



# 노화성 난청이 동반된 이명의 치료

김 상 철 · 최 재 영\* | 연세대학교 의과대학 이비인후과학교실

## Management of presbytinnitus

Sang Cheol Kim, MD · Jae Young Choi, MD\*

Department of Otorhinolaryngology, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

\*Corresponding author: Jae Young Choi, E-mail: jychoi@yuhs.ac

Received June 16, 2011 · Accepted June 30, 2011

As the population is aging, the prevalence of presbycusis is increasing proportionally. The prevalence of tinnitus, which usually accompanies presbycusis, is also growing. Presbytinnitus, defined as tinnitus which accompanies presbycusis, not only influences the individual's well-being and productivity but also causes communication problems, isolation, and social withdrawal. We now need to adopt more aggressive approaches to treating presbytinnitus in the elderly population, rather than giving them discouraging comments on the course of disease progression. Although the exact mechanisms of presbytinnitus have not been revealed and the specified therapeutic methods have not yet been established, an increasing number of studies using masking, retraining therapy, psychological therapy, and some medications have shown promising outcomes for the management of presbytinnitus. Therefore, appropriate treatment with multidisciplinary modalities should be provided for patients with presbytinnitus in order to reduce a growing social burden.

**Keywords:** Presbycusis; Tinnitus; Therapeutics

## 서 론

한 인구조사 보고서에 따르면 앞으로 10년 내에 65세 이상의 인구가 5세 이하 보다 많아질 것이고, 2040년까지는 고령화 인구가 13억 명에 달할 것이라고 한다[1]. 인구의 고령화에 따라 노화성 난청은 비례적으로 증가하며, 60-80세 인구의 40% 이상에서 25 dB 이상의 노화성 난청이 발생한다고 한다[2]. 난청에 흔히 동반되는 이명의 유병률도 나이에 따라 증가하여, 60세 이상에서는 12%에 달한다[3]. 이러한 난청과 이명은 의사소통의 장애를 유발하여 사람

을 고립시키고, 우울증을 초래하며, 육체적으로나 심리적인 안녕을 저해하여 결국 사회적 위축으로 이어지는 이차적인 문제들을 야기한다[4].

노화성 난청 및 이명의 정확한 기전은 알려져 있지 않지만, 소음, 이독성 약물 등에 대한 장기간의 노출과 개인적 감수성 및 퇴행성 변화들이 복잡하게 작용하여 청신경계의 손상과 변화가 축적되어 발생할 것으로 생각한다. 그러나 고령의 이명 환자가 내원하면 노화성 난청과 동반된 이명이라고 단정하기 전에 여타 다른 질환을 배제할 수 있는 충분한 검사가 먼저 이루어져야 한다. 이명을 일으킨다고 알려져

있는 종양, 동정맥 기형, 동맥경화, 정맥 갑음 등에 대한 철저한 평가가 이루어져야 한다. 경동맥 죽상동맥경화증은 50세 이상의 환자에서 발생하는 박동성 이명의 흔한 원인으로, 특히 고혈압, 협심증, 고지혈증, 당뇨, 흡연 등과 같은 동맥경화 위험인자를 가지고 있는 경우 그 위험성이 증가하며, 일부의 환자에서는 이명이 이 질환의 첫 증상으로 나타나기도 한다는 것을 명심해야 한다[5]. 이러한 질환을 놓치게 되면 이명의 치료에 실패할 뿐만 아니라 적절한 치료시기를 놓칠 수 있다. 그 외 중이 또는 인두 주변 근육의 수축이나, 지속적인 이관 개방으로 인한 이명의 가능성도 배제되어야 한다.

이명을 유발하는 다른 질환들을 배제하고 노화성 난청과 동반된 이명으로 진단이 이루어지면, 보다 적극적인 치료가 이루어져야 한다. ‘해줄 것이 없다’라든지, ‘그냥 가지고 살아야 한다’는 부정적인 발언은 추후 치료에도 부정적인 효과를 줄 수 있기 때문에 반드시 피해야 한다. 아직 노화성 난청과 동반된 이명에 특화된 치료법은 없지만 지금까지 알려진 이명의 치료법을 고찰하고 노화성 난청과 동반된 이명에서 추가적으로 고려하여야 할 것을 살펴보고자 한다.

