의 괴사를 초래할 수도 있다(31).

EVAR를 시행하고 난 후 전신적인 감염을 일으킬 수 있는데, EVAR에서 사용하는 이식편(endograft)는 개복수술에서 사용하는 이식편에 비하여 세균의 감염에 저항성이 약한 것으로 알려져 있다(5). 그러므로 시술 시 무균적인 조작, 시술 전 항생제의 사용으로 그 발생률을 감소시켜야 한다(3,19). 이식편에 기계적인 손상으로 erosion이 발생할 시에는 주변 장벽의 손상을 초래할 수 있어 2차적인 감염이 초래될 수 있다(32). 시술 후 감염의 전신적인 증상이 있을 때 복부 컴퓨터 단층 촬영이나 TC 99 scintigraphy, magnetic resonance imaging를 이용하여 감염된 이식편을 진단할 수 있다. 치료는 감염된 이식편을 완전히 제거하고 혈관 재문합술을 시행하여야 한다(32).

결 론

복부 대동맥류에 대한 치료 방법은 1990년대 EVAR 시술이 소개되면서 개복수술에 비하여 단기간 내의 사망률의 감소, 짧은 입원기간, 시술 중 혈액소실의 감소 등 여러 장점을 가지고 있어서 최근에 이르러 복부 대동맥류뿐만 아니라 흉부 동맥류의 치료에까지 그 치료 영역이 넓어지고 있다. 그러나 장기간의 성적에 따르면 환자의 생존율에는 영향을 미치지 못한다고 알려져 있으며, 이식편이나 시술과 연관된 합병증의 발생이 많으며 이로 인한 재시술의 빈도가 개복수술에 비해서 높다고 알려져 있다. 그러므로 EVAR 시술 후 발생할 수 있는 합병증에 대하여 정확하게 아는 것이 매우 중요하다. 시술 초기에 올바른 진단 방법으로 시술과 관련된 합병증을 진단하고 치료함으로써 보다 더 넓은 영역으로의 치료 영역을 확대할 수 있으리라 생각된다.

REFERENCES

- Zarins CK, Bloch DA, Crabtree T, Matsumoto AH, White RA, Fogarty TJ. Aneurysm enlargement following endovascular aneurysm repair: AneuRx clinical trial. *J Vasc Surg* 2004; 39:109-117.
- Greenhalgh RM, Brown LC, Kwong GP, Powell JT, Thompson SG; EVAR trial participants. Comparison of endovascular aneurysm repair with open repair in patients with abdominal aortic aneurysm (EVAR trial 1), 30-day operative mortality results: randomised controlled trial. *Lancet* 2004; 364:843-848.
- Becquemin JP, Allaire E, Desgranges P, Kobeiter H. Delayed complications following EVAR. *Tech Vasc Interv Radiol* 2005;8:30-40.
- AbuRahma AF, Campbell J, Stone PA, Nanjundappa A, Jain A, Dean LS, et al. The correlation of aortic neck length to early and late outcomes in endovascular aneurysm repair patients. *J Vasc Surg* 2009;50:738-748.
- Kubin K, Sodeck GH, Teufelsbauer H, Nowatschka B, Kretschmer G, Lammer J, et al. Endovascular therapy of ruptured abdominal aortic aneurysm: mid- and long-term results. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2008;31:496-503.
- Liewald F, Scharrer-Pamler R, Gorich J, Kapfer X, Seifarth H, Halter G, et al. Intraoperative, perioperative and late complications with endovascular therapy of aortic aneurysm. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2001;22:251-256.
- Ohki T, Veith FJ, Shaw P, Lipsitz E, Suggs WD, Wain RA, et al. Increasing incidence of midterm and long-term complications after endovascular graft repair of abdominal aortic aneurysms: a note of caution based on a 9-year experience.

