무증상으로 우연히 발견된 비파열성 뇌동맥류의 관리

조원상 · 이성호 · 강현승 · 김정은

서울대학교 의과대학 서울대학교병원 신경외과

Management of incidentally found unruptured intracranial aneurysms

Won-Sang Cho, MD · Sung Ho Lee, MD · Hyun-Seung Kang, MD · Jeong Eun Kim, MD

Department of Neurosurgery, Seoul National University Hospital, Seoul National University College of Medicine, Seoul, Korea

Incidentally found unruptured intracranial aneurysms are increasing because of the popularity of medical check-ups with cerebrovascular imaging and the recent growing interest in health. Accordingly, surgical or endovascular treatments are also increasing in prevalence to improve aneurysm-related symptoms or prevent the rupture of aneurysms causing devastating conditions. However, treatment plans should be carefully determined based on the natural history of aneurysms, comorbidities of the patients, and institutional situations because of the relatively low risk of rupture, no uncommon treatment-related complications, and considerable economical and psychological burdens. Recently, domestic and international clinical guidelines for unruptured intracranial aneurysms were introduced, and the guidelines have been continuously revised according to advancements in imaging and treatment techniques. Here, this review paper introduces the clinical characteristics of unruptured intracranial aneurysms including the epidemiology, risk factors of development, growth and rupture, natural course, symptoms and signs, imaging tools for diagnosis and follow-up, and treatment methods. This paper also includes recent international prospective trials, analytic reports with big data from national health insurance and health insurance review and assessment services, and the guidelines of Korea and other foreign countries.

Key Words: Intracranial aneurysm; Natural history; Risk factors; Therapeutics

서론

뇌동맥류란 뇌혈관 벽의 안쪽을 형성하고 있는 내탄력층과 중막이 손상되거나 결손부위가 발생하면서 혈관벽이 비정상

적으로 부풀어 오른 혈관 병변을 말한다. 유병률은 전 인구의 약 2-4% 정도로 알려져 있는데, 외상이나 감염에 의해 이차적으로 발생하기도 하지만 대부분 자발성으로 발생한다[1]. 뇌동맥류가 파열하면 지주막하출혈이나 뇌내출혈과 같은 뇌출혈이 발생하고 각종 합병증이 동반되어 결국은 3분의 1의 환자들이 사망에 이를 정도로 심각한 이환율과 사망률을 야기하기 때문에, 뇌혈관질환 중에서 학문적, 의료적, 그리고 보건사회적으로 많은 관심을 받는 질환 중의 하나이다[2]. 과거에는 주로 뇌동맥류가 파열한 뒤에 응급실로 방문하여 뇌동맥류를 진단받는 경우가 대부분이었지만, 근래에는 영상검사법이 널리 보급되고 건강검진이 보편화되면서 무증상으로

Received: February 18, 2020 Accepted: May 6, 2020

Corresponding author: Won-Sang Cho
E-mail: nsdrcho@snuh.org

© Korean Medical Association

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

우연히 발견되는 뇌동맥류를 주소로 병원에 방문하는 경우가 증가하고 있다[3]. 이에 우연히 발견된 비파열성 뇌동맥류의 역학, 증상, 예후, 진단 및 치료까지 두루 살펴보고자 한다.

역학

대규모 전향적인 역학연구는 아직 없지만 체계적 고찰과 메타분석에 근거한 연구결과에 따르면, 비파열성 뇌동맥류의 유병률은 동반질환이 없고 50대 정도의 인구집단에서 3.2% (95% 신뢰구간 1.9–5.2%) 정도이다[1,4]. 여성에서 호발하며, 30세 이상의 인구에서 나이가 들에 따라 유병률이 증가한다. 최근 대한민국 국민을 대상으로 한 역학연구 결과들이 발표되었는데 이전의 서양의 결과와 비슷한 경향을 보인다. 한국보건의료연구원이 2006년에서 2009년 사이의 건강보험심사평가원 자료를 평균 3.3년 동안 분석한 결과, 비파열성 뇌동맥류의 연 발생률은 0.02%인 것으로 나타났다[5]. 건강보험공단의 100만 명 코호트 자료를 2005년부터 2013년까지 분석한 연구에서는[6], 비파열성 뇌동맥류의 연 평균 발생률은 10만 명당 41.8건인 것으로 앞선 발표보다 조금 더 높은 발생률을 보였다. 2008년부터 2016년 사이의 건강보험공단 데이터를 이용한 가장 최근 연구를 보면[3], 2008년에 비해 2016년도에 비파열성 뇌동맥류의 발생률이 29.7% 정도 증가하였는데, 실제로 병변이 증가했다기 보다는 검진으로 우연히 발견되는 뇌동맥류가 증가했기 때문으로 판단하고 있다. 2016년 비파열성 뇌동맥류의 평균 연 발생률은 10만 명당 71.4건이며, 남자보다는 여자에서 호발하며, 30세 이후부터 급격히 증가하다가 80세가 넘으면서 발생률이 감소하는 모습을 보였다. 반면 출혈성 뇌동맥류의 발생률은 서서히 감소하는 추세를 보이고 있는데, 우연히 발견된 비파열성 뇌동맥류에 대한 치료가 증가하면서 감소하는 것으로 추정하고 있다.