## 이명의 치료

고령의 이명 환자를 치료하기에 앞서 반드시 동반 질환과 복용 중인 약물에 대한 철저한 평가가 이루어져야 한다. 고령의 환자는 장기적으로 복용하는 약물이 흔히 있기 때문에, 이에 대한 조사가 필요하다. 이명을 유발한다고 알려져 있는 아스피린, 비스테로이드성 항염증제, aminoglycoside 계열의 항생제, quinine, quinidine, cisplatin, furosemide 등의 약물을 복용하고 있는지를 확인하고 적절하게 복용하고 있는지, 다른 약으로 대체가 가능한지에 대한 평가가 이루어져야 한다. 약물 외에 흡연, 알코올, 카페인(커피뿐만 아니라 차, 콜라, 초콜릿 등 카페인을 포함하는 식품)이 이명을 악화시킬 수 있기 때문에 이에 대한 교육과 조절도 함께 선행되어야 한다[6]. 또한, 교정 가능한 이과적 질환부터 우선 치료하여야 한다. 이구나 이물, 부종 등에 의한 외이도 폐쇄를 해결하는 것만으로도 외부 소리의 전달 효율성을 높여 이명의 감소를 유도할 수 있다. 필요한 경우에는 귀마개 등의

보호장구를 사용하도록 하여 소음에 의한 추가적 손상에 대한 예방도 함께 이루어져야 한다. 위와 같은 기본적인 평가와 치료가 선행된 뒤에, 다음과 같은 치료들 중 개개인에게 적합한 방법을 선별하여 복합적으로 시행하여야 한다.

## 약물 치료

Steroid, lidocaine, benzodiazepine, 항경련제, 항우울제, 혈관확장제 등 다양한 약물이 이명의 치료를 위해 사용되고 있다[7]. 투여방법도 경구투여뿐만 아니라, 정맥투여 고실내 주입 등 다양한 경로를 통하여 시도되고 있다. 그러나 아직 기전이 잘 밝혀져 있지 않은 경우가 많고, 메니에르씨병이나 돌발성 난청에서 발생하는 이명, 우울증이 동반된 이명 등, 특정 질환에서만 효과를 보이거나 또는 보고자에 따라 상이한 효과를 보고하는 경우가 있어, 노화성 난청이 동반된 이명 환자에게 효과적인 약물을 고르기가 어려운 것이 현실이다.

2005년 Lopez-Gonzalez와 Esteban-Ortega [8]는 이명이 지각되는 전전두부(prefrontal area), 일차 측두부(primary temporal area), 측두-두정연합부(associative temporo-parietal area)와 변연계에는 도파민성 신경전달이 많이 이루어지는 부위이기 때문에 도파민 경로가 이명의 지각에 관여할 것이라는 가설을 발표하고, 2007년 Lopez-Gonzalez 등[9]은 도파민 수용체 길항제인 sulpiride와 항히스타민이 hydroxyzine을 이명 환자들에게 병용 투여 시에 81%에서 이명의 지각이 감소하였다는 보고를 하였다. 이 이론에 근거하여, 2011년 Sziklai 등[10]이 pramipexole을 가지고 40명의 노화성 난청이 동반된 이명 환자에게 무작위배정, 이중맹검, 위약대조군 임상 시험을 실시하여 발표하였다. 그들에 따르면 pramipexole을 복용한 군에서 청력 역치의 변화는 없었으나, 위약을 투여 받은 환자군보다 이명이 감소하였다고 한다.

## 차폐요법

차폐요법은 차폐기를 이용하여 외부에서 소리를 들려줌

으로써 이명을 느끼지 못 하도록 하는 치료법이다. 이명을 감소시키는 차폐효과는 차폐음을 중지한 후에도 일정시간 지속되는데, 이를 잔여억제(residual inhibition)효과라 하며, 보고자에 따라 1시간에서 길게는 7일까지도 지속되어 효과적인 이명 치료법으로 소개되고 있다[11].

차폐요법은 차폐효과를 일으키는 소리를 제공하는 장치에 따라 보청기, 차폐기, 이 두 장치의 조합되어 있는 기구 등을 사용할 수 있는데, 청력이 거의 정상인 환자에게는 차폐기를 많이 사용하고, 청력 손실이 있고 이명의 주파수가 환경음의 범위인 4 kHz 이하인 경우에는 주로 보청기를 사용한다.