- Ann Surg 2001;234:323-334.
- 8) Rutherford RB. Randomized EVAR trials and advent of level I evidence: a paradigm shift in management of large abdominal aortic aneurysms? *Semin Vasc Surg* 2006;19:69-74.
 - 9) van Herwaarden JA, van de Pavoordt ED, Waasdorp EJ, Albert Vos J, Overtom TT, Kelder JC, et al. Long-term single-center results with AneuRx endografts for endovascular abdominal aortic aneurysm repair. *J Endovasc Ther* 2007;14:307-317.
 - 10) van Marrewijk C, Buth J, Harris PL, Norgren L, Nevelsteen A, Wyatt MG. Significance of endoleaks after endovascular repair of abdominal aortic aneurysms: The EUROSTAR experience. *J Vasc Surg* 2002;35:461-473.
 - 11) Vogel TR, Symons RG, Flum DR. Longitudinal outcomes after endovascular repair of abdominal aortic aneurysms. *Vasc Endovascular Surg* 2008;42:412-419.
 - 12) Zarins CK, White RA, Fogarty TJ. Aneurysm rupture after endovascular repair using the AneuRx stent graft. *J Vasc Surg* 2000;31:960-970.
 - 13) Brown LC, Greenhalgh RM, Powell JT, Thompson SG. Use of baseline factors to predict complications and reinterventions after endovascular repair of abdominal aortic aneurysm. *Br J Surg* 2010;97:1207-1217.
 - 14) Cao P, Verzini F, Zannetti S, De Rango P, Parlani G, Lupattelli L, et al. Device migration after endoluminal abdominal aortic aneurysm repair: analysis of 113 cases with a minimum follow-up period of 2 years. *J Vasc Surg* 2002;35:229-235.
 - 15) Prinssen M, Verhoeven EL, Buth J, Cuypers PW, van Sambeek MR, Balm R, et al. A randomized trial comparing conventional and endovascular repair of abdominal aortic aneurysms. *N Engl J Med* 2004;351:1607-1618.
 - 16) Cuypers PW, Laheij RJ, Buth J. Which factors increase the risk of conversion to open surgery following endovascular abdominal aortic aneurysm repair? The EUROSTAR collaborators. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2000;20:183-189.
 - 17) Elkouri S, Gloviczki P, McKusick MA, Panneton JM, Andrews J, Bower TC, et al. Perioperative complications and early outcome after endovascular and open surgical repair of abdominal aortic aneurysms. *J Vasc Surg* 2004;39:497-505.
 - 18) Becquemain JP, Kelley L, Zubilewicz T, Desgranges P, Lapeyre M, Kobeiter H. Outcomes of secondary interventions after abdominal aortic aneurysm endovascular repair. *J Vasc Surg* 2004;39:298-305.
 - 19) Katzen BT, MacLean AA. Complications of endovascular repair of abdominal aortic aneurysms: a review. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2006;29:935-946.
 - 20) Cho JS, Dillavou ED, Rhee RY, Makaroun MS. Late abdominal aortic aneurysm enlargement after endovascular repair with the Excluder device. *J Vasc Surg* 2004;39:1236-1241.
 - 21) Malina M, Lindblad B, Ivancev K, Lindh M, Malina J, Brunkwall J. Endovascular AAA exclusion: will stents with hooks and barbs prevent stent-graft migration? *J Endovasc Surg* 1998;5:310-317.
 - 22) Carroccio A, Faries PL, Morrissey NJ, Teodorescu V, Burks JA, Gravereaux EC, et al. Predicting iliac limb occlusions after bifurcated aortic stent grafting: anatomic and device-related causes. *J Vasc Surg* 2002;36:679-684.
 - 23) Carpenter JP, Neschis DG, Fairman RM, Barker CF, Golden MA, Velazquez OC, et al. Failure of endovascular abdominal aortic aneurysm graft limbs. *J Vasc Surg* 2001;33:296-302.
 - 24) May J, White GH, Ly CN, Jones MA, Harris JP. Endoluminal repair of abdominal aortic aneurysm prevents enlargement of the proximal neck: a 9-year life-table and 5-year longitudinal study. *J Vasc Surg* 2003;37:86-90.
 - 25) Fan CM, Rafferty EA, Geller SC, Kaufman JA, Brewster DC, Cambria RP, et al. Endovascular stent-graft in abdominal aortic aneurysms: the relationship between patent vessels that arise from the aneurysmal sac and early endoleak. *Radiology* 2001;218:176-182.
 - 26) Veith FJ, Baum RA, Ohki T, Amor M, Adiseshiah M, Blankensteijn JD, et al. Nature and significance of endoleaks and endotension: summary of opinions expressed at an international conference. *J Vasc Surg* 2002;35:1029-1035.
 - 27) Cao P, De Rango P, Verzini F, Parlani G. Endoleak after endovascular aortic repair: classification, diagnosis and management following endovascular thoracic and abdominal aortic repair. *J Cardiovasc Surg (Torino)* 2010;51:53-69.
 - 28) Timaran CH, Ohki T, Rhee SJ, Veith FJ, Gargiulo NJ 3rd, Toriumi H, et al. Predicting aneurysm enlargement in patients with persistent type II endoleaks. *J Vasc Surg* 2004;39:1157-1162.
 - 29) Baum RA, Carpenter JP, Golden MA, Velazquez OC, Clark TW, Stavropoulos SW, et al. Treatment of type 2 endoleaks after endovascular repair of abdominal aortic aneurysms: comparison of transarterial and translumbar techniques. *J Vasc Surg* 2002;35:23-29.
 - 30) Lin PH, Bush RL, Katzman JB, Zemel G, Puente OA, Katzen BT, et al. Delayed aortic aneurysm enlargement due to endotension after endovascular abdominal aortic aneurysm repair. *J Vasc Surg* 2003;38:840-842.
 - 31) Berg P, Kaufmann D, van Marrewijk CJ, Buth J. Spinal cord ischaemia after stent-graft treatment for infra-renal abdominal aortic aneurysms. Analysis of the Eurostar database. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2001;22:342-347.
 - 32) Setacci C, De Donato G, Setacci F, Chisci E, Perulli A, Galzerano G, et al. Management of abdominal endograft infection. *J Cardiovasc Surg (Torino)* 2010;51:33-41.