원인

교정 불가능한 뇌동맥류의 발생 원인으로서 잘 알려진 위

험인자로는, 나이, 성별, 인종, 가족력이 있다. 여성일수록, 30세 이상으로 고령이 될수록, 한국인 일본인과 같은 동양인이나 핀란드인일수록, 그리고 두 명 이상의 친족이 뇌동맥류나 지주막하출혈 과거력을 가지고 있는 경우가 알려져 있다[7–9]. 교정 가능한 원인으로는 흡연과 고혈압이 있다. 과도한 음주섭취나 약물복용은 아직 명확한 근거가 없다. 드물지만 유전적 원인으로는 결합조직과 관련된 유전자 이상 질환들이 잘 알려져 있는데[10], 대표적인 것은 상염색체우성 다낭신, 제4형 엘러스–단로스 증후군(Ehlers–Danlos syndrome), 마판 증후군(Marfan's syndrome), 섬유근육이형성증, 이첨판 대동맥판막증, 대동맥 축착증 등이 있다. 상염색체우성 다낭신의 경우 6% 정도의 환자가 뇌동맥류를 동반하게 되며 가족력이 있는 경우에는 16% 정도로 높아진다[11]. 또한 최근 유전자검사 기법이 발전하면서 새로운 유전적 변이들이 속속 발견되고 있다.

한편, 이미 발견된 뇌동맥류의 성장이나 파열과 관련된 인자로는, 여성, 흡연, 고혈압, 뇌동맥류의 위치, 크기와 모양, 증상동반이 잘 알려져 있다. 크기가 클수록, 모양이 불규칙적이고 작은 물집모양의 변화가 있고, 후 순환계나 전 교통동맥 내지 후 교통동맥에 위치한 뇌동맥류의 경우에 성장하고 파열될 가능성이 높은 것으로 보고되고 있다[12–15]. 국내에서 발표된 연구결과에서는, 뇌동맥류 발생 내지 파열과 관련된 위험요인으로는 여성, 고령, 고혈압, 심장질환 병력과 뇌졸중 가족력이 유의하였다[5,6].

따라서, 앞서 언급한 위험인자가 있는 40세 이상의 일반인은 뇌혈관 영상검사를 받아보는 것이 추천되며, 무증상의 비파열성 동맥류가 발견된 경우에는 교정 가능한 인자인 흡연, 고혈압에 대한 철저한 관리와 더불어 1–2년 정도 간격으로 정기적인 영상검사를 시행하는 것이 바람직하다[4,8,9].

자연경과

비파열성 뇌동맥류의 자연경과에 대한 가장 대표적인 연구는 International Study of Unruptured Intracranial

Aneurysm (ISUIA)와 Unruptured Cerebral Aneurysm Study (UCAS) 연구들이다. 1998년 발표된 ISUIA는 미국, 캐나다, 유럽의 2,621명의 환자를 대상으로 평균 8.3년간 전향적으로 추적 조사한 다기관 연구로[15], 10 mm 미만의 크기의 뇌동맥류에 있어서 지주막하출혈 병력이 있는 경우 없는 경우에 비해 11배나 높은 연 파열률(0.5% 대 0.05%)을 보였다. 10 mm 이상의 크기인 경우 지주막하출혈 병력과 관계없이 연 1% 정도의 파열을 보였고, 25 mm 이상의 거대 동맥류의 경우 6%의 연 파열률을 보였다. 크기, 지주막하 출혈 과거력 외에도 후 순환계나 후 교통동맥 위치가 파열 위험인자로 분석되었고, 반대로 내경동맥 중에서 안동맥 기시부나 해면정맥동 분절에서 기시한 뇌동맥의 경우 거의 파열하지 않는 것으로 나타났다. 2003년 제2차 ISUIA 결과가 발표되었는데, 5년 누적 파열률은 7 mm 미만은 2.5%, 7-12 mm는 14.5%, 13-24 mm는 18.4% 그리고 25 mm 이상은 50%였다[12]. 이전에 발표된 연구결과들과 비교해서 뇌동맥류 파열률이 낮아 논란이 있었고 연구대상자에 있어 선택 편향이 지적되기도 하였으나, 최초의 다기관 전향적 코호트연구로서 중요한 연구결과로 간주되고 있다.