보청기는 난청이 동반된 이명 환자에게 두 가지 면에서 이명 치료효과를 기대할 수 있다. 첫째로 보청기는 필요한 외부 소리를 잘 들려줌으로써 내부 소리인 이명에 대한 자극을 줄여주고, 원활한 대화가 가능하도록 도와준다. 또한, 이명은 적절한 소리 자극이 없어짐에 따라 청신경계가 부적절하게 변화하여 발생한다고 알려져 있으므로, 보청기를 통하여 적절한 외부 자극을 전달함으로써, 청신경계가 비정상적으로 변화되는 것을 막아 주는 효과도 있다.

Hazell [12]은 472명의 이명 환자들을 대상으로 한 연구에서 55세 이상에서는 나이 증가함에 따라 청력의 손실이 커지며, 고령의 환자에서 이명의 크기가 증가하는 것은 나이의 증가에 의한 것이 아니라 나이가 들에 따라 청력 손실이 커지기 때문이라고 보고하였다. 실제로 Zagolski [13]은 33명의 노화성 난청을 동반한 이명 환자에게 보청기 치료를 시행함으로써 85%에서 괄목할만하게 이명이 줄어들었음을 보고하였다. 따라서 노화성 난청이 동반된 이명을 가진 환자의 치료에서 보청기는 우선적으로 고려되어야 할 치료방법이며, 이에 대한 자세한 고찰은 본 특집의 다른 부분에서 자세히 다루도록 하겠다.

## 이명재훈련 치료

Jastreboff와 Hazell [14]은 1990년대 초 중추신경계의 신경학적 지식을 토대로 이명의 신경생리학적 모델을 적용하여 새로운 치료법을 도입하였다. 그에 따르면 말초 청각감수기에서 인지된 소리는 청각신경계를 통하여 대뇌의 피질

에 전달되는데, 그 때 전달되는 신호가 이전에 느끼기 못했던 새로운 자극이면 대뇌피질 단계로 전달되지만 기억된 정보와 비교하여 의미 없는 자극으로 판단되면 피질하에서 차단이 된다는 것이다. 이명은 말초 청각감수기의 병변이 청신경계의 과보상활동을 유발하고, 신경계의 과도한 흥분이 대뇌의 피질로 전달되어 발생하는데, 이때 청각신경계와 연결된 변연계의 활성화로 부정적인 감정이 유발되고 그에 따른 자율신경계의 조건반사 경로가 형성되어, 이명이 환자에게 불쾌함과 괴로움을 일으키게 된다. 따라서 이명재훈련의 목적은 이명 자체를 없애는 것이 아니라 이명의 습관화를 통하여 이명과 관련된 부정적인 요소들을 없애주어 이명에 의한 고통이나 불편함을 덜어주고, 더 나아가 이명을 느끼는 시간을 점차 줄여 거의 없어지도록 해주는 것이다.

이명재훈련 치료는 상담과 소리 치료로 이루어져있다. 상담은 환자들에게 청각신경계의 구조와 이명의 신경생리학적 기전에 대하여 알게 쉽게 이야기하고 이명재훈련 치료의 원리와 목표에 대하여 설명함으로써 이명에 대한 잘못된 믿음과 근거 없는 공포를 없애고 이명과 연관된 부정적인 요소들을 제거하도록 유도하는 치료이다. 상담치료와 병행하여 이루어지는 소리 치료는 다양한 생활 환경음이나 소리발생기에 생성되는 백색잡음 등을 통하여 이명의 감지를 약화시킴으로써 환자가 습관화를 이루는데 도움을 주는 방법이다. 외부 소리를 들려준다는 점에서 차폐기와 유사할 수 있으나, 이명재훈련 치료에 사용되는 소리 발생기는 차폐기와는 개념이 다르다. 이명을 차폐하여 감소시키는 차폐요법과는 달리, 이명재훈련 치료에서 사용되는 소리 치료는 환자의 습관화가 목적이므로 이명을 완전히 덮을 수 있는 소리를 들려주기 보다는 두드러진 정도만을 감소시킬 수 있도록 조절하여 적용된다.