2001년에서 2004년 동안 3 mm 이상의 뇌동맥류를 가진 5,720명의 일본 환자를 대상으로 한 자연경과에 대한 연구결과 UCAS가 2012년 발표되었다[14]. 평균 뇌동맥의 크기가 5.7 mm, 연 파열률은 0.95%로 ISUIA 결과보다 높았다. 3-4 mm 크기를 기준으로 할 때, 5-6 mm는 1.13배, 7-9 mm는 3.35배, 10-24 mm는 9.09배, 25 mm 이상은 76.26배 파열률이 높은 것으로 분석되었다. ISUIA와 달리 전 교통동맥이나 후 교통동맥에 위치할 때, 그리고 물집변화(daughter sac)가 있을 때 파열 위험성이 유의하게 높았다.

그 외에 중요한 대표적인 자연경과 연구로 핀란드연구팀에서 142명의 핀란드인의 181개의 비파열성 뇌동맥류를 14, 20, 33년 동안 추적관찰한 결과, 연평균 1.3%의 파열률, 20년과 30년 누적 파열률은 각 23%와 30%로 보고하였다[13,16,17]. 뇌동맥류의 크기, 연령, 흡연이 뇌동맥류 파열의 유의한 위험인자로 분석되었다. 후향적 연구이지만, 핀란드 내의 모든 환자가 1-2개 의료센터에 모이는 독특한 의료 시스템으로 인해, 균질하게 관찰한 환자군의 비파열성 뇌동

맥류의 자연경과를 관찰한 결과라는 점에서 가장 중요한 자연경과 연구 중의 하나로 받아들여지고 있다.

2010년에 일본에서 Small Unruptured Intracranial Aneurysm Verification (SUAVe) 연구결과가 발표되었는데[18], 5 mm 미만의 작은 뇌동맥류를 41개월간 추적 관찰한 결과 연 평균 파열률은 0.54%였고, 단일 동맥류는 0.34%이고 다발성 동맥류는 0.95%의 파열률을 보였다. 크기, 고혈압, 다발성, 50세 미만의 젊은 나이에서 유의하게 높은 뇌동맥류 파열률을 보였다. 작은 뇌동맥류의 파열률이 높을 수 있다는 점을 보여주고 있어 학계의 관심을 받았다.

한국에서는 아직 제대로 된 연구결과가 없지만, 건강보험공단 자료를 이용한 의미 있는 시도가 있었다. 건강보험공단 자료는 전 국민의 97%에 해당하는 의료데이터를 포함하고 있기 때문에, 비록 한계가 있지만 국내 뇌동맥류 환자들의 전반적인 경향을 평가하는데 유용할 수 있다. 한국 보건 의료 연구원이 수행한 자료 분석에 의하면, 3.3년 동안 비파열성 뇌동맥류는 연 평균 약 0.82%로 나타났다[5]. 뇌동맥류의 크기를 측정하지는 못했지만 대부분 7 mm 이하의 작은 뇌동맥류일 가능성이 높기 때문에 일본에서 진행된 UCAS나 SUAVe 연구결과와 비슷한 결과로 판단된다. 지리적, 인종적인 유사성을 고려하여 일본의 연구결과를 국내 뇌동맥류 환자를 평가하고 치료계획을 세우는데 주로 적용하고 있다.

한편, 뇌동맥류의 성장이나 파열의 위험인자를 이용하여 각각의 발생가능성을 예측하는 점수화 체계들이 소개되었다. ELAPSS (earlier subarachnoid hemorrhage, location of aneurysm, age, population, size, and shape)라는 뇌동맥류 성장을 예측하는 점수화 체계[19], 5년 뇌동맥류 파열 위험성을 예측하는 PHASES (population, hypertension, age, size, earlier subarachnoid hemorrhage, site) 체계[20], 뇌동맥류의 치료 방법을 결정하는 UIATS (unruptured intracranial aneurysm treatment score) 체계[21]가 대표적이다. 이러한 점수화 체계는 향후 인공지능 기술과 접목되어 일차진료의 내지 비전문가들이 대략의 치료계획을 예측하고 관련 전문의에게 환자를 의뢰하는데 큰 역할을 할 것으로 기대된다.

증상

대부분의 비파열성 뇌동맥류는 무증상으로 우연히 발견되지만, 10-15%는 증상을 동반하는 것으로 알려져 있다[22]. 증상의 대부분은 종괴효과로 인한 것이고, 드물게 뇌동맥류에서 기인한 색전증으로 인해 일과성 허혈 발작이나 뇌경색이 유발되는 경우가 있다. 종괴효과는 뇌동맥류가 인근 뇌신경이나 신경다발을 압박하는 경우로 대부분 크기가 큰 경우에 발생하지만 크기가 작아도 국소적으로 뇌신경을 압박하는 경우에도 증상을 유발할 수가 있다. 대표적인 종괴효과로는 후 교통동맥이나 기저동맥 침부에서 기인한 뇌동맥류에 의한 동안신경 마비증상으로, 갑자기 복시나 눈꺼풀 처짐 또는 눈부심이 발생하게 되면 당뇨와 함께 반드시 감별해야 하는 원인질환이다. 그 외에 드물지만, 중대뇌동맥에서 뇌동맥류가 기시하는 경우에는 반신위약, 시야장애, 또는 발작의 증상을 나타낼 수 있으며, 기저동맥의 뇌동맥류가 뇌간을 압박하여 위약, 감각이상, 뇌신경마비 증상을 유발할 수 있고, 내경동맥의 해면정맥 분절에서 기시한 뇌동맥류는 해면정맥동을 지나는 뇌신경을 압박하여 복시, 감각이상, 안면통증 등이 나타날 수 있다.

파열되는 경우는 경미한 두통에서 극심한 두통, 구토, 구역, 의식저하, 신경학적 이상소견, 심하면 심장마비나 사망에 이르기까지 다양한 정도의 증상이 발생하는데, 뇌동맥류 파열 시 약 70% 정도의 환자는 최선의 치료를 받아도 신경학적 장애 내지 사망에 이르게 되므로 반드시 신속하게 응급실에 방문하여 뇌동맥류 파열 여부를 확인해야 한다[23].

진단 및 경과관찰

비파열성 뇌동맥류를 발견을 위한 선별검사로는 자기공명 혈관검사나 컴퓨터단층촬영혈관검사로 충분하다. 다만 컴퓨터단층촬영혈관검사는 조영제와 엑스선을 사용해야 하므로, 방사선 조사, 조영제에 의한 과민반응이나 신장손상 가능성을 고려해야 한다. 한편, 자기공명 혈관검사는 방사선이 없

고 대부분 조영제가 필요 없는 장점이 있고, 반면 비용이 비싸고 20분에서 40분 정도 가만히 움직이지 않고 누워있어야 해서 폐쇄공포증이 있거나 가만히 있을 수 없는 환자에서는 검사가 어려울 수 있다. 또한 자기장의 영향을 받는 인공심장 박동기나 보철물이 있는 경우 검사가 불가능하다. 뇌혈관 조영술은 가장 정확한 검사법으로, 대퇴부동맥이나 요골동맥을 통해 미세도관을 넣고 두정부 혈관에 접근한 뒤 조영제를 주입하면서 엑스레이 영상을 얻게 된다. 다른 검사에서 뇌동맥류 여부가 애매하거나 치료가 필요한 뇌동맥류의 치료계획을 세우고, 치료 후 치료상태를 정확히 평가할 목적으로 시행하게 된다. 다른 검사들과 달리 침습적인 검사이므로, 감염, 출혈, 알리지, 혈색전증 등 드물지만 치명적일 수 있는 합병증이 발생할 수 있으므로 반드시 필요한 경우에만 시행하는 것이 좋다.

뇌동맥류 치료 후에 치료방법에 따라 적절한 검사방법이 다르다. 컴퓨터단층촬영의 경우 선속강화효과가 있지만 조영제를 사용하므로 수술용 티타늄 클립이나 시술용 백금코일과 정상혈관이 어느 정도 구별이 가능하여 치료 후 추적관찰용 검사로 선호된다. 또한, 자기공명검사의 경우에는 금속성분에 의해 발생하는 좌화울 인공물로 인해, 뇌동맥류 수술용 티타늄 클립을 사용한 경우에는 조영제를 사용하여도 주변 혈관이 관찰되지 않아 수술 후 검사로는 부적절하지만, 코일색전술을 시행한 경우에는 비교적 정확하게 뇌동맥류의 상태를 평가할 수 있어 치료 후 재발여부를 확인하는데 주로 이용되고 있다[24]. 뇌혈관조영술의 경우에는 어떤 치료를 했든 뇌혈관의 치료상태를 가장 정확하게 평가할 수 있기 때문에, 코일색전술과 클립 결찰술을 같이 시행한 경우나 스텐트를 이용한 코일 색전술 이후에 혈관상태를 명확히 평가할 목적으로, 그리고 클립 결찰술 후에 컴퓨터단층촬영에서 구별이 잘 안되는 경우에 시행하게 된다.

자기공명검사나 컴퓨터단층촬영에서 간혹 진성 뇌동맥류인지 접합부 팽대인지 구별이 잘 안되어 큰 병원을 방문하는 경우가 상당히 많다. 접합부 팽대란 정상혈관이 기시하는 부위가 넓고 기시하는 혈관이 가늘어서 해상도가 떨어지는 검사를 시행한 경우 가는 혈관은 안보여서 기시하는 넓은 부위가 마치 뇌동맥류처럼 보이는 경우를 말한다. 3차

Figure 1. Junctional dilatation versus aneurysm. (A) An aneurysm at the left anterior choroid artery (arrow) is suspected on the conventional magnetic resonance angiography. (B) On the high resolution magnetic resonance imaging, however, the anterior choroid artery (thick arrow) and its junctional dilatation (thin arrow) are identified.