이명재훈련 치료는 이명 자체를 없애는 것이 아니라 불편함과 고통을 제거하는 것으로써 다양한 원인에 의하여 발생한 주관적 이명에 폭넓게 적용할 수 있는 치료법이다. 따라서, 노화성 난청에 동반된 이명의 치료에도 적용이 가능하며, 실제 나이는 이명재훈련 치료의 성적에 영향을 미치지 않는 것으로 보고가 되고 있다[15].

## 정신과적 치료

이명 환자에게서는 정동장애가 흔히 동반된다는 사실이 알려져 있다. Lechtenberg와 Shulman [16]은 이명 환자의 12%에서 우울증, 불면증, 불안장애와 같은 정신과적 질환이 동반되어 있었다고 하였으며, Sullivan 등[17]은 심한 이명 환자에서 우울증의 일생유병률이 78%에 달한다고 보고 하였다. 반대로 스트레스와 같은 심리 상태가 이명을 악화시키기도 한다. 고령의 이명 환자들은 다양한 건강문제, 사회적 역할 상실감 등을 직면할 때 이명을 더 건디기 힘들어하며, 은퇴 후에 시간이 많아지면서 이명에 대하여 집착하고, 결국 이명에 대한 걱정이나 잘못된 믿음을 키울 수 있다고 한다[18]. 실제로 고령의 이명 환자에서 신체적 불안증상이나 강박적 성향이 더 흔히 동반된다는 보고도 있다[12].

따라서 노화성 난청이 동반된 이명 환자에게 정신과적 질환에 대한 평가 및 적절한 치료가 이루어져야 한다. 또한 이명과 동반된 부정적인 생각들을 바로잡는 인지치료, 이명과 스트레스를 일으키는 일들을 직면했을 때 스스로 조절하는 방법을 익히는 이완훈련치료와 생체피드백 방법 등이 병행되어야 노화성 난청이 동반된 이명 치료의 성공률을 높일 수 있다.

## 전기자극 치료

1893년 Field [1]가 전기 자극에 의해 이명이 변할 수 있다는 것을 보고한 이래, 1977년 Graham과 Hazell [19]은 와우갑각에 전기를 자극하여 9명의 환자 중 2명에서 이명이 감소하였다고 발표하였고, 1979년 Portmann 등[20]은 와우에 전기를 자극 하였을 때 87%에서 일시적으로 이명이 감소하였다고 보고하였다. 그 후 와우갑각뿐만 아니라 정원창, 고막, 유양돌기 및 전이개 피부 등에 전기자극을 주어 이명을 치료하려는 시도가 지속적으로 이루어졌다. 그러나 아직 보고자마다 성공률의 차이가 크고, 기전에 대한 이론적 설명도 부족한 상태이다.

전기적 자극을 통한 이명의 치료의 또 다른 시도는 경두개자기자극(transcranial magnetic stimulation) 방법이다. 1985년 Barker 등[21]이 외부 자기장 자극을 통하여 대뇌

피질에 있는 신경을 활성화시킬 수 있다는 것을 처음 소개한 이래, 점차 발전하여 신경정신과적 영역에서 우울증의 치료 등에 사용되어 왔다. 2003년 Hoffman 등[22]이 정신분열증 환자에서 환청을 감소시킬 수 있음을 보고한 뒤, 이명의 치료를 위한 시도가 이루어지고 있다. 그러나 이 역시 아직 많은 수의 환자에서 오래 동안 추적 관찰한 결과를 내놓지 못하고 있다. 더욱이 고령의 환자에서의 시행 결과는 보고된 바 없다. 따라서 앞으로 새로운 이명의 치료법으로 자리매김하기 위해 좀더 확실한 이론적 배경과 실험이 필요할 것이다.