원으로 재구성된 뇌혈관 영상대신 time-of-flight 소스영상(TOF source images)을 보거나 고해상도 자기공명검사를 시행하면 대부분 감별이 가능하며[25], 그래도 안되는 경우 뇌혈관조영술을 시행하게 된다(Figure 1). 그러나, 감별이 어려운 경우는 뇌동맥류라고 하고 대부분 크기가 작아 파열 가능성이 낮기 때문에 굳이 뇌혈관조영술을 하기 보다는 1-2년 간격으로 고해상도 자기공명검사를 하여 경과 관찰하는 것을 추천한다.

비파열성 뇌동맥류의 파열이 의심될 경우에는 보통 컴퓨터단층촬영으로 지주막하출혈이 관찰되지만, 확인이 안되는 경우 자기공명검사나 요추천자를 통해 확진할 수 있다. 지주막하출혈이 확인되는 경우, 원인질환으로 가장 흔한 원인이 뇌동맥류이므로 반드시 혈관조영술을 시행하여 파열 여부 확인 및 치료계획을 세워야 한다.

치료

치료법에는 보존적 치료, 수술, 혈관 내 시술이 있다. 자연 경과를 고려해서 치료 여부를 결정하게 되며, 수술적 치료는 혈관 내 시술이든 파열 가능성이 치료관련 합병증보다 높다고 판단될 때 시행하는 것이 합리적이다. 국내외 권고사항에 따르면[4,8,9], 4-5 mm 미만의 작은 뇌동맥류는 관찰하도록 권고하고 있지만, 크기가 절대적인 요인이 아니기 때문에 나이, 성별, 인종, 동반질환, 흡연여부, 가족력, 지주막하출혈 과거력, 뇌동맥류의 크기, 모양과 위치, 병원의 특성 등 여러 가지 요인들을 고려하여 치료여부를 결정하는 것이 바람직하다.

수술적 치료법에는 클립 결찰술(surgical clipping), 혈관 문합술 및 모 동맥 폐색 등이 있으며, 수술적 치료를 시행하는 뇌동맥류의 95% 이상이 1937년 Dandy [26]가 처음 시작한 이래 표준화된 클립 결찰술로 치료되고 있다(Figure 2). 한편, 1991년 Guglielmi 등[27]이 분리 가능한 백금 코일(coil)을 개발하고 1995년 미국 식품의약품국에서 승인된 이후, 불과 10년만에 파열성 뇌동맥류 치료에 대한 비교연구인 ISAT (International Subarachnoid Aneurysm Trial)에서 혈관 내 코일 색전술이 클립 결찰술보다 우수한 신경학적 경과를 보였고 합병증 및 사망률이 낮은 것으로 분석되어[28,29], 수술과 더불어 대표적인 치료법으로 자리 잡게 되었다(Figure 3). 현재는 파열성이든 비파열성 뇌동맥류이든 가능하다면 코일 색전술을 먼저 고려하도록 권고되고 있으며[4,8,9,23], 최근 스텐트, 풍선, 미세도관 등 기술적인 발전으로 그 한계를 극복하고 있다. 다만, 코일 색전술은 클립 결찰술에 비해 내구성 떨어지고 재발률이 약 11-20% 정도로 높기 때문에 치료 후 정기적인 영상추적검사가 필요하며[23,28,30,31], 스텐트를 사용하는 경우 혈색전증 위험성이 있어 항혈소판제를 장기간 복용해야 하는 부담이 있다[32]. 반면, 나이가 젊거나 정기적인 검사가 어려운 경우 또는 조영제로 인해 신장기능저하가 있거나 조영제 부작용이 있는 환자에게는 수술적 치료가 유리할 수 있다. 의료가관마다 치료법의 선택 및 성적에 편차가 있고, 앞서 기술한 치료법 간의 기본적인 차이점 외에도 환자나 뇌동맥류의 특성으로 인해 더 유리한 치료법이 있기 때문에, 여러

Figure 2. An example of surgical clipping. (A) An aneurysm at the bifurcation of the left middle cerebral artery (arrow) is identified on the 3-dimensional reconstructive image of cerebral angiography. (B) The aneurysm was completely excluded by multiple clips (arrow).

가지를 고려하여 전문가와 상의하여 치료법을 결정하는 것이 바람직하다.

최근 뇌동맥류의 발생과 성장을 억제하는 치료제 연구가 일본 교토대학 그룹에서 활발히 진행되고 있다[33]. 뇌동맥류도 결국 만성염증반응에 의해 발생하고 성장하는 것으로 생각되는데, 프로스타글란딘 E2 (prostaglandin E2)에서 NF- κ B로 이어지는 신호전달이 대식세포의 활동을 유도하여 염증반응을 야기하는 하나의 유력한 신호경로로서 약물 개발의 목표로 거론되고 있다. 조만간 치료제가 개발되기를 기대해본다.

결론

최근 뇌혈관 검사가 보편화되면서 우연히 발견되는 무증상의 비파열성 뇌동맥류 빈도가 증가하고 있다. 뇌동맥류가 파열되면 심각한 신경학적 합병증을 유발시키기 때문에, 최

Figure 3. An example of coil embolization. (A) An aneurysm arising at the anterior communicating artery is shown on cerebral angiography. (B) It was completely occluded with coils (arrow).

근 수술기법과 혈관 내 시술법의 발전으로 치료결과가 향상되면서 뇌동맥류가 파열하기 전에 미리 치료하는 빈도 역시 증가하고 있다. 하지만, 뇌동맥류 치료와 관련된 합병증 위험성, 치료 자체로 인한 정신적, 경제적 부담 등이 상당하고, 그에 반해 자연경과상 뇌동맥류의 파열위험성이 아주 높은 것은 아니다. 따라서, 뇌동맥류의 크기뿐만 아니라 모양과 위치, 성별, 나이, 가족력, 과거력, 흡연, 고혈압, 다른 동반 질환 및 건강상태 등을 종합적으로 고려하고 전문가와 함께 파열 가능성과 치료 관련 합병증을 신중히 저울질하여 경과 관찰 내지 치료를 결정해야 한다. 검사법을 선택할 때는 그 목적에 따라 적절하고 안전한 검사도구를 선택해야 하겠고, 치료법을 선택함에 있어서도 단순히 외적인 상처 유무로 결

정하기 보다는 안전성, 완벽성, 내구성 등을 고려하여 선택하는게 바람직하다.

찾아보기말: 뇌동맥류; 자연경과; 위험요인; 치료

ORCID

Won-Sang Cho, <https://orcid.org/0000-0002-3345-8718>

Sung Ho Lee, <https://orcid.org/0000-0002-0202-8969>

Hyun-Seung Kang, <https://orcid.org/0000-0002-6957-1907>

Jeong Eun Kim, <https://orcid.org/0000-0002-6927-3109>

Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

References

1. Vlak MH, Algra A, Brandenburg R, Rinkel GJ. Prevalence of unruptured intracranial aneurysms, with emphasis on sex, age, comorbidity, country, and time period: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Neurol* 2011;10:626-636.
2. Rinkel GJ, Algra A. Long-term outcomes of patients with aneurysmal subarachnoid haemorrhage. *Lancet Neurol* 2011;10:349-356.
3. Lee SU, Kim T, Kwon OK, Bang JS, Ban SP, Byoun HS, Oh CW. Trends in the incidence and treatment of cerebrovascular diseases in Korea: part I. intracranial aneurysm, intracerebral hemorrhage, and arteriovenous malformation. *J Korean Neurosurg Soc* 2020;63:56-68.
4. Go AS, Mozaffarian D, Roger VL, Benjamin EJ, Berry JD, Blaha MJ, Dai S, Ford ES, Fox CS, Franco S, Fullerton HJ, Gillespie C, Hailpern SM, Heit JA, Howard VJ, Huffman MD, Judd SE, Kissela BM, Kittner SJ, Lackland DT, Lichtman JH, Lisabeth LD, Mackey RH, Magid DJ, Marcus GM, Marelli A, Matchar DB, McGuire DK, Mohler ER 3rd, Moy CS, Mussolino ME, Neumar RW, Nichol G, Pandey DK, Paynter NP, Reeves MJ, Sorlie PD, Stein J, Towfighi A, Turan TN, Virani SS, Wong ND, Woo D, Turner MB; American Heart Association Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee. Heart disease and stroke statistics--2014 update: a report from the American Heart Association. *Circulation* 2014;129:e28-e292.
5. Lee EJ, Lee HJ, Hyun MK, Choi JE, Kim JH, Lee NR, Hwang JS, Kwon JW. Rupture rate for patients with untreated unruptured intracranial aneurysms in South Korea during 2006-2009. *J Neurosurg* 2012;117:53-59.
6. Kim T, Lee H, Ahn S, Kwon OK, Bang JS, Hwang G, Kim JE, Kang HS, Son YJ, Cho WS, Oh CW. Incidence and risk factors of intracranial aneurysm: a national cohort study in Korea. *Int J Stroke* 2016;11:917-927.
7. Thompson BG, Brown RD Jr, Amin-Hanjani S, Broderick JP, Cockcroft KM, Connolly ES Jr, Duckwiler GR, Harris CC, Howard VJ, Johnston SC, Meyers PM, Molyneux A, Ogilvy CS, Ringer AJ, Torner J; American Heart Association Stroke Council, Council on Cardiovascular and Stroke Nursing, and Council on Epidemiology and Prevention; American Heart Association; American Stroke Association. Guidelines for the management of patients with unruptured intracranial aneurysms: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke* 2015;46:2368-2400.
8. Jeong HW, Seo JH, Kim ST, Jung CK, Suh SI. Clinical practice guideline for the management of intracranial aneurysms. *Neurointervention* 2014;9:63-71.
9. Seo DH, Kang HS, Kim DW, Park SQ, Song Y, Sheen SH, You SH, Kwon SU, Rha JH, Bae HJ, Oh CW, Yu KH, Yoon BW, Lee BC, Heo JH, Hong KS, Hong SC, Park IS. Guidelines for the management of unruptured intracranial aneurysm. *Korean J Cerebrovasc Surg* 2011;13:279-290.
10. Ronkainen A, Hernesniemi J, Puranen M, Niemitukia L, Vanninen R, Ryyanen M, Kuivaniemi H, Tromp G. Familial intracranial aneurysms. *Lancet* 1997;349:380-384.
11. Pirson Y, Chauveau D, Torres V. Management of cerebral aneurysms in autosomal dominant polycystic kidney disease. *J Am Soc Nephrol* 2002;13:269-276.
12. Wiebers DO, Whisnant JP, Huston J 3rd, Meissner I, Brown RD Jr, Piepgras DG, Forbes GS, Thielen K, Nichols D, O'Fallon WM, Peacock J, Jaeger L, Kassell NF, Kongable-Beckman GL, Torner JC; International Study of Unruptured Intracranial Aneurysms Investigators. Unruptured intracranial aneurysms: natural history, clinical outcome, and risks of surgical and endovascular treatment. *Lancet* 2003;362:103-110.
13. Juvela S, Porras M, Heiskanen O. Natural history of unruptured intracranial aneurysms: a long-term follow-up study. *J Neurosurg* 1993;79:174-182.
14. UCAS Japan Investigators, Morita A, Kirino T, Hashi K, Aoki N, Fukuhara S, Hashimoto N, Nakayama T, Sakai M, Teramoto A, Tominari S, Yoshimoto T. The natural course of unruptured cerebral aneurysms in a Japanese cohort. *N Engl J Med* 2012;366:2474-2482.
15. International Study of Unruptured Intracranial Aneurysms Investigators. Unruptured intracranial aneurysms: risk of rupture and risks of surgical intervention. *N Engl J Med* 1998;339:1725-1733.
16. Juvela S, Porras M, Poussa K. Natural history of unruptured intracranial aneurysms: probability of and risk factors for aneurysm rupture. *J Neurosurg* 2000;93:379-387.
17. Juvela S, Poussa K, Lehto H, Porras M. Natural history of unruptured intracranial aneurysms: a long-term follow-up study. *Stroke* 2013;44:2414-2421.