## 수술적 치료

와우신경절제술이나 미세혈관감압술 등의 수술적 치료를 통해 이명을 치료하려는 노력이 있어왔다. 뇌간이식술이나 인공와우이식술 후에 이명이 감소하였다는 보고도 있다[23]. 특히 인공와우이식술 후에는 74-92%에 이르는 높은 이명 조절 효과가 발표되었다[24-26]. 그러나 다른 수술적 치료들은 보고자에 따라 성공률이 다양하게 발표되었다. Pulec [2]은 151명의 치료가 어려운 이명 환자들에게 와우신경절제술을 시행하여 101명에서 이명의 완전 관해를 이루었다고 하였으나, House와 Brackmann [27]은 와우신경을 절제하여도 45% 정도에서만 이명의 감소가 있었고 나머지 55%에서는 변화가 없거나 오히려 나빠졌다고 보고하였다. 미세혈관감압술도 초기에 시행하면 좋은 결과를 얻을 수 있다는 논문부터 낮은 성공률과 위험성으로 인해 제한적으로만 고려하여야 한다는 논문까지 그 결과가 다양하다[28,29]. 따라서 난청이 심하여 인공와우이식술을 시행하고 부수적으로 이명의 호전을 기대하는 경우 외에는, 노화성 난청이 동반된 이명의 치료에 있어서 고령의 환자에게 수술적 치료를 먼저 고려하기 보다는 위에 기술된 치료 방법들을 먼저 시도하여야 할 것이다.

## 결론

나이가 들어감에 따라 이독성 약물이나 소음에 대한 노출의 가능성은 점차 늘어나고 퇴행성 변화도 점차 진행된다. 인간에게서는 유모세포 및 청신경의 재생이 이루어지지 않

기 때문에, 이러한 손상은 와우를 비롯한 청신경계에 축적되고, 손상에 대한 비정상적인 신경계의 변화가 이명을 유발하게 된다. 따라서 제거가 가능한 뚜렷한 원인에 의한 타가적 이명 외에 노화에 따른 난청과 이명은 손상된 청신경계를 정상적으로 돌리기 전에는 완전히 제거하기 어렵다.

현재까지 노화성 난청과 동반된 이명에 대한 완벽한 치료는 없으나, 위에 소개한 치료 방법들로 점차 높은 성공을 거두고 있으며 많은 수에서 이명에 의한 고통과 불편함을 없애는데 효과를 보고 있다. 그러므로 노화성 난청에 동반된 이명을 치료함에 있어서 정확한 진단과 함께 적극적인 치료 자세가 필요할 것이다. 위에 소개한 여러 방법들 중 개인에게 효과적이고 적합한 방법을 찾아 병행함으로써 치료의 성공률을 높이고 더 나아가 증가하는 사회적 부담도 줄일 수 있을 것이다.