18. Sonobe M, Yamazaki T, Yonekura M, Kikuchi H. Small unruptured intracranial aneurysm verification study: SUAVE study, Japan. *Stroke* 2010;41:1969-1977.
19. Backes D, Rinkel GJE, Greving JP, Velthuis BK, Murayama Y, Takao H, Ishibashi T, Igase M, terBrugge KG, Agid R, Jaaskelainen JE, Lindgren AE, Koivisto T, von Und Zu Fraunberg M, Matsubara S, Moroi J, Wong GK, Abrigo JM, Igase K, Matsumoto K, Wermer MJ, van Walderveen MA, Algra A, Vergouwen MD. ELAPSS score for prediction of risk of growth of unruptured intracranial aneurysms. *Neurology* 2017;88:1600-1606.
20. Greving JP, Wermer MJ, Brown RD Jr, Morita A, Juvela S, Yonekura M, Ishibashi T, Torner JC, Nakayama T, Rinkel GJ, Algra A. Development of the PHASES score for prediction of risk of rupture of intracranial aneurysms: a pooled analysis of six prospective cohort studies. *Lancet Neurol* 2014;13:59-66.
21. Etminan N, Brown RD Jr, Beseoglu K, Juvela S, Raymond J, Morita A, Torner JC, Derdeyn CP, Raabe A, Mocco J, Korja M, Abdulazim A, Amin-Hanjani S, Al-Shahi Salman R, Barrow DL, Bederson J, Bonafe A, Dumont AS, Fiorella DJ, Gruber A, Hankey GJ, Hasan DM, Hoh BL, Jabbour P, Kasuya H, Kelly ME, Kirkpatrick PJ, Knuckey N, Koivisto T, Krings T, Lawton MT, Marotta TR, Mayer SA, Mee E, Pereira VM, Molyneux A, Morgan MK, Mori K, Murayama Y, Nagahiro S, Nakayama N, Niemelä M, Ogilvy CS, Pierot L, Rabinstein AA, Roos YB, Rinne J, Rosenwasser RH, Ronkainen A, Schaller K, Seifert V, Solomon RA, Spears J, Steiger HJ, Vergouwen MD, Wanke I, Wermer MJ, Wong GK, Wong JH, Zipfel GJ, Connolly ES Jr, Steinmetz H, Lanzino G, Pasqualin A, Rüfenacht D, Vajkoczy P, McDougall C, Hanggi D, LeRoux P, Rinkel GJ, Macdonald RL. The unruptured intracranial aneurysm treatment score: a multidisciplinary consensus. *Neurology* 2015;85:881-889.
22. Raps EC, Rogers JD, Galetta SL, Solomon RA, Lennihan L, Klebanoff LM, Fink ME. The clinical spectrum of unruptured intracranial aneurysms. *Arch Neurol* 1993;50:265-268.
23. Cho WS, Kim JE, Park SQ, Ko JK, Kim DW, Park JC, Yeon JY, Chung SY, Chung J, Joo SP, Hwang G, Kim DY, Chang WH, Choi KS, Lee SH, Sheen SH, Kang HS, Kim BM, Bae HJ, Oh CW, Park HS; Quality Control Committees from the Korean Society of Cerebrovascular Surgeons; Society of Korean Endovascular Neurosurgeons; Korean Society of Interventional Neuroradiology; Korean Stroke Society and Korean Academy of Rehabilitation Medicine. Korean clinical practice guidelines for aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *J Korean Neurosurg Soc* 2018;61:127-166.
24. Cho WS, Kim SS, Lee SJ, Kim SH. The effectiveness of 3T time-of-flight magnetic resonance angiography for follow-up evaluations after the stent-assisted coil embolization of cerebral aneurysms. *Acta Radiol* 2014;55:604-613.
25. Kim S, Chung J, Cha J, Kim BM, Kim DJ, Kim YB, Lee JW, Huh SK, Park KY. Usefulness of high-resolution three-dimensional proton density-weighted turbo spin-echo MRI in distinguishing a junctional dilatation from an intracranial aneurysm of the posterior communicating artery: a pilot study. *J Neurointerv Surg* 2019;12:315-319.
26. Dandy WE. Intracranial aneurysm of the internal carotid artery: cured by operation. *Ann Surg* 1938;107:654-659.
27. Guglielmi G, Vinuela F, Dion J, Duckwiler G. Electrothrombosis of saccular aneurysms via endovascular approach. Part 2: preliminary clinical experience. *J Neurosurg* 1991;75:8-14.
28. Molyneux AJ, Kerr RS, Yu LM, Clarke M, Sneade M, Yarnold JA, Sandercock P; International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT) Collaborative Group. International subarachnoid aneurysm trial (ISAT) of neurosurgical clipping versus endovascular coiling in 2143 patients with ruptured intracranial aneurysms: a randomised comparison of effects on survival, dependency, seizures, rebleeding, subgroups, and aneurysm occlusion. *Lancet* 2005;366:809-817.
29. Kim HS, Kim HJ, Suh DC. Updated interventional neuro-radiology in the neurovascular disease. *J Korean Med Assoc* 2008;51:913-924.
30. Leclercq A, Raymond J, Rodriguez-Regent C, Al Shareef F, Trystram D, Godon-Hardy S, Ben Hassen W, Meder JF, Oppenheim C, Naggara ON. Intracranial aneurysms: recurrences more than 10 years after endovascular treatment-a prospective cohort study, systematic review, and meta-analysis. *Radiology* 2015;277:173-180.
31. Molyneux AJ, Birks J, Clarke A, Sneade M, Kerr RS. The durability of endovascular coiling versus neurosurgical clipping of ruptured cerebral aneurysms: 18 year follow-up of the UK cohort of the International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT). *Lancet* 2015;385:691-697.
32. Cho WS, Hong HS, Kang HS, Kim JE, Cho YD, Kwon OK, Bang JS, Hwang G, Son YJ, Oh CW, Han MH. Stability of cerebral aneurysms after stent-assisted coil embolization: a propensity score-matched analysis. *Neurosurgery* 2015;77:208-216.
33. Aoki T, Frosen J, Fukuda M, Bando K, Shioi G, Tsuji K, Ollikainen E, Nozaki K, Laakkonen J, Narumiya S. Prostaglandin E2-EP2-NF-κB signaling in macrophages as a potential therapeutic target for intracranial aneurysms. *Sci Signal* 2017;10:eaah6037.

Peer Reviewers' Commentary

급속한 고령화와 함께 뇌혈관 검사가 확대됨에 따라 무증상의 비파열성 뇌동맥류의 발견 빈도도 증가되고 있다. 뇌동맥류는 파열될 경우, 심각한 합병증을 일으키므로 이를 치료하는 의사뿐만 아니라 환자나 보호자들도 비파열성 뇌동맥류의 특성에 대해 잘 이해할 필요가 있다. 이 논문에서는 비파열성 뇌동맥류의 역학, 원인, 자연 경과, 증상, 진단, 경과, 치료에 이르는 전반적인 내용에 관한 최신 논문들을 정리하여 기술하고 있어, 일반 독자들도 쉽게 이해할 수 있을 것으로 기대된다. 더불어 뇌동맥류의 치료 방법 선택에 있어서 고려해야 할 점을 자세히 기술해 주고 있어, 신경외과 전문의 뿐만 아니라 진단과정에 관여하는 영상의학과나 내과 의사들에게도 큰 도움이 될 것으로 판단된다.

[정리: 편집위원회]