**핵심용어:** 노인성 난청; 이명; 치료

## REFERENCES

- Field GP. A manual of diseases of the ear. London: Bailliere, Tindall & Cox, 1893.
- Pulec JL. Cochlear nerve section for intractable tinnitus. *Ear Nose Throat J* 1995;74:468,470-476.
- Eggermont JJ, Roberts LE. The neuroscience of tinnitus. *Trends Neurosci* 2004;27:676-682.
- Cohen SM, Labadie RF, Haynes DS. Primary care approach to hearing loss: the hidden disability. *Ear Nose Throat J* 2005;84:26,29-31,44.
- Sismanis A, Stamm MA, Sobel M. Objective tinnitus in patients with atherosclerotic carotid artery disease. *Am J Otol* 1994;15:404-407.
- Sismanis A. Tinnitus. *Curr Neurol Neurosci Rep* 2001;1:492-499.
- Darlington CL, Smith PF. Drug treatments for tinnitus. *Prog Brain Res* 2007;166:249-262.
- Lopez-Gonzalez MA, Esteban-Ortega F. Tinnitus dopaminergic pathway. Ear noises treatment by dopamine modulation. *Med Hypotheses* 2005;65:349-352.
- Lopez-Gonzalez MA, Santiago AM, Esteban-Ortega F. Sulpiride and melatonin decrease tinnitus perception modulating the audiolimbic dopaminergic pathway. *J Otolaryngol* 2007;36:213-219.
- Sziklai I, Szilvassy J, Szilvassy Z. Tinnitus control by dopamine agonist pramipexole in presbycusis patients: a randomized, placebo-controlled, double-blind study. *Laryngoscope* 2011;121:888-893.
- Lipman RI, Lipman SP. Phase-shift treatment for predominant tone tinnitus. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2007;136:763-768.
- Hazell J. Tinnitus and disability with ageing: adaptation and management. *Acta Otolaryngol Suppl* 1990;476:202-208.
- Zagolski O. Management of tinnitus in patients with presbycusis. *Int Tinnitus J* 2006;12:175-178.
- Jastreboff PJ, Hazell JW. A neurophysiological approach to tinnitus: clinical implications. *Br J Audiol* 1993;27:7-17.
- Aazh H, Moore BC, Glasberg BR. Simplified form of tinnitus retraining therapy in adults: a retrospective study. *BMC Ear Nose Throat Disord* 2008;8:7.
- Lechtenberg R, Shulman A. The neurologic implications of tinnitus. *Arch Neurol* 1984;41:718-721.
- Sullivan MD, Katon W, Dobie R, Sakai C, Russo J, Harrop-Griffiths J. Disabling tinnitus. Association with affective disorder. *Gen Hosp Psychiatry* 1988;10:285-291.
- Ross V, Echevarria KH, Robinson B. Geriatric tinnitus: causes, clinical treatment, and prevention. *J Gerontol Nurs* 1991;17:6-11.
- Graham JM, Hazell JW. Electrical stimulation of the human cochlea using a transtympanic electrode. *Br J Audiol* 1977;11:59-62.
- Portmann M, Cazals Y, Negrevergne M, Aran JM. Temporary tinnitus suppression in man through electrical stimulation of the cochlea. *Acta Otolaryngol* 1979;87:294-299.
- Barker AT, Jalinous R, Freeston IL. Non-invasive magnetic stimulation of human motor cortex. *Lancet* 1985;1:1106-1107.
- Hoffman RE, Hawkins KA, Gueorguieva R, Boutros NN, Rachid F, Carroll K, Krystal JH. Transcranial magnetic stimulation of left temporoparietal cortex and medication-resistant auditory hallucinations. *Arch Gen Psychiatry* 2003;60:49-56.
- Soussi T, Otto SR. Effects of electrical brainstem stimulation on tinnitus. *Acta Otolaryngol* 1994;114:135-140.
- Ruckenstein MJ, Hedgepeth C, Rafter KO, Montes ML, Bigelow DC. Tinnitus suppression in patients with cochlear implants. *Otol Neurotol* 2001;22:200-204.
- Ito J, Sakakihara J. Tinnitus suppression by electrical stimulation of the cochlear wall and by cochlear implantation. *Laryngoscope* 1994;104(6 Pt 1):752-754.
- Souliere CR Jr, Kileny PR, Zwolan TA, Kemink JL. Tinnitus suppression following cochlear implantation. A multifactorial investigation. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1992;118:1291-1297.
- House JW, Brackmann DE. Tinnitus: surgical treatment. *Ciba Found Symp* 1981;85:204-216.
- De Ridder D, Vanneste S, Adriaenssens I, Lee AP, Plazier M, Menovsky T, van der Loo E, Van de Heyning P, Moller A. Microvascular decompression for tinnitus: significant improvement for tinnitus intensity without improvement for distress. A 4-year limit. *Neurosurgery* 2010;66:656-660.
- Moller AR. Is there a place for microvascular decompression? *Acta Neurochir (Wien)* 2005;147:921-923.





## Peer Reviewers' Commentary

본 논문은 증가하고 있는 고령 인구에서 높은 빈도로 발생하는 이명에 대해 그 치료법을 상세히 정리함으로써 이명을 호소하는 환자들에 대한 진료의들의 접근법을 상세히 기술하고 있다. 특히 노인 인구에서 호소하는 이명을 타각적 이명과 자각적 이명, 즉 감각신경성 이명으로 나누어 진단적 접근법을 독자들이 알기 쉽게 설명하고 있고, 많은 빈도를 차지하는 감각신경성 이명의 과학적이고 전문가적인 진단적 접근법과 현재 전 세계적으로 사용하고 있는 다양한 치료법을 비교적 상세히 기술함으로써 이명 환자를 접하는 일차 진료의들이 갖추어야 할 기본적인 지식을 잘 정리하고 있다. 본 논고를 통해 노인성 이명에 대한 일차 진료의들의 지식 습득과 함께 이명이 치료될 수 없는 증상이 아니라 과학적 접근을 통해 정확히 진단하고 치료할 수 있는 증상임을 널리 알릴 수 있기를 바란다.

[정리:편집위원회]

## 자율학습 2011년 8월호 (직무 스트레스와 근골격계 질환) 정답

1. ③

2. ④

3. ④

4. ②

5. ④

6. ①

7. ②

8. ①

9. ②

10. ①